ജീവശാസ്ത്രം

ക്ലാസ് XII

ദേശീയ വിദ്യാഭ്യാസ ഗവേഷണ പരിശീലന സമിതി

സംസ്ഥാന വിദ്യാഭ്യാസ ഗവേഷണ പരിശീലന സമിതി, (എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി.), കേരളം

2019

First Edition
December 2006 Pausa 1928

Reprinted
November 2007 Kartika 1929
January 2009 Pausa 1930
December 2009 Pausa 1931
January 2011 Magha 1932
January 2012 Magha 1933
November 2012 Kartika 1934
November 2013 Kartika 1935
December 2014 Pausa 1936
January 2015 Pausa 1937
January 2017 Pausa 1938
January 2018 Magha 1939

PD 400T BS

© National Council of Educational Research and Training, 2006

Printed on 80 GSM paper with NCERT watermark

Published at the Publication Division by the Secretary, National Council of Educational Research and Training, Sri Aurobindo Marg, New Delhi 110 016 and printed Pushpak Press Pvt. Ltd., B 3/1, Okhla Industrial Area, Phase-II, New Delhi - 110 020

ISBN 81-7450-639-X

ALL RIGHTS RESERVED

- No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without the prior permission of the publisher.
- This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade, be lent, re-sold, hired out or otherwise disposed of without the publisher's consent, in any form of binding or cover other than that in which it is published.
- The correct price of this publication is the price printed on this page, Any revised price indicated by a rubber stamp or by a sticker or by any other means is incorrect and should be unacceptable.

OFFICES OF THE PUBLICATION DIVISION, NCERT

NCERT Campus
Sri Aurobindo Marg
New Delhi 110 016 **Phone : 011-26562708**

108, 100 Feet Road
Hosdakere Halli Extension
Banashankari III Stage
Bengaluru 560 085 Phone : 080-26725740

Navjivan Trust Building
P.O.Navjivan
Ahmedabad 380 014 **Phone : 079-27541446**

CWC Campus
Opp. Dhankal Bus Stop
Panihati
Kolkata 700 114 **Phone : 033-25530454**

CWC Complex
Maligaon
Guwahati 781 021 **Phone : 0361-2674869**

Publication Team

Head, Publication Division	:	*M. Siraj Anwar*
Chief Editor	:	*Shveta Uppal*
Chief Business Manager	:	*Gautam Ganguly*
Chief Production Officer (Incharge)	:	*Arun Chitkara*
Assistant Editor	:	*Shashi Chadha*
Production Assistant	:	*Sunil Kumar*

Cover and Layout
Shweta Rao

Illustrations
Lalit Maurya

ആമുഖം

ഏതു വിജ്ഞാനവും മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കാനും പ്രകാശനം ചെയ്യാനും സാധിക്കും. അതിനുള്ള അവസരം പഠിതാക്കൾക്ക് ഒരുക്കേണ്ടത്, ഏതൊരു പഠന സമ്പ്രദായത്തിന്റെയും അനിവാര്യതയാണ്. അതിന്റെ തുടക്കമെന്ന നിലയ്ക്കാണ് ഹയർസെക്കന്ററി തലത്തിൽ ഭാഷേതര വിഷയങ്ങളിലെ പാഠപുസ്തകങ്ങൾ മലയാളത്തിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്നത്.

മാതൃഭാഷയിലൂടെയുള്ള വിദ്യാഭ്യാസം, ജ്ഞാനസമ്പാദനത്തിനുള്ള സുഗമമാർഗം എന്നതിനോടൊപ്പം സാംസ്കാരികതനിമയുടെ തിരിച്ചറിയൽ കൂടിയാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് വികസിതരാജ്യങ്ങൾ മാതൃഭാഷയെ മുഖ്യബോധന മാധ്യമമായി സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇന്ത്യയിലാകട്ടെ, ദേശീയതലത്തിലുള്ള പ്രധാന പരീക്ഷകളെല്ലാം പ്രാദേശിക ഭാഷകളിൽക്കൂടി നടത്തുന്നതിനുള്ള സംവിധാനവും ഉണ്ടായി വരികയാണ്. ഈയൊരു സാഹചര്യത്തിൽ നമ്മുടെ കുട്ടികളും മാതൃഭാഷയുടെ ശക്തിസൗന്ദര്യങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് വിവിധ വിഷയങ്ങളിൽ ജ്ഞാനനിർമിതിയിൽ ഏർപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. അതിന് അവരെ സജ്ജരാക്കുകയാണ് ഈ പാഠപുസ്തകങ്ങളുടെ മുഖ്യ ലക്ഷ്യം.

പരിഭാഷപ്പെടുത്തിയ പുസ്തകങ്ങളിൽ അതത് വിഷയങ്ങളിലെ സാങ്കേതിക പദങ്ങൾ പരമാവധി മലയാളത്തിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. നമ്മുടെ ഭാഷയിൽ ചിരപരിചിതമായ ഇംഗ്ലീഷ് പദങ്ങളെ അതേപടി സ്വീകരിച്ചിട്ടുമുണ്ട്. വിവർത്തനത്തിന് തീർത്തും വഴങ്ങാത്ത പദങ്ങളെ അതേരീതിയിൽ തന്നെ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കുന്നവർക്ക് ആശയഗ്രഹണം സുഗമമാക്കുന്ന വിധത്തിലാണ് പാഠപുസ്തകരചന നടത്തിയിരിക്കുന്നത്. അതോടൊപ്പം മലയാളഭാഷയുടെ വളർച്ചയ്ക്കും ഈ പ്രവർത്തനം സഹായകമാകുമെന്ന് കരുതുന്നു.

പാഠപുസ്തകവിവർത്തന രംഗത്ത് നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് നടന്ന വലിയൊരു കാൽവെപ്പാണ് ഇത്. പ്രഥമ സംരംഭമെന്നനിലയിൽ പല പരിമിതികളും പരിഭാഷയിൽ വന്നിട്ടുണ്ടാകാം. ക്ലാസ്മുറിയിൽ പ്രയോഗത്തിൽ വരുമ്പോഴാണ് അവയെല്ലാം കൂടുതൽ ബോധ്യപ്പെടുക. തുടർന്ന് വരുന്ന ഘട്ടങ്ങളിൽ അവയൊക്കെ പരിഹരിക്കുന്നതിന് എല്ലാ അഭ്യുദയകാംക്ഷികളിൽ നിന്നും വിശിഷ്യ അധ്യാപകർ, വിദ്യാർത്ഥികൾ എന്നിവരിൽ നിന്നും അഭിപ്രായങ്ങളും നിർദേശങ്ങളും പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു.

ഡോ.ജെ. പ്രസാദ്

ഡയറക്ടർ,

എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി. കേരളം

FOREWORD

The National Curriculum Framework (NCF) 2005, recommends that children's life at school must be linked to their life outside the school. This principle marks a departure from the legacy of bookish learning which continues to shape our system and causes a gap between the school, home and community. The syllabi and textbooks developed on the basis of NCF signify an attempt to implement this basic idea. They also attempt to discourage rote learning and the maintenance of sharp boundaries between different subject areas. We hope these measures will take us significantly further in the direction of a child-centred system of education outlined in the National Policy on Education (1986).

The success of this effort depends on the steps that school principals and teachers will take to encourage children to reflect on their own learning and to pursue imaginative activities and questions. We must recognise that, given space, time and freedom, children generate new knowledge by engaging with the information passed on to them by adults. Treating the prescribed textbook as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. Inculcating creativity and initiative is possible if we perceive and treat children as participants in learning, not as receivers of a fixed body of knowledge.

These aims imply considerable change in school routines and mode of functioning. Flexibility in the daily time-table is as necessary as rigour in implementing the annual calendar so that the required number of teaching days are actually devoted to teaching. The methods used for teaching and evaluation will also determine how effective this textbook proves for making children's life at school a happy experience, rather than a source of stress or boredom. Syllabus designers have tried to address the problem of curricular burden by restructuring and reorienting knowledge at different stages with greater consideration for child psychology and the time available for teaching. The textbook attempts to enhance this endeavour by giving higher priority and space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development committee responsible for this book. We wish to thank the Chairperson of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor K. Muralidhar, Department of Zoology, University of Delhi, Delhi for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook. We are grateful to their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources, material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairmanship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution.

As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 November 2006

PREFACE

Biology is the study of life in its entirety. The growth of biology as a natural science during the last 1000 years is interesting from many points of view. One feature of this growth is changing emphasis. Initially it was description of life forms. Identification, nomenclature, classification of all recorded living forms enjoyed the attention of scientists for a long time. Description of their habitats and (in the case of animals) their behaviour was included in this study. In later years, the focus was physiology and internal morphology or anatomy. Darwinian ideas of evolution by natural selection changed the perception completely. Classical descriptive and clueless biology found a theoretical framework in the evolutionary theory of Darwin.

In the nineteenth and twentieth centuries, Physics and Chemistry were applied to Biology and the new science of Biochemistry soon became the dominant face of biology. On one hand Biochemistry was integrating with Physiology, becoming almost synonymous with it. On the other hand it gave rise to Structural Biology (structure of biomacromolecules), originally called Molecular Biology. The work of Bernal, Pauling, Watson and Crick, Hodgkins, Perutz and Kendrew, Delbruck, Luria, Monod, Beadle and Tatum, Lederberg, Brenner, Benzer, Nirenberg, Khorana, Mclintock, Sanger, Cohen, Boyer, Kornbergs (father and son), Leder, Chambon and scores of others brought in and established a modern version of Molecular Biology dealing with life processes at molecular level.

Physics and Chemistry dominated public perception of science for a long time. Daytoday life of man was influenced by developments in Physics, Chemistry and their respective manufacturing industries. Slowly and steadily, Biology, not to be left behind, demonstrated its utility for human welfare. Medical practice, especially diagnostics, green revolution and the newly emerging biotechnology and its success stories made the presence of biology felt by the common man. Patent laws brought biology into political domain and commercial value of biology became obvious.

For more than a century, classical and so-called reductionist biology fought artifical battles. The fact is both are important. Ecology brought in synthesis of both approaches and emphasised integrated understanding of biology. Form and process are both equally important. Systems biology, using mathematical tools, is bringing about a modern synthesis of both the aspects of Biology.

The Class XI and XII textbooks in biology essentially were to reflect these threads of biological thought. While the Class XI book dealt with morphology, taxonomy, molecular and cellular aspects of physiology, the Class XII book deals with the physiological process of reproduction in flowering plants and humans, the principles of inheritance, the nature of genetic material and its function, the contributions of biology to human welfare, basic principles of biotechnological processes and their applications and achievements. The Class XII book also relates genes to evolution on one hand and presents ecological interactions, behaviour of populations and ecosystems on the other. Most important, the guidelines under NCF-2005 have been followed in letter and spirit. The total learning load has been reduced considerably and themes like environmental issues, adolescent problems and reproductive health have been dealt with in some detail. Studied together, the class XI and class XII textbooks in Biology would enable the student to —

(i) become familiar with the diversity of biological material.
(ii) appreciate and believe in the Darwinian evolutionary process exhibited by the living world.

(iii) understand the dynamic state of constituents of living bodies, i.e., metabolic basis of all physiological processes in plants, animals and microbes.
(iv) realise the structure and function of genetic material in directing the inherited phenotype pattern as well as a mediator of evolutionary process.
(v) appreciate the profound contributions of biology to human welfare.
(vi) reflect on the physico-chemical basis of living processes and at the same time realise the limitation of reductionism in understanding behaviour of organisms.
(vii) experience the humbling effect of this realisation that all living organisms are related to each other by virtue of shared genetic material.
(viii) realise that biology is the story of the struggle of living organisms for existence and survival.

One may notice a perceptible change in the writing style. Most of the chapters are written in an easy dialogue style engaging the student constantly while some chapters are in the form of critical comments on the subject matter. A number of questions have been provided at the end of each chapter though answers to some may not be found in the text. Students have to read supplementary material, upon advise from the teacher, to answer such questions.

I am thankful to Professor Krishna Kumar, Director NCERT; Professor G. Ravindra, Joint Director, NCERT and Professor Hukum Singh, Head, DESM, NCERT for constant support. I must place on record my deep appreciation for Dr B.K. Tripathi, *Reader,* DESM, NCERT for his relentless efforts as coordinator in bringing out the Biology textbook for both the Class XI and XII. All the members of the development team, the experts and reviewers, and the school teachers have contributed enormously in the preparation of this book. I thank them all. I am indeed highly thankful to the members of monitoring committee constituted by Ministry of Human Resource Development for their valuable observation that helped in the improvement of the book at the final stage. The book is prepared keeping in mind the guidelines of the NCF-2005 especially the emphasis on reducing the learning load. We hope that the book would meet the expectations of all the stakeholders. All suggestions for further improvement are always welcome.

K. MURALIDHAR
Chief Advisor
Biology Textbook for Class XII

Department of Zoology
University of Delhi

ACKNOWLEDGEMENTS

National Council of Educational Research and Training (NCERT) gratefully acknowledges the valuable contribution of K.R. Shivanna, *Professor (Retd.)*, Department of Botany, University of Delhi, Delhi; S.K. Saidapur, *Professor*, Department of Zoology, Karnataka University Dharwad; Vani Brahmachari, *Professor*, Ambedkar Centre for Biomedical Research, University of Delhi, Delhi; A.N. Lahiri Majumdar, *Professor*, Bose Institute, Kolkata; Anil Tripathi, *Professor*, Department of Biotechnology, Banaras Hindu University, Varanasi; J.L. Jain, *Senior Physician*, WUS Health Centre, University of Delhi, Delhi, in the development of the Biology textbook for Class XII. NCERT is also grateful to K.R. Shivanna and T.Subramanyam, IIT, Kanpur for some of the photographs used in the book.

NCERT sincerely acknowledges the contributions of the members who participated in the review of the manuscripts – A.S. Dixit, *Reader*, Department of Zoology, North-Eastern Hill University, Shillong; S.L. Varte, *Lecturer*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi; Sushma Jairath, *Reader*, Department of Women's Education, NCERT, New Delhi; Mona Yadav, *Lecturer*, Department of Women's Education, NCERT, New Delhi; Poonam A. Kant, *Reader* (Zoology), Acharya Narendra Dev College, New Delhi; Mrs. Suvarna Fonseca è Antao, *Gr. I Teacher* (Biology), Carmel Higher Secondary School, Nuvem, Goa; Rashmi Mishra, *PGT* (Biology), Carmel Convent Senior Secondary School, BHEL, Bhopal; Ishwant Kaur, *PGT* (Biology), D.M. School, RIE, Bhopal; A.K. Singh, *PGT (Biology)*, Kendriya Vidyalaya, Cantt, Varanasi; R.P. Singh, *Lecturer* (Biology), Rajkiya Pratibha Vikash Vidyalaya, Kishan ganj, Delhi; M.K. Tiwari, *PGT* (Biology), Kendriya Vidyalaya, Mandsaur, Madhya Pradesh; A.K. Ganguly, *PGT* (Biology), Jawahar Navodaya Vidyalaya, Roshnabad, Haridwar; Chaitali Dixit, *PGT* (Biology), St. Anthony's Higher Secondary School (Don Bosco), Shillong and Abhishek Chari, Acharya Narendra Dev College, New Delhi.

Special thanks are due to Rita Sharma, *Retd. Professor.* RIE Bhopal, A.K. Mohapatra *Professor*, RIE Bhubaneswar, J.S. Gill, *Retd. Professor*, DESM, NIE, G.V. Gopal, *Professor*, RIE Mysore, Jaydeep Mandal, *Professor*, RIE Bhopal, C. Padmija, *Professor*, RIE Mysore, Dr. Pushplata Verma, *Associate Professor*, DESM, NIE, Ishwant Kaur, *Vice Principal*, DM School Ajmer for their valuable contribution in review and updation of the textbook.

The Council is highly thankful to Hukum Singh, *Professor and Head*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT for his valuable support throughout the making of this book.

The contributions of Deepak Kapoor, *Incharge*, Computer Station; Seema Mehmi and Arvind Sharma, *DTP operators*; Deepti Sharma, *Copy Editor*; Rachna Dogra and Abhimanu Mohanty, *Proof Readers* and APC office and administrative staff of Department of Education in Science and Mathematics, NCERT also acknowledged.

The efforts of the Publication Department, NCERT, in bringing out this publication are highly appreciated.

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

Chairperson, Advisory Group for Textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, *Emeritus Professor,* Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Pune University, Pune

Chief Advisor

K. Muralidhar, *Professor,* Department of Zoology, University of Delhi, Delhi

Members

Ajit Kumar Kavathekar, *Reader* (Botany), Sri Venkateswara College, University of Delhi, Delhi

B.B.P. Gupta, *Professor,* Department of Zoology, North-Eastern Hill University, Shillong

B.N. Pandey, *Principal,* Ordinance Factory Higher Secondary School, Dehradun

C.V. Shimray, *Lecturer,* Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

Dinesh Kumar, *Reader,* Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

J.P. Gaur, *Professor,* Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi

J.S. Virdi, *Reader,* Department of Microbiology, University of Delhi, South Campus, New Delhi

K. Sarath Chandran, *Reader* (Zoology), Sri Venkateswara College, University of Delhi, Delhi

L.C. Rai, *Professor,* Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi

M.M. Chaturvedi, *Professor,* Department of Zoology, University of Delhi, Delhi

N.V.S.R.K. Prasad, *Reader* (Botany), Sri Venkateswara College, University of Delhi, Delhi

Sangeeta Sharma, *PGT* (Biology), Kendriya Vidyalaya, JNU, New Delhi

Savithri Singh, *Principal,* Acharya Narendra Dev College, University of Delhi, Delhi

Shanti Chandrashekaran, *Principal Scientist,* Division of Genetics, I.A.R.I., New Delhi

Shardendu, *Reader,* Department of Botany, Science College, Patna University, Patna

Simminder K. Thukral, *Assistant Professor,* NIIT Institute of Information Technology, New Delhi

Sunaina Sharma, *Lecturer* (Biology), Rajkiya Pratibha Vikas Vidyalaya, Dwarka, New Delhi

T.R. Rao, *Professor* (Retd.) School of Enviornmental Studies, University of Delhi, Delhi

V.K. Kakaria, *Reader,* Regional Institute of Education, Bhopal

V.V. Anand, *Reader,* Regional Institute of Education, Mysore

Member-coordinator

B.K. Tripathi, *Reader,* Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

പരിഭാഷാശില്‍പശാലയില്‍ പങ്കെടുത്തവര്‍

ഡോ. ശ്രീരഞ്ജിത് കുമാര്‍ സി.വി.
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസര്‍ (സുവോളജി)
ഗവ. വിക്ടോറിയ കോളേജ്, പാലക്കാട്

ഡോ. കെ.എസ്.സാജന്‍
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസര്‍ (സുവോളജി)
എന്‍.എസ്.എസ്.ട്രെയ്നിംഗ് കോളേജ്,
ഒറ്റപ്പാലം, പാലക്കാട്

ഡോ. അനില്‍ കുമാര്‍ വി.എസ്.
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസര്‍ (ബോട്ടണി)
ഗവ. കോളേജ്, കാസര്‍ഗോഡ്

അനില്‍ കുമാര്‍ എം.ആര്‍.
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസര്‍ (മലയാളം),
ശ്രീ നീലകണ്ഠ ഗവ. സംസ്കൃത
കോളേജ്, പട്ടാമ്പി, പാലക്കാട്

ഡോ. ജോസ്കുട്ടി ഇ.ജെ.
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസര്‍ (ബോട്ടണി)
ഗവ. ബ്രണ്ണന്‍ കോളേജ്, തലശേരി,
കണ്ണൂര്‍

ഡോ. മനോ മോഹന്‍ ആന്റണി
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസര്‍ (സുവോളജി)
യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ്,
തിരുവനന്തപുരം

ഫാമില ഇ.ആര്‍.
ഗവ. വി.എച്ച്.എസ്.എസ്. കരകുളം

ഉണ്ണികൃഷ്ണന്‍ എസ്.
ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. വെസ്റ്റ് കല്ലട, കൊല്ലം

ഗീതാറാണി ആര്‍.എസ്.
ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. പൂവത്തൂര്‍, തിരുവനന്തപുരം

ഗീതാനായര്‍ എസ്.
ജി.വി.എച്ച്.എസ്.എസ്. ഫോര്‍ ഗേള്‍സ്,
നടക്കാവ്, കോഴിക്കോട്

ബിജുക്കുട്ടന്‍ എ.കെ.
ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. അയ്യന്‍കോയിക്കല്‍, കൊല്ലം

ബിനോയ് വി.എം.
നവജീവന്‍ എച്ച്.എസ്.എസ്. പെര്‍ടാല, കാസര്‍ഗോഡ്

ശ്രീകുമാരി കെ.ജി.
ബി.എച്ച്.എസ്.എസ്. കരുനാഗപള്ളി, കൊല്ലം

സജിറാണി ആര്‍.
മുഹമ്മദന്‍ ഗവ. എച്ച്.എസ്.എസ്. ഇടത്തറ,
പത്തനാപുരം, കൊല്ലം

സുനില്‍ കുമാര്‍ ആര്‍.
ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. കരുനാഗപള്ളി, കൊല്ലം

ഡോ. ചന്ദ്രകുമാര്‍ കെ.
ജി.പി.എച്ച്.എസ്.എസ്. കുളനട, പത്തനംതിട്ട

അരുണ്‍ രവീന്ദ്രന്‍
ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. പാക്കം, കാസര്‍ഗോഡ്

മടവൂര്‍ ശശി
(റിട്ട. എച്ച്.എസ്.എ), തിരുവനന്തപുരം

അക്കാദമിക് കോഡിനേറ്റര്‍

നിഷി കെ.എ.
റിസര്‍ച്ച് ഓഫീസര്‍, എസ്.സി.ഇ.ആര്‍.ടി. കേരളം

ഉള്ളടക്കം

Q3M1R6

യൂണിറ്റ് VI	പ്രത്യുത്പാദനം	**11 - 88**
അധ്യായം 1 :	പ്രത്യുത്പാദനം ജീവികളിൽ	13
അധ്യായം 2 :	ലൈംഗിക പ്രത്യുത്പാദനം സപുഷ്പികളിൽ	31
അധ്യായം 3 :	പ്രത്യുത്പാദനം മനുഷ്യനിൽ	56
അധ്യായം 4 :	പ്രജനനാരോഗ്യം	76
യൂണിറ്റ് VII	ജനിതകശാസ്ത്രവും പരിണാമവും	**89 - 182**
അധ്യായം 5 :	പാരമ്പര്യത്തിന്റെയും വ്യതിയാനത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങൾ	91
അധ്യായം 6 :	പാരമ്പര്യത്തിന്റെ തൻമാത്രാടിസ്ഥാനം	123
അധ്യായം 7 :	പരിണാമം	159
യൂണിറ്റ് VIII	ജീവശാസ്ത്രം മനുഷ്യനന്മയ്ക്ക്	**183 - 240**
അധ്യായം 8 :	മനുഷ്യരുടെ ആരോഗ്യവും രോഗങ്ങളും	185
അധ്യായം 9 :	ഭക്ഷ്യോത്പാദനം വർധിപ്പിക്കാനുള്ള ഉപായങ്ങൾ	211
അധ്യായം 10 :	സൂക്ഷ്മജീവികൾ മനുഷ്യക്ഷേമത്തിന്	228
യൂണിറ്റ് IX	ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ	**241 - 272**
അധ്യായം 11 :	ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ: തത്വങ്ങളും പ്രക്രിയകളും	243
അധ്യായം 12 :	ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയും അതിന്റെ പ്രയോജനങ്ങളും	261
യൂണിറ്റ് X	പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം	**273 - 352**
അധ്യായം 13 :	ജീവികളും ജീവിഗണവും	275
അധ്യായം 14 :	ആവാസവ്യവസ്ഥ	299
അധ്യായം 15 :	ജൈവവൈവിധ്യവും സംരക്ഷണവും	319
അധ്യായം 16 :	പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങൾ	332

യൂണിറ്റ് VI

പ്രത്യുൽപ്പാദനം (REPRODUCTION)

അധ്യായം 1
പ്രത്യുൽപ്പാദനം ജീവികളിൽ

അധ്യായം 2
ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം - സപുഷ്പികളിൽ

അധ്യായം 3
പ്രത്യുൽപ്പാദനം മനുഷ്യനിൽ

അധ്യായം 4
പ്രജനനാരോഗ്യം

ഭൂമിയിലെ ജീവന്റെ നേർക്കാഴ്ചയാണ് ജീവശാസ്ത്രം. ജീവികൾ മരിക്കുന്നു. എന്നാൽ പ്രകൃത്യാലുള്ള കാരണങ്ങൾകൊണ്ടോ മനുഷ്യരുടെ ഇടപെടലുകൾകൊണ്ടോ മൂലമോ ജീവിവർഗങ്ങൾക്ക് വംശനാശം സംഭവിച്ചില്ലെങ്കിൽ അവ ശതലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ ഭൂമിയിൽ നിലനിൽക്കുന്നു. ജീവിവർഗങ്ങൾ കാലങ്ങളോളം നിലനിൽക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുന്ന പരമപ്രധാനമായ പ്രക്രിയയാണ് പ്രത്യുൽപ്പാദനം. ജീവികൾ ലൈംഗികമോ അലൈംഗികമോ ആയ പ്രക്രിയയിലൂടെ അവയുടെ തലമുറകൾ നിലനിർത്തുന്നു. ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനം വഴി വ്യതിയാനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് ജീവജാലങ്ങളുടെ നിലനിൽപിനുള്ള സാധ്യത വർധിപ്പിക്കുന്നു. ജീവികളിൽ നടക്കുന്ന പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ പൊതു സവിശേഷതകളും തത്വങ്ങളും വിശദീകരിക്കുന്നതോടൊപ്പം സപുഷ്പികളിലെയും മനുഷ്യനിലെയും പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെപ്പറ്റിയും വിശദമായി ഈ യൂണിറ്റിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നു. മനുഷ്യർ പ്രജനനാരോഗ്യം പരിപാലിക്കേണ്ടതിന്റെ ആവശ്യകതയെക്കുറിച്ച്, പ്രജനനാരോഗ്യം പാലിക്കാതിരുന്നാൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന അപകടങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള കാഴ്ചപ്പാടോടുകൂടി അവതരിപ്പിക്കുമ്പോഴാണ് പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ശാസ്ത്രം പൂർണമാകുന്നത്.

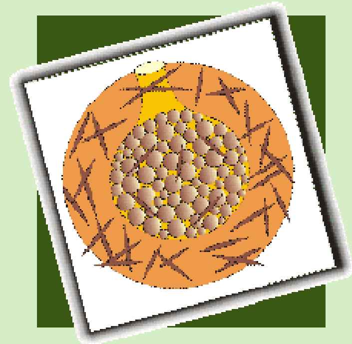
പഞ്ചാനൻ മഹേശ്വരി
(1904–1966)

1904 നവംബർ മാസത്തിൽ രാജസ്ഥാനിലെ ജയ്പൂരിലാണ് പഞ്ചാനൻ മഹേശ്വരി ജനിച്ചത്. അദ്ദേഹം ഇന്ത്യയിൽ മാത്രമല്ല ലോകമെമ്പാടും അറിയപ്പെടുന്ന തരത്തിൽ സസ്യശാസ്ത്രത്തിൽ വ്യക്തിമുദ്ര പതിപ്പിച്ചു. അദ്ദേഹം ഉപരിപഠനത്തിനായി അലഹബാദിലേക്ക് പോവുകയും അവിടെ നിന്ന് D.Sc ബിരുദം നേടുകയും ചെയ്തു. കോളേജ് വിദ്യാഭ്യാസ കാലഘട്ടത്തിൽ അമേരിക്കയിലെ ഒരു മിഷനറി അധ്യാപകനായ ഡോക്ടർ ഡബ്ല്യു. ഡഡ്ജിയോൺ അദ്ദേഹത്തെ വളരെയധികം സ്വാധീനിച്ചു. ഇത് സസ്യശാസ്ത്രത്തിൽ വിശിഷ്യാ ബാഹ്യഘടനാശാസ്ത്രത്തിൽ (Morphology) താൽപര്യം ജനിപ്പിക്കുന്നതിന് കാരണമായി. തന്റെ ശിഷ്യന്മാർ തന്നെക്കാൾ ഉയരത്തിൽ എത്തുമ്പോഴാണ് ഒരധ്യാപകൻ സംതൃപ്തനാകുന്നതെന്ന അധ്യാപകന്റെ വാക്കുകൾ പഞ്ചാനൻ മഹേശ്വരിയെ വളരെയധികം സ്വാധീനിച്ചു. ഇത് അദ്ദേഹത്തിന്റെ തുടർന്നുള്ള ശാസ്ത്രീയ ഗവേഷണങ്ങൾക്ക് പ്രചോദനം നൽകി.

അദ്ദേഹം ഭ്രൂണശാസ്ത്ര സവിശേഷതകളിൽ പരീക്ഷണം നടത്തുകയും വർഗീകരണശാസ്ത്രത്തിൽ (Taxonomy) ഭ്രൂണശാസ്ത്രത്തിന്റെ (Embryology) സാധ്യതകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. ഡൽഹി സർവകലാശാലയിലെ (University of Delhi) സസ്യശാസ്ത്രവിഭാഗത്തെ (Department of Botany) ഭ്രൂണശാസ്ത്രത്തിന്റെയും, ടിഷ്യുകൾച്ചറിന്റെയും മികവിന്റെ കേന്ദ്രമാക്കി ഉയർത്തി. പാകമാകാത്ത ഭ്രൂണത്തിൽ (Embryo) കൃത്രിമ കൾച്ചർ നടത്താനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് തുടക്കം കുറിക്കേണ്ടതിന്റെ ആവശ്യകതയെക്കുറിച്ച് അദ്ദേഹം പ്രതിപാദിച്ചു. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ നാഴികക്കല്ലായി ഇന്ന് ടിഷ്യുകൾച്ചർ മാറിയിട്ടുണ്ട്. അദ്ദേഹം നടത്തിയ ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് ബീജസംയോഗവും (Test tube fertilization) ഇൻട്രാ ഓവറിയൻ പരാഗണവും (Intra ovarian pollination) ലോകശ്രദ്ധ നേടി.

ലണ്ടനിലെ റോയൽ സൊസൈറ്റി (Royal Society of London) യുടെ ഫെല്ലോഷിപ്പ് (FRS) അദ്ദേഹത്തെ തേടിയെത്തി. കൂടാതെ ഇന്ത്യൻ നാഷണൽ സയൻസ് അക്കാദമി, മികവിന്റെ കേന്ദ്രങ്ങളായ മറ്റ് സ്ഥാപനങ്ങൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ നിന്നെല്ലാം നിരവധി പുരസ്കാരങ്ങളും അംഗീകാരവും അദ്ദേഹത്തിന് ലഭിച്ചു. പൊതുവിദ്യാഭ്യാസവും സ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസവും മികവുറ്റതാക്കുന്നതിനായി നിസ്സീമമായ പ്രവർത്തനം അദ്ദേഹം കാഴ്ചവച്ചു. 1964 ൽ എൻ.സി.ഇ.ആർ.ടി ഹയർസെക്കണ്ടറി സ്കൂളുകൾക്കായി പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ആദ്യത്തെ ബയോളജി പാഠപുസ്തകം അദ്ദേഹത്തിന്റെ നേതൃത്വത്തിലാണ് തയാറാക്കിയത്.

അധ്യായം 1

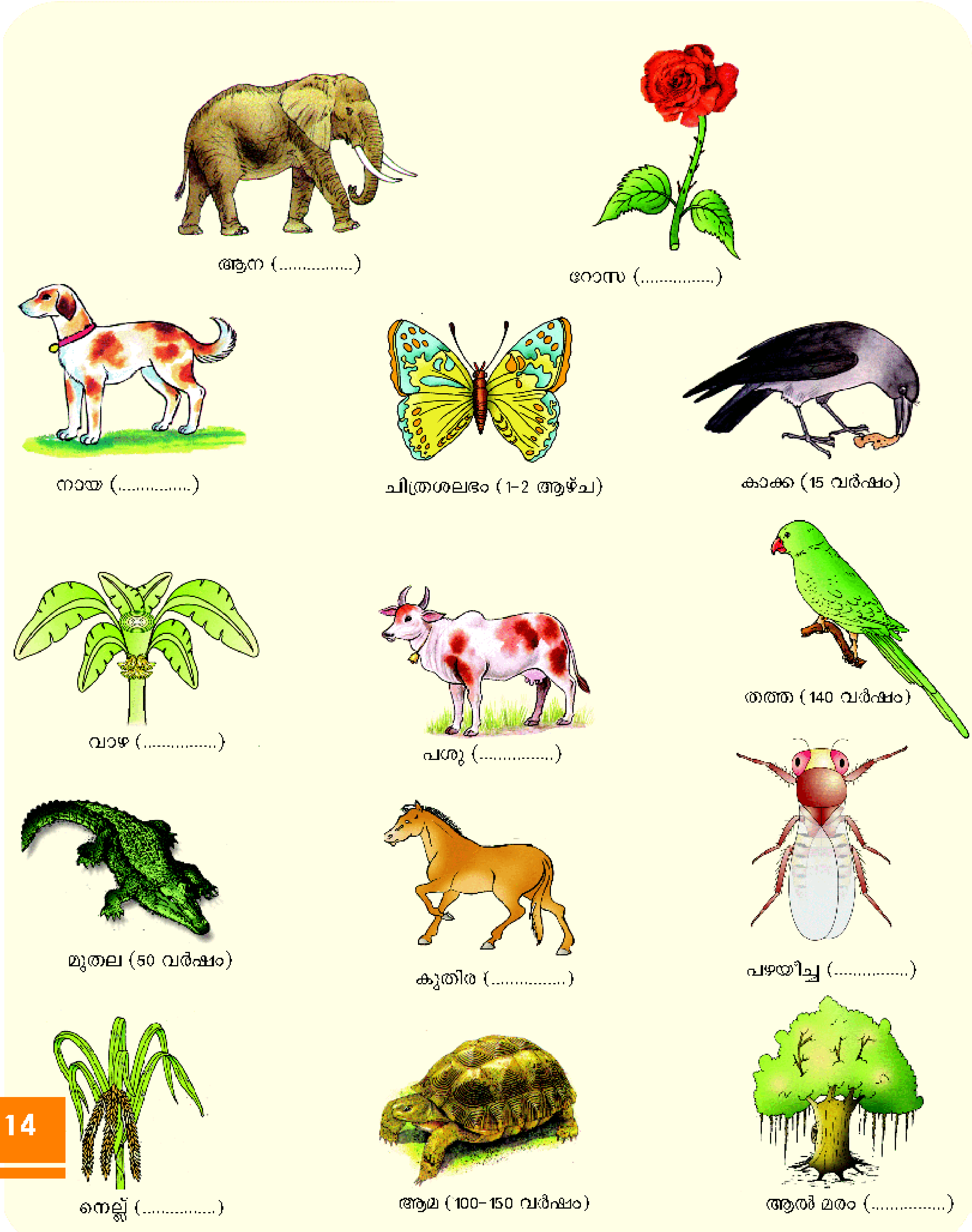


പ്രത്യുൽപാദനം ജീവികളിൽ
(REPRODUCTION IN ORGANISMS)

1.1. അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം

1.2. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം

ജീവജാലങ്ങളാൽ സമൃദ്ധമാണ് ഭൂമി. ഈ ജീവജാലങ്ങൾക്കെല്ലാം ഒരു നിശ്ചിത സമയം വരെ മാത്രമെ ജീവിക്കാൻ കഴിയുകയുള്ളൂ. ഒരു ജീവിയുടെ ജനനം മുതൽ സ്വാഭാവിക മരണം വരെയുള്ള കാലയളവ് **ആയുർദൈർഘ്യം** (Life span) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ചില ജീവികളുടെ ആയുർദൈർഘ്യം ചിത്രം 1.1 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നത് നിരീക്ഷിക്കൂ. ആയുർദൈർഘ്യം നൽകിയിട്ടില്ലാത്ത ജീവികളുടെ ആയുർദൈർഘ്യം കണ്ടെത്തി പൂരിപ്പിക്കൂ. ചിത്രം 1.1 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്ന വിവിധ ജീവികളുടെ ആയുർദൈർഘ്യം പരിശോധിക്കൂ. കുറച്ച് ദിവസങ്ങൾ മുതൽ ആയിരം വർഷങ്ങൾ വരെ ആയുർദൈർഘ്യം ഉള്ള ജീവികൾ ഉണ്ടെന്നുള്ളത് തികച്ചും കൗതുകകരം തന്നെയല്ലേ. ഭൂരിഭാഗം ജീവികളുടെയും പരമാവധി ആയുർദൈർഘ്യം ഈ രണ്ട് കാലയളവിനും ഇടയിലാണ്. ജീവികളുടെ വലുപ്പവും ആയുർദൈർഘ്യവും തമ്മിൽ ബന്ധമില്ല എന്ന വസ്തുത ശ്രദ്ധിച്ചാൽ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. കാക്കയും തത്തയും വലുപ്പത്തിൽ വലിയ വ്യത്യാസമില്ല. എങ്കിലും ആയുർദൈർഘ്യത്തിൽ വലിയ വ്യത്യാസമാണുള്ളത്. അതുപോലെ ആൽമരത്തെക്കാൾ കുറഞ്ഞ ആയുർദൈർഘ്യമാണ് മാവിനുള്ളത്. ആയുർദൈർഘ്യം എത്രതന്നെയാണെങ്കിലും എല്ലാ ജീവികൾക്കും മരണം നിശ്ചയമാണ്. അതായത് ഏകകോശജീവികൾ ഒഴികെയുള്ളവയെല്ലാം മരിക്കും. എന്തുകൊണ്ടാണ് ഏകകോശജീവികൾക്ക് സ്വാഭാവിക മരണം ഇല്ല എന്നു പറയുന്നത്? എത്രയധികം സസ്യജന്തുവർഗങ്ങൾ ആയിരക്കണക്കിന് വർഷങ്ങളോളം ഭൂമിയിൽ നിലനിന്നിരുന്നു എന്നത് നിങ്ങളെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തുന്നുണ്ടാകും. ഇത്തരം തുടർച്ച ഉറപ്പാക്കുന്നതിനായി ജീവികളിൽ ചില പ്രക്രിയകൾ നടക്കുന്നുണ്ട്. പ്രത്യുൽപ്പാദനം എന്ന ആ പ്രക്രിയയെ കുറിച്ച് ഇനി വിശദ

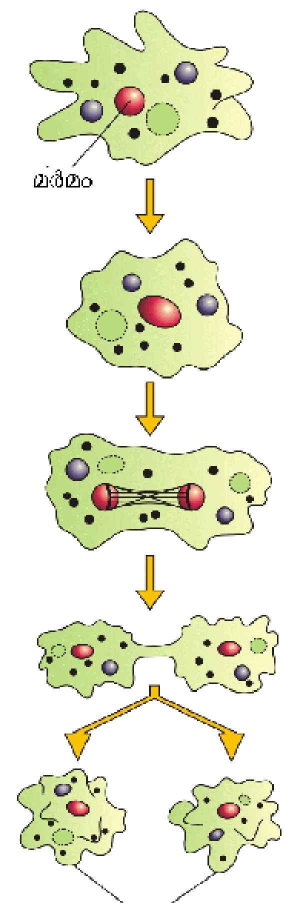


ചിത്രം 1.1 ചില ജീവികളുടെ ഏകദേശം ആയുർദൈർഘ്യം

മായി മനസ്സിലാക്കാം.

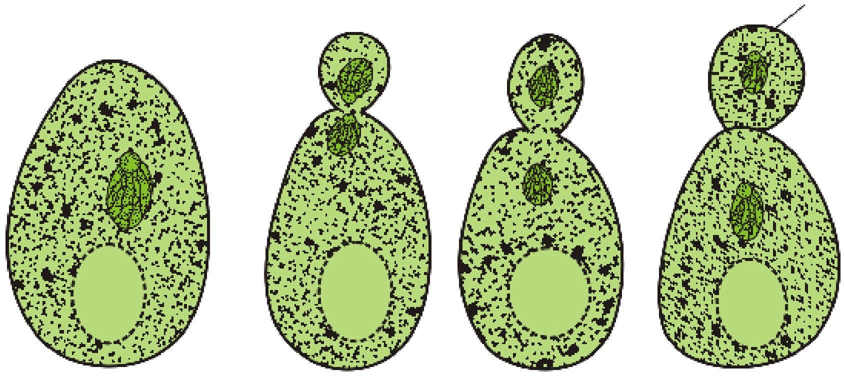
ഒരു ജീവി അതിനോട് സാമ്യമുള്ള സന്താനങ്ങളെ (Offspring) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ജൈവ പ്രക്രിയയെ **പ്രത്യുൽപ്പാദനം** എന്നു പറയുന്നു. സന്താനങ്ങൾ വളർന്ന് വലുതായി അവയും പുതിയ സന്താനങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ ജനനം, വളർച്ച, മരണം എന്നിവ ചാക്രികമാണ്. ജീവിവർഗങ്ങളുടെ തുടർച്ച തലമുറകളോളം ഉറപ്പാക്കുന്നതിന് പ്രത്യുൽപ്പാദനം സഹായകമാകുന്നു. പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിലൂടെ ജനിതക വ്യതിയാനവും പാരമ്പര്യപ്രേഷണവും സംഭവിക്കുന്നതെങ്ങനെ എന്ന് പാരമ്പര്യത്തിന്റെയും വ്യതിയാനത്തിന്റെയും തത്വങ്ങൾ (Principles of inheritance and variation) എന്ന 5-ാം അധ്യായത്തിൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കും.

ജൈവലോകത്തിൽ വളരെയധികം വൈവിധ്യങ്ങളുണ്ട്. ഓരോ ജീവിയും വിഭജിക്കുന്നതിനും കുഞ്ഞുങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനുമായി അവയുടെതായ രീതികൾ രൂപപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഒരു ജീവി എങ്ങനെ പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തണമെന്ന് തീരുമാനിക്കുന്നത് ആ ജീവിയുടെ ആവാസം, ശാരീരിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ, മറ്റുപല ഘടകങ്ങൾ എന്നിവ ചേർന്നാണ്. പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്നത് ഒരു ജീവിയാണോ അതോ രണ്ട് ജീവികളാണോ എന്നതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു ജീവിമാത്രം ഉൾപ്പെടുന്നതും ബീജകോശരൂപീകരണം നടക്കുകയോ നടക്കാതിരിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നതുവഴി ഒരു പുതിയ ജീവി ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം** (Asexual reproduction). വ്യത്യസ്ത ലിംഗത്തിലുള്ള രണ്ട് ജീവികൾ പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുകയും ആൺപെൺ ബീജകോശങ്ങൾ സംയോജിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതരത്തിലുള്ള പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ **ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം** (Sexual reproduction) എന്നുപറയുന്നു.



1.1. അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം

ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഒരു ജീവിയിൽ നിന്നുമാണ് സന്താനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. അതിനാൽ സന്താനങ്ങൾ തമ്മിൽ സാമ്യമുണ്ടായിരിക്കും. മാത്രവുമല്ല പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തിയ ജീവിയുടെ തനിപ്പകർപ്പുതന്നെയായിരിക്കും അവയുടെ സന്താനങ്ങളും. ഇത്തരം ജീവികൾ തമ്മിൽ ജനിതകപരമായി സാമ്യമാണോ വ്യത്യാസമാണോ ഉണ്ടാകുന്നത്? ഇത്തരത്തിൽ ബാഹ്യഘടനയിലും ജനിതകഘടനയിലും സാമ്യമുള്ള സന്താനങ്ങളെ **ക്ലോൺ** (Clone) എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു.



ചിത്രം 1.2 ഏകകോശജീവിയിലെ കോശവിഭജനം (a) യീസ്റ്റിലെ മുകുളനം (Budding) (b) അമീബയിലെ ദ്വിവിഭജനം (Binary fission).

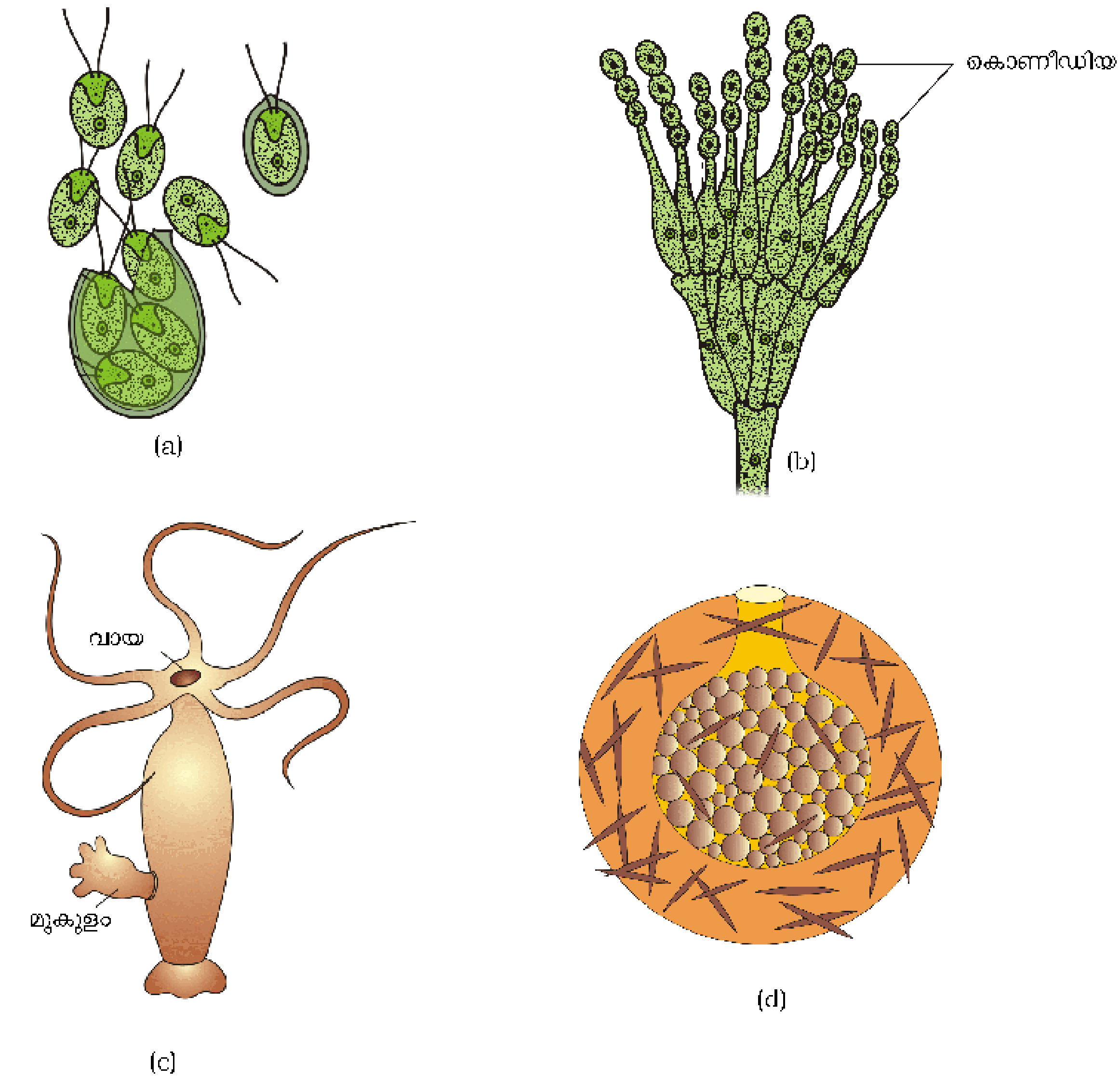
അമീബ, യീസ്റ്റ് എന്നിവയിലെ അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദന പ്രക്രിയകളുടെ ചിത്രങ്ങൾ/ വീഡിയോ നിരീക്ഷിച്ച് കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ.

വ്യത്യസ്ത വിഭാഗം ജീവികളിൽ അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം സർവസാധാരണമാണ്. ഏകകോശജീവികൾ, ലഘുഘടനയുള്ള സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ എന്നിവയിൽ സാധാരണയായി അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനമാണ് നടക്കുന്നത്. പ്രോട്ടിസ്റ്റ, മൊണീറ എന്നിവയിൽ ജീവി അല്ലെങ്കിൽ മാതൃകോശം രണ്ടായി വിഭജിചിക്കപ്പെട്ട് പുതിയ ജീവികൾ ഉണ്ടാകുന്നു (ചിത്രം 1.2). അതിനാൽ ഇത്തരം ജീവികളിൽ **കോശവിഭജനമാണ്** പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനുള്ള ഒരു മാർഗം. പല ഏകകോശജീവികളും **ദ്വിവിഭജനം** (Binary fission) വഴിയാണ് പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്നത്. ഇവിടെ ഒരു കോശം രണ്ട് തുല്യപകുതികളായി വിഭജിക്കപ്പെടുന്നു. ഓരോന്നും വളർന്ന് ജീവികളാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി **അമീബ, പാരമീസിയം** *(Amoeba, Paramecium)* എന്നിവ. യീസ്റ്റിൽ തുല്യമല്ലാത്ത വിഭജനമാണ് നടക്കുന്നത്. തുടക്കത്തിൽ മാതൃകോശത്തോട് ചേർന്ന് ചെറിയ **മുകുളങ്ങൾ** (Buds) രൂപപ്പെടുന്നു. ക്രമേണ ഇവ മാതൃകോശത്തിൽ നിന്ന് വേർപെട്ട് പുതിയ യീസ്റ്റുകളായി (കോശങ്ങളായി) വളരുന്നു.

പ്രതികൂല കാലാവസ്ഥയിൽ അമീബ അതിന്റെ കപടപാദങ്ങൾ ഉൾവലിക്കുന്നു. തുടർന്ന് അതിന് ചുറ്റുമായി മൂന്ന് പാളികളുള്ള **കട്ടിയുള്ള ഒരു ആവരണം അഥവാ സിസ്റ്റ്** (Cyst) നിർമിക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ **എൻസിസ്റ്റേഷൻ** (Encystation) എന്നുപറയുന്നു. കാലാവസ്ഥ അനുകൂലമാകുമ്പോൾ ആവരണം രൂപപ്പെട്ട അമീബ **ബഹുവിഭജനം** (Multiple fission) വഴി സൂക്ഷ്മമായ അമീബകളെ അഥവാ സ്യൂഡോപോഡിയോസ്പോറുകളെ (Pseudopodiospores) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. തുടർന്ന് സിസ്റ്റിന്റെ ഭിത്തി പൊട്ടുകയും സ്പോറുകൾ ചുറ്റുപാടിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ **സ്പോറുലേഷൻ** (Sporulation) എന്നുപറയുന്നു.

ചില ജീവികളിൽ ശരീരം പല കഷണങ്ങളായി മുറിയുന്നു. ഓരോ കഷണവും വളർന്ന് വലുതാകുകയും പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. (ഉദാ: ഹൈഡ്ര). ഈ അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദന രീതിയെ കഷണങ്ങളാകൽ (Fragmentation) എന്നുപറയുന്നു.

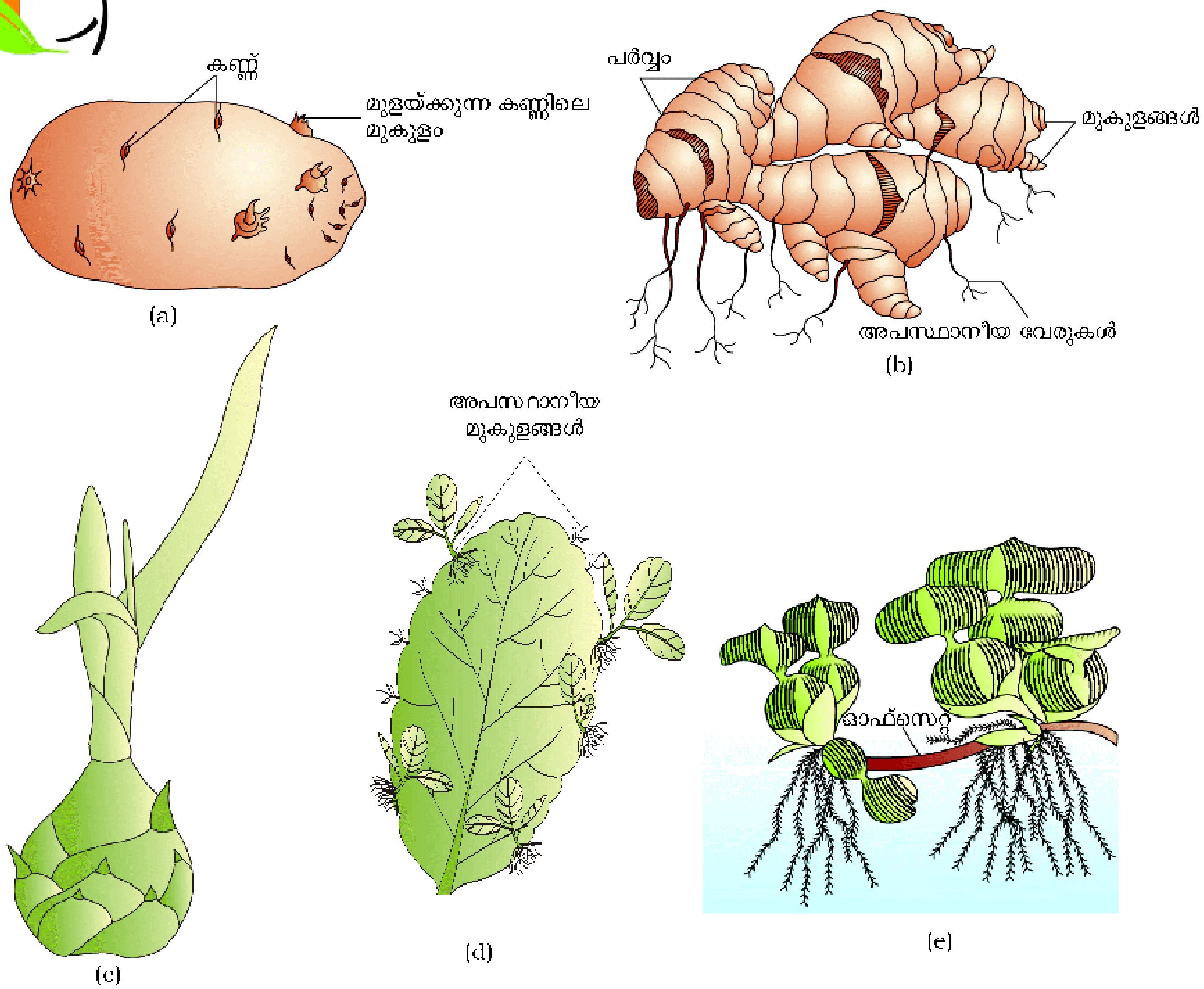
കിംഗ്ഡം ഫൻജൈയിലെ (Fungi) ജീവികളും ലഘുഘടനയുള്ള സസ്യങ്ങളായ ആൽഗകളും സവിശേഷ ഘടനയുള്ള അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദന ഭാഗങ്ങൾ വഴിയാണ് പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്നത്. ഇവയിൽ സാധാരണയായി ഉണ്ടാകുന്നത് ചലനശേഷിയുള്ള സൂക്ഷ്മഘടനകളായ **സ്വചലരേണുക്കൾ** (Zoospores) ആണ്. സാധാരണയായി കാണപ്പെടുന്ന മറ്റു അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനഘടനകളാണ് (ഭാഗങ്ങളാണ്) **കൊണീഡിയ** (Condia) ഉദാ: *പെനിസീലിയം* (*Penicillium*), **മുകുളങ്ങൾ** (Buds) ഉദാ: ഹൈഡ്ര (*Hydra*), **ജെമ്യൂളുകൾ** (Gemmules) ഉദാ: സ്പോഞ്ച് (*Sponge*) എന്നിവ. ചിത്രം 1.3 നിരീക്ഷിച്ച് വ്യത്യസ്ത അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദന ഘടനകളെ പരിചയപ്പെടൂ.



ചിത്രം 1.3 അലൈംഗിക പ്രത്യുത്പ്പാദന ഭാഗങ്ങൾ (a) ക്ലാമിഡോമോണസിലെ സ്വചലരേണുക്കൾ (b) പെനിസീലിയത്തിലെ കൊണീഡിയ (c) ഹൈഡ്രയിലെ മുകുളങ്ങൾ (d) സ്പോഞ്ചിലെ ജെമ്മ്യൂളുകൾ

സസ്യങ്ങളിലെ കായികപ്രജനനത്തെ (Vegetative reproduction) കുറിച്ച് പതിനൊന്നാം ക്ലാസിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചു. കായികപ്രജനനം ഒരു തരത്തിലുള്ള അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനമായി നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ? അങ്ങനെ പറയാൻ കഴിയുമോ? കായിക പ്രജനനത്തിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന പുതിയ സസ്യങ്ങൾക്കും ക്ലോൺ എന്ന പദം സ്വീകാര്യമാണോ?

ജന്തുകൾക്കും ലഘുഘടനയുള്ള ജീവികൾക്കും അലൈംഗികം എന്ന പദം സംശയലേശമെന്യേ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. എന്നാൽ സസ്യങ്ങളിൽ **കായികപ്രജനനം** (Vegetative propagation) എന്ന വാക്കാണ് സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. സസ്യങ്ങളിലെ കായിക പ്രജനനഭാഗങ്ങളായ റണ്ണർ (Runner), റൈസോം (Rhizome), സക്കർ (Sucker), ട്യൂബർ (Tuber), ഓഫ്സെറ്റ് (Offset), ബൾബ് (Bulb) എന്നിവയ്ക്ക് പുതിയ സസ്യങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട് (ചിത്രം 1.4). ഇത്തരം ഭാഗങ്ങളെ



ചിത്രം 1.4 ആവൃതബീജികളിലെ കായികപ്രജനന ഭാഗങ്ങൾ
(a) ഉരുളകിഴങ്ങിലെ കണ്ണ് (b) ഇഞ്ചിയുടെ റൈസോം (c) അഗേവിന്റെ ബൾബിൽ (d) ഇലമുളച്ചിയുടെ *(Bryophyllum)* ഇലയിലെ മുകുളങ്ങൾ (e) കുളവാഴയുടെ ഓഫ്സെറ്റ്

കായികപ്രജനന ഭാഗങ്ങൾ എന്നുപറുന്നു. ഇത്തരം ഭാഗങ്ങളുടെ രൂപീകരണത്തിൽ രണ്ട് ജീവികൾ ഉൾപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്തതിനാൽ ഇതൊരു അലൈംഗിക പ്രക്രിയയാണ്. *ഈ കായികപ്രജനന ഭാഗങ്ങൾ ശേഖരിക്കൂ. അവയെ ക്ലാസ് മുറിയിൽ വച്ച് നിരീക്ഷിക്കൂ. ചിത്രം 1.4 മായി താരതമ്യം ചെയ്ത് കുറിപ്പ് തയാറാക്കി അവതരിപ്പിക്കൂ. ചിത്രങ്ങളും കുറിപ്പും പ്രാക്ടിക്കൽ പുസ്തകത്തിലും രേഖപ്പെടുത്തൂ.*

ജലാശയങ്ങളിലെ ശല്യക്കാരൻ (Scourge of water bodies) അഥവാ ബംഗാളിന്റെ പേടിസ്വപ്നം (Terror of Bengal) എന്നറിയപ്പെടുന്ന സസ്യത്തെ കുറിച്ച് നിങ്ങൾ കേട്ടിട്ടുണ്ടാകും. ഇത് മറ്റൊന്നുമല്ല, കുളവാഴ (Water hyacinth) എന്ന ജലസസ്യമാണ്. കെട്ടിക്കിടക്കുന്ന ജലത്തിൽ വളരുന്ന ഈ സസ്യം ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട അധിനിവേശ കളയാണ് (Invasive weed). ഇത് ജലത്തിലെ ഓക്സിജൻ കുറയാൻ കാരണമാകുകയും അത് വഴി മത്സ്യങ്ങളുടെ മരണത്തിന് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെ കുറിച്ച് കൂടുതലായി 13, 14 എന്നീ അധ്യായങ്ങളിൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കും. ഈ സസ്യത്തെ ഇന്ത്യയിലേക്ക് കൊണ്ട് വന്നത് അതിന്റെ പൂക്കളുടെ മനോഹാരിതയും ഇലകളുടെ ആകൃതിയും കണ്ടിട്ടാണെന്നത് രസകരമായ വസ്തുതയാണ്. വളരെ വേഗത്തിൽ കായിക

പ്രജനനം നടത്തി ചുരുങ്ങിയ സമയംകൊണ്ട് എല്ലായിടത്തേക്കും വ്യാപിക്കുന്നതിനാൽ ഈ സസ്യത്തെ നശിപ്പിച്ച് കളയാൻ പ്രയാസകരമാണ്.

ഉരുളക്കിഴങ്ങ്, കരിമ്പ്, വാഴ, ഇഞ്ചി, ഡാലിയ തുടങ്ങിയ സസ്യങ്ങൾ എങ്ങനെയാണ് കൃഷിചെയ്യുന്നത് എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? ഉരുളക്കിഴങ്ങിന്റെ (Potato tuber) മുകുളങ്ങളിൽ (Eyes എന്നറിയപ്പെടുന്നു) നിന്നും, വാഴയുടെയും ഇഞ്ചിയുടെയും റൈസോമിൽ നിന്നും പുതിയ ചെടികൾ ഉണ്ടാകുന്നത് നിങ്ങൾ കണ്ടിട്ടുണ്ടോ? ഈ സസ്യങ്ങളിൽ എവിടെ നിന്നാണ് പുതിയ ചെടികൾ ഉണ്ടാകുന്നതെന്ന് നിരീക്ഷിക്കൂ. രൂപാന്തരം പ്രാപിച്ച കാണ്ഡങ്ങളുടെ **പർവങ്ങളിൽ** (Nodes) നിന്ന് പുതിയ ചെടികൾ ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാവുന്നതാണ്. ഈ നോഡുകൾ ജലവുമായി അല്ലെങ്കിൽ ഈർപ്പമുള്ള മണ്ണുമായി സമ്പർക്കത്തിൽ വരുമ്പോൾ അവയിൽ നിന്ന് വേരും പുതിയ ചെടികളും ഉണ്ടാകുന്നു. അതുപോലെ ഇലമുളച്ചിയുടെ (Bryophyllum) ഇലയുടെ അരികിലുള്ള കുഴിഞ്ഞ ഭാഗങ്ങളിൽ (Notches) നിന്നും **അപസ്ഥാനീയമുകുളങ്ങൾ** (Adventitious buds) ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരം സസ്യങ്ങളെ വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനായി കർഷകരും പൂന്തോട്ടകൃഷിക്കാരും സസ്യങ്ങളുടെ ഈ കഴിവ് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

ലഘുഘടനയുള്ള ജീവികളായ ആൽഗ, ഫംഗസ് എന്നിവയിൽ സാധാരണയായി നടക്കുന്നത് അലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനമാണ്. എന്നാൽ പ്രതികൂല കാലാവസ്ഥ ആരംഭിക്കുന്നതിന് മുൻപ് ഇവ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്നു. ഇത്തരം ജീവികൾക്ക് പ്രതികൂല കാലാവസ്ഥയിൽ ജീവിക്കുന്നതിന് ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം എങ്ങനെ സഹായകരമാകുന്നുവെന്ന് കണ്ടെത്തൂ. എന്തുകൊണ്ടാണ് ഇത്തരം സാഹചര്യങ്ങളിൽ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം അനുകൂലമാകുന്നത്? *ചർച്ച ചെയ്ത് കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ.* ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ അലൈംഗിക (കായിക) പ്രത്യുൽപ്പാദനവും ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനവും നടക്കുന്നു. എന്നാൽ മിക്കവാറും എല്ലാ ജന്തുക്കളിലും ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനമാണ് നടക്കുന്നത്

1.2 ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ ഒരു ജീവിയിൽ നിന്നോ വ്യത്യസ്ത ലിംഗത്തിലുള്ള രണ്ട് ജീവികളിൽ നിന്നോ ആൺ-പെൺ ബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ബീജങ്ങൾ സംയോജിച്ച് **സിക്താണ്ഡം** (Zygote) ഉണ്ടാകുകയും ഇതിൽ നിന്നും സന്താനം ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ദൈർഘ്യമേറിയതും സങ്കീർണവും സാവധാനത്തിൽ നടക്കുന്നതുമാണ്. ആൺ-പെൺ ബീജങ്ങളുടെ സംയോജനം നടക്കുന്നതിനാൽ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം വഴി ഉണ്ടാകുന്ന പുതിയ ജീവികൾ തമ്മിൽതമ്മിലോ മാതൃജീവികളുമായോ സാദൃശ്യം ഉണ്ടായിരിക്കില്ല.

വ്യത്യസ്ത ജീവികളായ സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ, ഫംഗസുകൾ എന്നിവ ബാഹ്യഘടനയിലും ആന്തരഘടനയിലും ശാരീരിക പ്രവർത്തനങ്ങളിലും വളരെയധികം വ്യത്യസ്തതകൾ പുലർത്തുന്നു. എന്നാൽ ഇവയിൽ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനപ്രക്രിയ ഏകദേശം ഒരേ രീതിയിലാണ് നടക്കുന്നത് എന്നുള്ളത് അതിശയകരമാണ്. ഇത്തരം വ്യത്യസ്ത ജീവികൾക്ക് എന്തൊക്കെ സവിശേഷതകളാണ് പൊതുവായിട്ടുള്ളത് എന്ന് നോക്കാം.

എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളും ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന് മുൻപായി വളർച്ചയുടെ ഒരു പ്രത്യേക ഘട്ടത്തിൽ എത്തിയിരിക്കണം. വളർച്ച നടക്കുന്ന ഈ ആദ്യഘട്ടത്തെ **ബാല്യകാലം** (Juvenile phase) എന്നുപറയുന്നു. സസ്യങ്ങളിൽ ഈ ഘട്ടം **കായികവളർച്ചാഘട്ടം** (Vegetative phase) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിന്റെ ദൈർഘ്യം വിവിധ ജീവികളിൽ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും.

ജുവനൈൽ/കായികവളർച്ചാഘട്ടം അവസാനിക്കുന്നതോടെ പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടം ആരംഭിക്കുന്നു. ഉയർന്നതലത്തിലുള്ള സസ്യങ്ങൾ പൂക്കൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ ഈ ഘട്ടം വ്യക്തമായി കാണാവുന്നതാണ്.

ബന്തി (Marigold), നെല്ല്, ഗോതമ്പ്, തെങ്ങ്, മാവ് എന്നീ സസ്യങ്ങൾ പൂക്കൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഘട്ടത്തിൽ എത്താൻ എത്രകാലം എടുക്കും? ചില സസ്യങ്ങൾ ഒന്നിൽ കൂടുതൽ തവണ പൂക്കൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം സസ്യങ്ങളിലെ പുഷ്പിക്കലിന്റെ ഇടവേളകൾ കായികവളർച്ചാഘട്ടം എന്നാണോ പ്രത്യുൽപ്പാദന ഘട്ടം എന്നാണോ അറിയപ്പെടുന്നത്?

നിങ്ങളുടെ പ്രദേശത്തുള്ള ചില വൃക്ഷങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുക. ഇവയെല്ലാം വർഷാവർഷം ഒരേ മാസത്തിലാണോ പുഷ്പിക്കുന്നത്? മാങ്ങ, ആപ്പിൾ, ചക്ക തുടങ്ങിയ ഫലങ്ങൾ ഏതെങ്കിലും സീസണിൽ മാത്രമാണോ ലഭ്യമാകുന്നത്? വർഷത്തിൽ എല്ലാ സമയത്തും പൂക്കുന്ന സസ്യങ്ങളും വർഷത്തിൽ ചില പ്രത്യേക സീസണിൽ മാത്രം പൂക്കുന്ന സസ്യങ്ങളും ഇല്ലേ? **ഏകവർഷികൾ** (Annuals), **ദ്വിവർഷികൾ** (Biennials) എന്നീ വിഭാഗത്തിലുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ വ്യക്തമായ കായികവളർച്ചാഘട്ടം, പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടം, **വാർധക്യഘട്ടം** (Senescence phase) എന്നിവ കാണാവുന്നതാണ്. എന്നാൽ **ബഹുവർഷികളായ** (Perennials) സസ്യങ്ങളിൽ ഈ ഘട്ടങ്ങളെ വ്യക്തമായി വേർതിരിക്കാൻ കഴിയില്ല. ചില സസ്യങ്ങളിൽ അസാധാരണമായ പുഷ്പിക്കൽ രീതി കാണപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണമായി മുള അവയുടെ ജീവിതത്തിൽ ഒരു പ്രാവശ്യം മാത്രമേ പുഷ്പിക്കുന്നുള്ളൂ. സാധാരണയായി 50 മുതൽ 100 വർഷങ്ങൾ വരെയുള്ള കാലയളവിലാണ് ഇവ പുഷ്പിക്കുന്നത്. തത്ഫലമായി ധാരാളം ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുകയും തുടർന്ന് നശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മറ്റൊരു സസ്യമായ *സ്ട്രോബിലാന്തസ് കുന്തിയാന (Strobilanthes kunthiana* എന്ന നീലക്കുറിഞ്ഞി) 12 വർഷത്തിൽ ഒരിക്കൽ മാത്രമാണ് പുഷ്പിക്കുന്നത് (ചിത്രം 1.5). 2006 സെപ്തംബർ-ഒക്ടോബർ മാസങ്ങളിൽ ഇവ പൂവിട്ടതായി നിങ്ങൾക്കറിയാം. കേരളം, കർണാടകം, തമിഴ്നാട് എന്നിവിടങ്ങളിലെ വിശാലമായ കുന്നിൻ ചെരുവുകളിൽ ഇവ പൂവിട്ടപ്പോൾ അവിടമാകെ നീലനിറം ചാലിച്ചതുപോലെയായി. ഇത് അനേകം വിനോദസഞ്ചാരികളെ ആകർഷിച്ചു. ജന്തുക്കളിൽ ബാല്യകാലത്തെ തുടർന്ന് പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടം ആരംഭിക്കുന്നു. ഇതിന് മുന്നോടിയായി ബാഹ്യഘടനാപരമായും ശാരീരികപ്രവർത്തനപരമായും വ്യത്യാസങ്ങൾ പ്രകടമാകുന്നു. വിവിധ ജീവികളിലെ പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടത്തിന്റെ ദൈർഘ്യത്തിലും വ്യത്യാസമുണ്ടായിരിക്കും.

ചിത്രം 1.5 നീലക്കുറിഞ്ഞി

പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടത്തിലെത്തുമ്പോൾ മനുഷ്യനിൽ ചില മാറ്റങ്ങൾ പ്രകടമാകുന്നു എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാം. അത്തരം മാറ്റങ്ങൾ ലിസ്റ്റു ചെയ്യൂ.

ജന്തുക്കൾ, ഉദാഹരണമായി പക്ഷികൾ, വർഷത്തിൽ ഉടനീളം മുട്ട ഇടാറുണ്ടോ? അതോ, ഒരു പ്രത്യേക സീസണിൽ മാത്രം നടക്കുന്ന പ്രതിഭാസമാണോ ഇത്? തവള, പല്ലി തുടങ്ങിയ മറ്റു ജീവികളുടെ കാര്യത്തിലോ? പ്രകൃതിയിൽ (സ്വാഭാവിക ചുറ്റുപാടിൽ) കാണപ്പെടുന്ന പക്ഷികൾ ചില പ്രത്യേക സീസണിൽ മാത്രമാണ് മുട്ടയിടുന്നത് എന്ന് നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടാകും. എന്നാൽ മനുഷ്യൻ വളർത്തുന്ന പക്ഷികൾ (കോഴിവളർത്തൽ കേന്ദ്രം പോലെയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ) വർഷം മുഴുവനും മുട്ടയിടും. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനായല്ല മുട്ടയിടുന്നത്,

മറിച്ച് മനുഷ്യന്റെ ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേറ്റാനുള്ള ചൂഷണത്തിന്റെ ഫലമായിട്ടാണ്. പ്ലാസന്റയുള്ള സസ്തനികളിലെ പെൺജീവികൾ പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടത്തിൽ അണ്ഡാശയങ്ങൾ, സഹായക നാളികൾ (Accessory ducts), ഹോർമോണുകൾ എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി ചാക്രികമായ മാറ്റങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. പ്രൈമേറ്റുകളല്ലാത്ത സസ്തനികളായ പശു, ചെമ്മരിയാട്, എലി, മാൻ, നായ, കടുവ തുടങ്ങിയവയിൽ പ്രത്യുൽപ്പാദനസമയത്ത് നടക്കുന്ന ഇത്തരം ചാക്രിക മാറ്റങ്ങളെ **ഈസ്ട്രസ്ചക്രം** (Oestrus cycle) എന്നുപറയുന്നു. എന്നാൽ കുരങ്ങ്, ആൾക്കുരങ്ങ്, മനുഷ്യൻ തുടങ്ങിയ പ്രൈമേറ്റുകളിൽ നടക്കുന്ന ഇത്തരം മാറ്റങ്ങളെ **ആർത്തവചക്രം** (Menstrual cycle) എന്നുപറയുന്നു. പ്രകൃത്യായുള്ള വന്യമായ സാഹചര്യങ്ങളിൽ (Wild condition) ജീവിക്കുന്ന പല സസ്തനികളിലും പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടത്തിൽ അനുകൂലമായ കാലങ്ങളിൽ മാത്രമാണ് ഇത്തരം മാറ്റങ്ങൾ പ്രകടമാകുന്നത്. അതിനാൽ അവയെ **സീസണൽ ബ്രീഡർ** (Seasonal breeders) എന്നുപറയുന്നു. എന്നാൽ ഭൂരിഭാഗം സസ്തനികളും അവയുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദന ഘട്ടത്തിലുടനീളം പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്താൻ കഴിവുള്ളവയാണ്. അതിനാൽ അവ **കണ്ടിന്യുവസ് ബ്രീഡർ** (Continuous breeder) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

വളരെ നാൾ ജീവിക്കുകയാണെങ്കിൽ നമുക്കെല്ലാം വയസ്സാകും എന്നത് ഒരു യാഥാർഥ്യമാണ്. വയസ്സാകുക എന്നത് കൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നതെന്താണ്? പ്രത്യുൽപ്പാദനഘട്ടം അവസാനിക്കുന്നത് വയസ്സാകുന്നതിന്റെ ഒരു അളവുകോൽ ആയിക്കണക്കാക്കാം. ആയുസ്സിന്റെ അവസാനഘട്ടത്തിൽ അനിവാര്യമായ ചില മാറ്റങ്ങൾ ശരീരത്തിലുണ്ടാകുന്നു (ഉപാപചയ നിരക്ക് കുറയുന്നത് പോലുള്ളവ). വാർധക്യം മരണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു.

സസ്യങ്ങളിലും ജന്തുക്കളിലും നടക്കുന്ന ഘട്ടംഘട്ടമായുള്ള മാറ്റങ്ങൾക്ക് കാരണം ഹോർമോണുകളാണ്. ഹോർമോണുകളും ചില പാരിസ്ഥിതിക ഘടകങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധമാണ് ജീവികളിലെ പ്രത്യുൽപ്പാദന പ്രക്രിയയെയും അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചില പെരുമാറ്റരീതികളെയും നിയന്ത്രിക്കുന്നത്.

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഘട്ടങ്ങൾ (Events in sexual reproduction)

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്ന എല്ലാ ജീവികളിലും പൂർണ വളർച്ചയെത്തുമ്പോൾ നടക്കുന്ന പ്രക്രിയകളിൽ അടിസ്ഥാനപരമായ സമാനതകളുണ്ട്. എന്നാൽ ഇവയുടെ ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട അവയവങ്ങൾക്ക് വളരെയധികം വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ട്.

ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഘട്ടങ്ങൾ സങ്കീർണവും ദൈർഘ്യമേറിയതും ആണെങ്കിലും കൃത്യമായ ക്രമം പാലിക്കുന്നു. ആൺ-പെൺ ബീജങ്ങളുടെ സംയോഗം (ബീജസംയോഗം), സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ രൂപീകരണം, ഭ്രൂണോൽപ്പാദനം എന്നിവ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ സവിശേഷതകളാണ്. ഈ പ്രക്രിയകളെ സൗകര്യാർഥം ബീജസംയോഗത്തിനുമുമ്പുള്ള ഘട്ടം (Pre-fertilisation events), ബീജസംയോഗഘട്ടം (Fertilisation), ബീജസംയോഗത്തിനുശേഷമുള്ള ഘട്ടം (Post fertilisation events) എന്നിങ്ങനെ മൂന്ന് പ്രത്യേക ഘട്ടങ്ങളായി തരംതിരിക്കാം.

1.2.1 ബീജസംയോഗത്തിനുമുമ്പുള്ള ഘട്ടങ്ങൾ (Pre-fertilisation events)

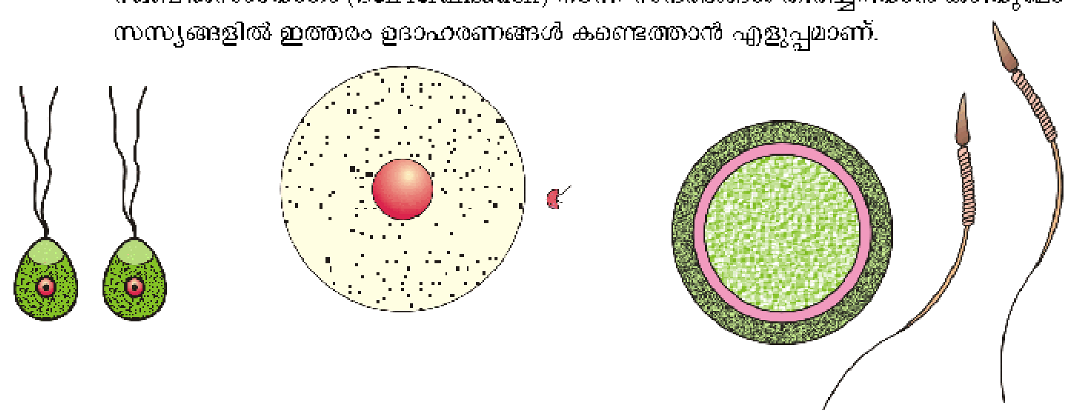
ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ ബീജങ്ങളുടെ സംയോഗത്തിനു മുൻപ് നടക്കുന്ന എല്ലാ പ്രക്രിയകളും ഇതിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. ബീജസംയോഗത്തിന് മുമ്പുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രക്രിയകളാണ് ബീജങ്ങളുടെ രൂപീകരണം (Gametogenesis), ബീജങ്ങളുടെ കൈമാറ്റം (Gamete transfer) എന്നിവ.

1.2.1.1 ബീജങ്ങളുടെ രൂപീകരണം (Gametogenesis)

പുംബീജത്തിന്റെയും സ്ത്രീബീജത്തിന്റെയും രൂപീകരണ പ്രക്രിയയായ ഗാമിറ്റോജനിസിസിനെ കുറിച്ച് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ബീജങ്ങൾ ഏകപ്ലോയ്ഡ് (Haploid) കോശങ്ങളാണ്. ചില ആൽഗകളിൽ രണ്ട് ബീജങ്ങളും ബാഹ്യഘടനയിൽ ഒരു പോലെയിരിക്കും. അവയെ പുംബീജം എന്നും സ്ത്രീബിജം എന്നും വേർതിരിക്കാൻ കഴിയില്ല. അതിനാൽ അവയെ ഹോമോഗാമീറ്റുകൾ (Homogametes) അഥവാ ഐസോഗാമീറ്റുകൾ (Isogametes) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചിത്രം 1.6 a നിരീക്ഷിക്കൂ. എന്നാൽ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്ന ഭൂരിഭാഗം ജീവകളിലും ബാഹ്യഘടനയിൽ കൃത്യമായ വ്യത്യാസമുള്ള രണ്ടു തരം ബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവയെ ഹെറ്ററോഗാമീറ്റുകൾ (Heterogametes) എന്നുപറയുന്നു. ഇത്തരം ജീവികളിലെ പുംബീജം ആന്തറോസോയ്ഡ് (Antherozoid) അല്ലെങ്കിൽ സ്പേം (Sperm) എന്നും സ്ത്രീബീജം അണ്ഡം (Egg or Ovum) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. *ചിത്രം 1.6 നിരീക്ഷിച്ച് ഗാമീറ്റുകളിലെ വൈവിധ്യം തിരിച്ചറിയൂ. കുറിപ്പ് തയാറാക്കി അവതരിപ്പിക്കൂ.*

ലിംഗത്വം – ജീവികളിൽ (Sexuality in organisms)

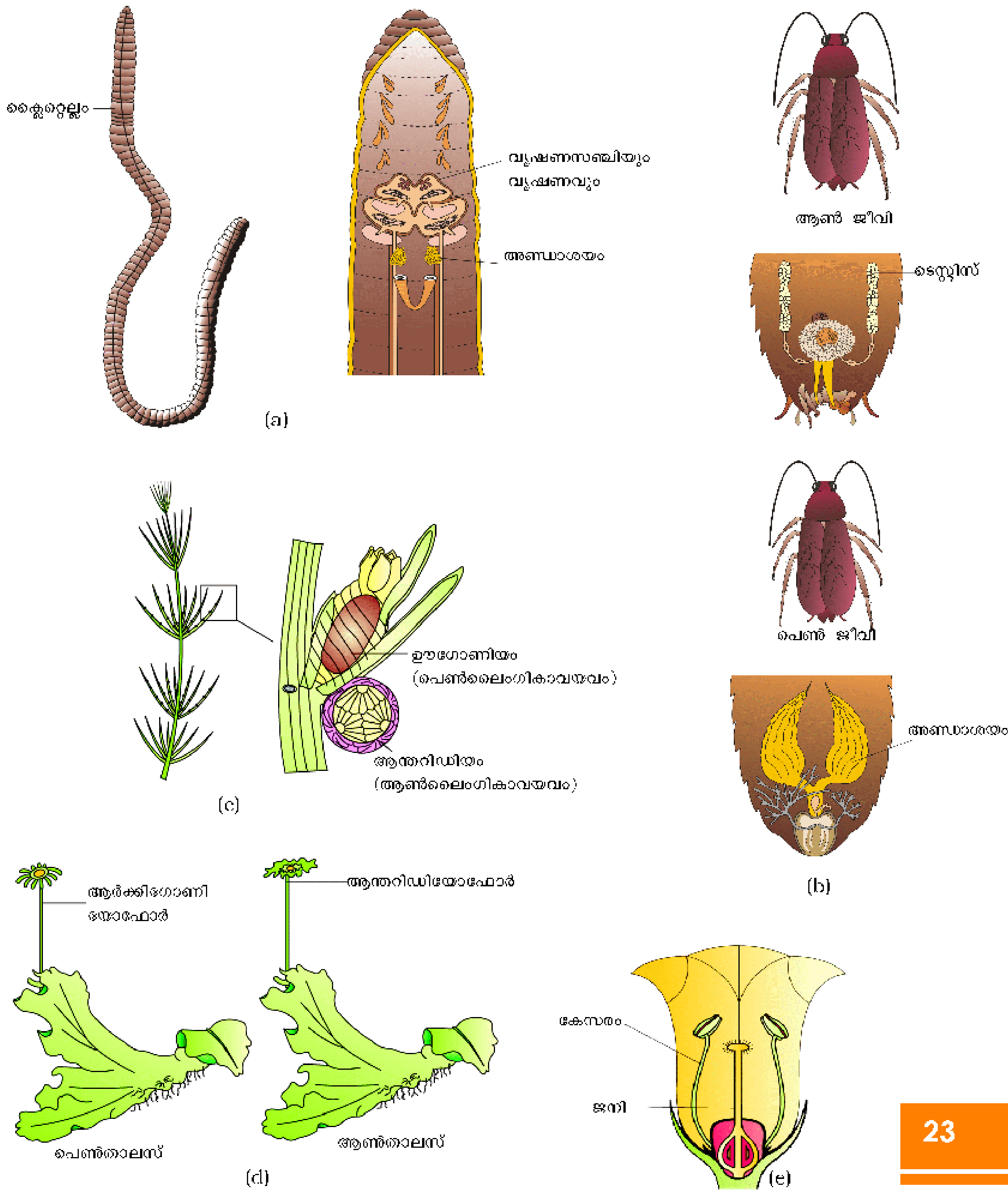
ജീവികളിൽ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടക്കുമ്പോൾ രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ജീവികൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ബീജങ്ങളുടെ സംയോഗമാണ് സാധാരണയായി നടക്കുന്നത്. എന്നാൽ എല്ലായ്പ്പോഴും ഇങ്ങനെ നടക്കണമെന്നില്ല. നിങ്ങൾ XI-ാം ക്ലാസിൽ പഠിച്ചതിൽ നിന്നും സ്വബീജസംയോഗം (Self fertilisation) നടന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുമോ? സസ്യങ്ങളിൽ ഇത്തരം ഉദാഹരണങ്ങൾ കണ്ടെത്താൻ എളുപ്പമാണ്.



(a) (b) (c)

ചിത്രം 1.6 വിവിധ തരം ഗാമീറ്റുകൾ (a) ക്ലാഡോഫോറയിലെ (ആൽഗ) ഐസോഗാമീറ്റുകൾ (b) ഫ്യൂക്കസിന്റെ (ആൽഗ) ഹെറ്ററോഗാമീറ്റുകൾ (c) മനുഷ്യനിലെ ഹെറ്ററോഗാമീറ്റുകൾ

സസ്യങ്ങളിൽ ആൺ-പെൺ പ്രത്യുൽപ്പാദനാവയവങ്ങൾ ഒരു സസ്യത്തിൽ തന്നെയോ (ദ്വിലിംഗം- Bisexual) അല്ലെങ്കിൽ രണ്ട് സസ്യങ്ങളിലായോ (ഏകലിംഗം - Unisexual) കാണാവുന്നതാണ് (ചിത്രം 1.7 d). പല ഫംഗസുകളിലും സസ്യങ്ങളിലും ദ്വിലിംഗാവസ്ഥയെ സൂചിപ്പിക്കാൻ ഹോമോതാലിക് (Homothallic), മൊണീഷ്യസ് (Monoecious) എന്നീ പദങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഹെറ്ററോതാലിക് (Heterothallic), ഡയീഷ്യസ് (Dioecious) എന്നീ പദങ്ങൾ ഇവയിലെ ഏകലിംഗാവസ്ഥയെ സൂചിപ്പിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. സപുഷ്പികളായ സസ്യങ്ങളിൽ ഏകലിംഗാവസ്ഥയിലുള്ള ആൺപൂക്കളെ **സ്റ്റാമിനേറ്റ്** (Staminate) എന്നുപറയുന്നു ഇവയിൽ കേസരങ്ങൾ (Stamens) കാണപ്പെടുന്നു. പെൺപൂക്കളെ **പിസ്റ്റിലേറ്റ്** (Pistillate) എന്നുപറയുന്നു. ഇവയിൽ ജനി (Pistil) കാണപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ചില സപുഷ്പികളിൽ ആൺപൂക്കളും പെൺപൂക്കളും ഒരേ സസ്യത്തിൽ (മൊണീഷ്യസ്) കാണപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ചില



ചിത്രം 1.7 ജീവികളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ലിംഗപരമായ വൈവിധ്യങ്ങൾ (a) ദ്വിലിംഗജീവി (മണ്ണിര) (b) ഏകലിംഗ ജീവി (പാറ്റ) (c) മൊണീഷ്യസ് സസ്യം (കാര Chara) (d) ഡയീഷ്യസ് സസ്യം (മാർക്കാൻഷ്യ *Marchantia*) (e) മധുരക്കിഴങ്ങ് (Sweet Potato)

തിൽ രണ്ട് വ്യത്യസ്ത സസ്യങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നു (ഡയീഷ്യസ്). വെള്ളരിവർഗസസ്യങ്ങൾ (Cucurbits), തെങ്ങ് എന്നിവ മൊണീഷ്യസ് സസ്യങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. പപ്പായ, ഈന്തപ്പന (Date palm) എന്നിവ ഡയീഷ്യസ് സസ്യങ്ങളാണ്. *സ്റ്റാമിനേറ്റ് പൂക്കളിലും പിസ്റ്റിലേറ്റ് പൂക്കളിലും ഉണ്ടാകുന്ന ഗാമീറ്റുകളുടെ പേരെന്താണ്? നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടും കാണുന്ന പത്ത് സസ്യങ്ങളുടെ പൂക്കൾ നിരീക്ഷിക്കൂ. അവയുടെ പൂക്കളുടെ ലിംഗഭേദം രേഖപ്പെടുത്തൂ.*

എന്നാൽ മൃഗങ്ങളുടെ കാര്യത്തിലോ? എല്ലാ ജീവിവർഗത്തിലെയും ജീവികൾ ആണോ പെണ്ണോ (ഏകലിംഗം) ആയിരിക്കുമോ? അതോ, രണ്ട് തരം പ്രത്യുൽപ്പാദനാവയവങ്ങളും ഒരൊറ്റ ജീവിയിൽ തന്നെ കാണുന്ന ദ്വിലിംഗ ജീവിവർഗങ്ങളുമുണ്ടോ? ഏകലിംഗ ജീവിവർഗങ്ങളുടെ നീണ്ട നിര നിങ്ങൾക്ക് തയാറാക്കാനാകും. മണ്ണിര (ചിത്രം 1.7 a), സ്പോഞ്ച്, നാടവിര (Tapeworm), കുളയട്ട (Leech) എന്നിവ ദ്വിലിംഗ ജീവികൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഇവയിൽ ആൺ-പെൺ പ്രത്യുൽപ്പാദനാവയവങ്ങൾ ഒരു ജീവിയിൽ തന്നെ കാണപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം ജീവികളെ **ഹെർമാഫ്രോഡൈറ്റുകൾ** (Hermaphrodites) എന്നുപറയുന്നു. ഏകലിംഗ ജീവിവർഗത്തിന് ഒരു ഉദാഹരണമാണ് പാറ്റ (ചിത്രം 1.7 b). *ചിത്രം 1.7 നിരീക്ഷിച്ച് ജീവികളിലെ ലിംഗപരമായ വൈവിധ്യത്തെക്കുറിച്ച് നിഗമനം രൂപീകരിക്കൂ. കൂടുതൽ ഉദാഹരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തൂ.*

കോശവിഭജനം – ബീജരൂപീകരണത്തിനായ്

എല്ലാ ഹെറ്ററോഗാമീറ്റിക് ജീവിവർഗങ്ങളിലും പുംബീജവും സ്ത്രീബീജവും ഉണ്ടാകുന്നു. ഗാമീറ്റ് ഉണ്ടാകുന്ന മാതൃസസ്യം ഏകപ്ലോയ്ഡ് (Haploid) ആണെങ്കിലും ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് (Diploid) ആണെങ്കിലും ഗാമീറ്റുകൾ ഏകപ്ലോയ്ഡ് ആയിരിക്കും. ഏകപ്ലോയ്ഡായ മാതൃജീവി ക്രമഭംഗം (Mitosis) വഴിയാണ് ഗാമീറ്റുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. ഏകപ്ലോയ്ഡായ ജീവികളിൽ ഒരിക്കലും ഊനഭംഗം നടക്കുന്നില്ല എന്നാണോ ഇത് കൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത്? പതിനൊന്നാം ക്ലാസിലെ അധ്യായം 3 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്ന ആൽഗകളുടെ ജീവിതചക്രത്തിന്റെ ഫ്ളോചാർട്ട് നിരീക്ഷിച്ചാൽ ഇതിനുള്ള ഉത്തരം ലഭിക്കും.

മൊണീറ, ഫംഗസ്, ആൽഗ, ബ്രയോഫൈറ്റുകൾ എന്നിവയിലുള്ള ഭൂരിഭാഗം ജീവികൾക്കും ഏകപ്ലോയ്ഡ് ശരീരമാണുള്ളത്. എന്നാൽ ടെറിഡോഫൈറ്റുകൾ, ജിംനോസ്പേമുകൾ, ആൻജിയോസ്പേമുകൾ, മനുഷ്യനുൾപ്പെടെയുള്ള ജന്തുക്കൾ എന്നിവയിൽ മാതൃ-പിതൃ ജീവികൾ ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് ആണ്. ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് ജീവികളിൽ ഏകപ്ലോയ്ഡ് ഗാമീറ്റുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനായി ഊനഭംഗം (Meiosis or Reduction division) നടക്കേണ്ടതുണ്ട്.

ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് ജീവികളിലെ സവിശേഷകോശങ്ങളായ **മിയോസൈറ്റുകൾ** (Meiocytes) അഥവാ മാതൃബീജകോശം (Gamete mother cell) ഊനഭംഗത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ഊനഭംഗത്തിന്റെ അവസാനം ഓരോ ബീജത്തിനും ഒരു സെറ്റ് ക്രോമസോം മാത്രം ആണ് ലഭ്യമാകുന്നത്. പട്ടിക 1.1 നിരീക്ഷിച്ച് ജീവികളുടെ ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് ക്രോമസോം സംഖ്യയും ഏകപ്ലോയ്ഡ് ക്രോമസോം സംഖ്യയും പൂരിപ്പിക്കുക.

മിയോസൈറ്റുകളുടെ ക്രോമസോം സംഖ്യയും ഗാമീറ്റുകളുടെ ക്രോമസോം സംഖ്യയും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടോ? നിഗമനം രേഖപ്പെടുത്തൂ.

1.2.1.2 ബീജങ്ങളുടെ കൈമാറ്റം (Gamete transfer)

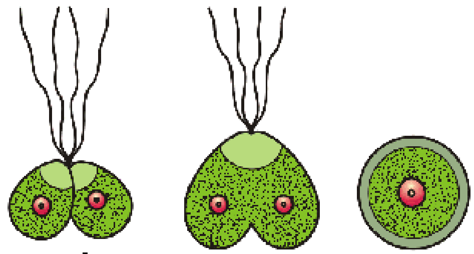
പുംബീജവും സ്ത്രീബീജവും രൂപപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞാൽ ബീജസംയോഗത്തിനായി അവ ഒരുമിക്കേണ്ടതുണ്ട്. എങ്ങനെയാണ് അവ ഒരുമിക്കുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

പട്ടിക 1.1 ഒരേ ജീവിയിലെ മിയോസൈറ്റിലെയും (ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് 2n) ഗാമീറ്റിലെയും (ഏകപ്ലോയ്ഡ് n) ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണം. വിട്ടുപോയവ പൂരിപ്പിക്കുക.

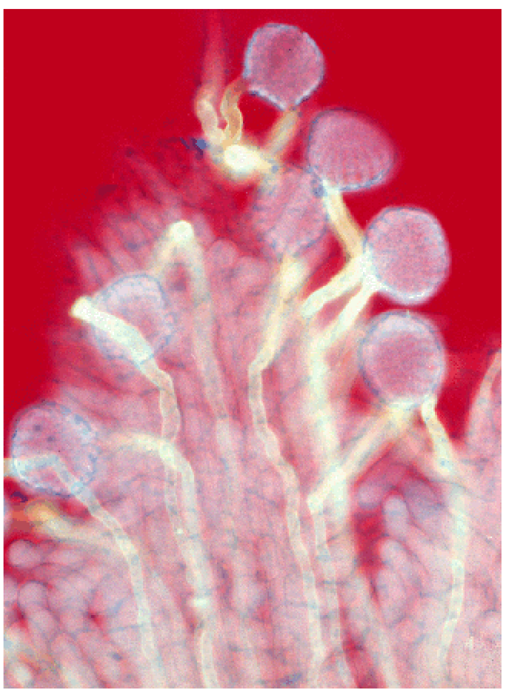
ജീവിയുടെ പേര്	മിയോസൈറ്റിലെ ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണം (2n)	ഗാമീറ്റിലെ ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണം (n)
മനുഷ്യൻ	46	23
ഈച്ച (House fly)	12	–
എലി	–	21
നായ	78	–
പൂച്ച	–	19
പഴയീച്ച (Fruit fly)	8	–
ഓഫിയോഗ്ലോസം (a fern)	–	630
ആപ്പിൾ	34	–
നെല്ല്	–	12
ചോളം (Maize)	20	–
ഉരുളക്കിഴങ്ങ്	–	24
ചിത്രശലഭം	380	–
ഉള്ളി (സവാള)	–	8

ഭൂരിഭാഗം ജീവികളിലും പുംബീജം ചലനശേഷിയുള്ളതും സ്ത്രീബീജം ചലനശേഷി ഇല്ലാത്തതുമാണ്. എന്നാൽ ഇതിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി ചില ഫംഗസുകളിലും ആൽഗകളിലും രണ്ടുതരം ബീജങ്ങളും ചലനശേഷിയുള്ളവയാണ് (ചിത്രം 1.8 a). പുംബീജത്തിന് സഞ്ചരിക്കുന്നതിനായി ഒരു മാധ്യമം ആവശ്യമാണ്. ലഘുഘടനയുള്ള സസ്യങ്ങളായ ആൽഗ, ബ്രയോഫൈറ്റുകൾ, ടെറിഡോഫൈറ്റുകൾ എന്നിവയിൽ ബീജകൈമാറ്റം നടക്കുന്നത് ജലമാധ്യമത്തിലൂടെയാണ്. വളരെയധികം പുംബീജങ്ങൾക്കും സ്ത്രീബീജത്തിന്റെ അടുത്തെത്താൻ കഴിയാറില്ല. ചലന സമയത്തുണ്ടാകുന്ന ഈ നഷ്ടം പരിഹരിക്കുന്നതിനായി സ്ത്രീബീജങ്ങളെക്കാൾ ആയിരക്കണക്കിന് എണ്ണം പുംബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

വിത്തുൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സസ്യങ്ങളിൽ പരാഗരേണുക്കളാണ് പുംബീജങ്ങളെ വഹിക്കുന്നത്. ഓവ്യൂളിനകത്താണ് (Ovule) അണ്ഡം കാണപ്പെടുന്നത്. പരാഗി (Anther) യിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന പരാഗരേണുക്കളെ ബീജസംയോഗത്തിന് മുന്നോടിയായി പരാഗണസ്ഥലത്ത് (Stigma) എത്തിക്കേണ്ടതുണ്ട് (ചിത്രം 1.8 b). പയറിലേത് (Pea) പോലെ സ്വബീജസംയോഗം നടക്കുന്ന ദ്വിലിംഗപുഷ്പങ്ങളിൽ പരാഗിയും പരാഗണസ്ഥലവും അടുത്തടുത്ത് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതിനാൽ പരാഗരേണുക്കൾ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെട്ടാലുടൻ തന്നെ അത് പരാഗണസ്ഥലത്തെത്തുന്നു. എന്നാൽ പരപരാഗണം നടക്കുന്ന ഡയീഷ്യസ് സസ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെയുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ പരാഗണം (Pollination) എന്ന പ്രക്രിയ വഴിയാണ് പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണസ്ഥലത്തെത്തുന്നത്. പരാഗണസ്ഥലത്തു വച്ച്



(a)


(b)

ചിത്രം 1.8 (a) ആൽഗയിലെ ഹോമോഗാമീറ്റുകളുടെ കൂടിച്ചേരൽ (b) ഒരു പുഷ്പത്തിലെ പരാഗണസ്ഥലത്തുള്ള പരാഗരേണുക്കളുടെ അങ്കുരണം

പരാഗരേണുക്കൾ വളർന്നുണ്ടാകുന്ന പരാഗനാളി (Pollen tube) പുംബീജങ്ങളെ ഓവ്യൂളിലെത്തിക്കുകയും അണ്ഡത്തിന് അടുത്തായി പുംബീജങ്ങളെ നിക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ദ്വിലിംഗ ജീവികളിൽ പുംബീജവും സ്ത്രീബീജവും രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ജീവികളിൽ ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ ബീജകൈമാറ്റത്തിനായി അവയിൽ സവിശേഷ സംവിധാനങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഏറ്റവും നിർണായക പ്രക്രിയയായ ബീജസംയോഗത്തിന് മുൻപായി ബീജങ്ങളുടെ കൈമാറ്റം വിജയകരമായി നടക്കേണ്ടത് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

1.2.2 ബീജസംയോഗം (Fertilisation)

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രക്രിയയാണ് ബീജങ്ങളുടെ സംയോഗം. **സിൻഗമി** (Syngamy) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ പ്രക്രിയയുടെ ഫലമായി ദ്വിപ്ലോയ്ഡായ സിക്താണ്ഡം (Zygote) രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രക്രിയക്ക് ബീജസംയോഗം എന്നും പറയുന്നു. സിൻഗമി, ബീജസംയോഗം എന്നിവ ഒരു പോലെ ഉപയോഗിക്കാവുന്ന പദങ്ങളാണ്.

സിൻഗമി നടക്കുന്നില്ലായെങ്കിൽ എന്തു സംഭവിക്കും?

റോട്ടിഫെറുകൾ (Rotifers), തേനീച്ചകൾ, ചിലയിനം പല്ലികൾ, പക്ഷികൾ (ടർക്കി - Turkey) മുതലായവയിൽ ബീജസംയോഗം നടക്കാതെ സ്ത്രീബീജം നേരിട്ട് പുതിയ ജീവിയായി മാറുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസത്തെ **അനിഷേകജനനം** (Parthenogenesis) എന്നുപറയുന്നു.

എവിടെയാണ് സിൻഗമി നടക്കുന്നത്? ഭൂരിഭാഗം ആൽഗകൾ, മത്സ്യങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ജലജീവികളിലും ഉഭയജീവികളിലും സിൻഗമി നടക്കുന്നത് ബാഹ്യ മാധ്യമത്തിലാണ് (ജലം). അതായത് ജീവിയുടെ ശരീരത്തിന് വെളിയിലാണ്. ഇത്തരം ബീജസംയോഗത്തെ **ബാഹ്യബീജസംയോഗം** (External fertilisation) എന്നുപറയുന്നു. ബാഹ്യബീജസംയോഗം നടക്കുന്ന ജീവികളിലെ ആൺ-പെൺ ജീവികൾ ബീജങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നതിൽ സമയക്ലിപ്തത പാലിക്കുന്നു. സിൻഗമി ഉറപ്പാക്കുന്നതിനായി ആൺജീവി വളരെയധികം ഗാമീറ്റുകൾ ചുറ്റുപാടിലേക്ക് (ജലം) നിക്ഷേപിക്കുന്നു. ഇത് നടക്കുന്നത് വളരെയധികം കുഞ്ഞുങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന തവളകളിലും അസ്ഥിമത്സ്യ (Bony fishes) ങ്ങളിലുമാണ്. ഇരപിടിയൻമാർക്ക് കുഞ്ഞുങ്ങളെ യഥേഷ്ടം ആഹാരമാക്കാൻ കഴിയുമെന്നതിനാൽ പൂർണ വളർച്ചയെത്തുന്നത് വരെ കുഞ്ഞുങ്ങളുടെ ജീവൻ അപകടഭീഷണിയിലായിരിക്കും എന്നത് ഇതിന്റെ ഒരു ദോഷമാണ്.

ഫംഗസ്, ഉയർന്നതലത്തിലുള്ള ജീവികളായ ഉരഗങ്ങൾ (Reptiles), പക്ഷികൾ, സസ്തനികൾ, ഭൂരിഭാഗം സസ്യങ്ങൾ (ബ്രയോഫൈറ്റുകൾ, ടെറിഡോഫൈറ്റുകൾ, അനാവൃതബീജികൾ, സപുഷ്പികൾ) എന്നിവയിൽ ജീവിയുടെ ശരീരത്തിനകത്താണ് സിൻഗമി നടക്കുന്നത്. അതിനാൽ ഈ പ്രക്രിയയെ **ആന്തരബീജസംയോഗം** (Internal fertilisation) എന്നുപറയുന്നു. ഈ ജീവികളിൽ അണ്ഡം രൂപപ്പെടുന്നത് പെൺജീവി

യുടെ ശരീരത്തിനുള്ളിലാണ്. അവിടെ വച്ച് അത് പുംബീജവുമായി സംയോജിക്കുന്നു. ആന്തരബീജസംയോഗം നടക്കുന്ന ജീവികളിൽ പുംബീജത്തിന് ചലനശേഷി ഉള്ളതിനാൽ അണ്ഡത്തിനടുത്ത് എത്തി അതുമായി സംയോജിക്കുന്നു. ഇവിടെയും പുംബീജം വളരെയധികം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ അണ്ഡം എണ്ണത്തിൽ കുറവായിരിക്കും. വിത്തുൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സസ്യങ്ങളിൽ ചലനശേഷി ഇല്ലാത്ത പുംബീജത്തെ സ്ത്രീബീജത്തിനടുത്ത് എത്തിക്കുന്നത് പരാഗനാളിയാണ്.

1.2.3 ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷമുള്ള ഘട്ടങ്ങൾ (Post-fertilisation events)

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ രൂപീകരണത്തിന് ശേഷം നടക്കുന്ന പ്രക്രിയകളെ ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷമുള്ള ഘട്ടം എന്നുപറയുന്നു.

1.2.3.1 സിക്താണ്ഡം (Zygote)

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടക്കുന്ന എല്ലാ ജീവികളിലും ദിപ്ലോയ്ഡ് സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ രൂപീകരണം നടക്കുന്നു. ബാഹ്യബീജസംയോഗം നടക്കുന്ന ജീവികളിൽ സിക്താണ്ഡം ഉണ്ടാകുന്നത് ബാഹ്യമാധ്യമത്തിലാണ് (സാധാരണയായി ജലം). എന്നാൽ ആന്തരബീജസംയോഗം നടക്കുന്ന ജീവികളിൽ ശരീരത്തിനകത്താണ് സിക്താണ്ഡം രൂപപ്പെടുന്നത്.

ജീവിയുടെ ചുറ്റുപാട്, ജീവിതചക്രരീതി എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ തുടർന്നുള്ള വളർച്ച അഥവാ വികാസം നടക്കുന്നത്. ഫംഗസ്, ആൽഗ എന്നീ വിഭാഗങ്ങളിലെ ജീവികളിൽ സിക്താണ്ഡത്തെ ആവരണം ചെയ്ത് കട്ടിയുള്ള ഭിത്തി രൂപപ്പെടുന്നു. ഇത് സിക്താണ്ഡം വരണ്ട് പോകാതെയും നശിക്കാതെയും സംരക്ഷിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള സിക്താണ്ഡം തുടർന്നുള്ള വളർച്ചയ്ക്ക് മുൻപായി വിശ്രാന്താവസ്ഥയിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. ഏകപ്ലോന്റിക് (Haplontic) ജീവിതചക്രത്തെ കുറിച്ച് 11-ാം ക്ലാസിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇത്തരം ജീവിതചക്രം ഉള്ള ജീവികളിൽ സിക്താണ്ഡം ഊനഭംഗം വഴി വിഭജിച്ച് ഏകപ്ലോയ്ഡ് രേണുക്കൾ (Spores) ഉണ്ടാകുകയും അവ ഏകപ്ലോയ്ഡ് ജീവികളായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ദിപ്ലോന്റിക് (Diplontic) ജീവിതചക്രവും ഏകപ്ലോന്റിക് ജീവിതചക്രവും ഉള്ള ജീവികളിലെ സിക്താണ്ഡം വളരുന്നതെങ്ങനെ എന്ന് 11-ാം ക്ലാസിലെ പാഠപുസ്തകത്തിൽ നിന്ന് കണ്ടെത്തൂ.

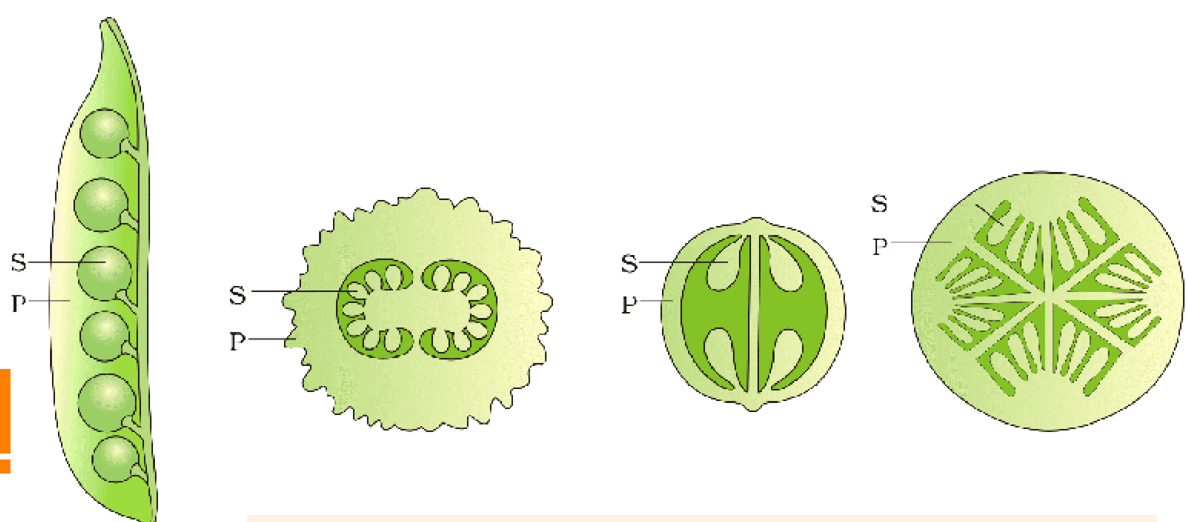
ഒരു തലമുറയിലെ ജീവികളെ അടുത്ത തലമുറയിലെ ജീവികളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ച് ജീവിവർഗങ്ങളുടെ തുടർച്ച ഉറപ്പാക്കുന്നതിൽ സിക്താണ്ഡം പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. മനുഷ്യനുൾപ്പെടെ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്ന എല്ലാ ജീവികളും ഒറ്റകോശമായ സിക്താണ്ഡത്തിൽ നിന്നാണ് ജീവിതം ആരംഭിക്കുന്നത്.

1.2.3.2 ഭ്രൂണോൽപ്പാദനം (Embryogenesis)

സിക്താണ്ഡം വളർന്ന് ഭ്രൂണമായി മാറുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **ഭ്രൂണോൽപ്പാദനം**. ഈ സമയത്ത് സിക്താണ്ഡത്തിൽ **കോശവിഭജനവും** (ക്രമഭംഗം) **കോശവൈവിധ്യവൽക്കരണവും** (Cell differentiation) നടക്കുന്നു. കോശവിഭജനത്തിന്റെ ഫലമായി വളരുന്ന ഭ്രൂണത്തിൽ കോശങ്ങളുടെ എണ്ണം വർധിക്കുന്നു. എന്നാൽ കോശവൈവിധ്യവൽക്കരണം വഴി കോശസമൂഹം ചില മാറ്റങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുകയും സവിശേഷമായ കലകളും അവയവങ്ങളും ആയി മാറുകയും ജീവി രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. കോശവിഭജനത്തെയും കോശവൈവിധ്യവൽക്കരണത്തെയും കുറിച്ച് മുൻ ക്ലാസുകളിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്.

സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ വളർച്ച പെൺജീവിയുടെ ശരീരത്തിനകത്താണോ പുറത്താണോ നടക്കുന്നത് എന്നതിന് അനുസരിച്ച് ജീവികളെ **മുട്ടയിടുന്നവയെന്നും** (Oviparous) **പ്രസവിക്കുന്നവ** (Viviparous) എന്നും രണ്ടായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. അതായത് ബീജസംയോഗം നടന്നതോ ബീജസംയോഗം നടക്കാത്തതോ ആയ മുട്ടകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നവയാണോ കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കുന്നവയാണോ എന്നതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ഈ വർഗീകരണം നടത്തിയിട്ടുള്ളത്. മുട്ടയിടുന്ന ജീവികളായ ഉരഗങ്ങളും പക്ഷികളും ബീജസംയോഗം നടന്നശേഷം കാൽസ്യ നിർമ്മിതമായ തോടുള്ള മുട്ടകൾ സുരക്ഷിതമായ സ്ഥലത്ത് നിക്ഷേപിക്കുന്നു. ഒരു നിശ്ചിത കാലയളവിനു ശേഷം മുട്ടകൾ വിരിഞ്ഞ് കുഞ്ഞുങ്ങൾ പുറത്തുവരുന്നു. എന്നാൽ, കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കുന്ന ജീവികളിൽ (മനുഷ്യനുൾപ്പെടെയുള്ള സസ്തനികളിൽ) സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ വളർച്ച നടക്കുന്നത് പെൺജീവിയുടെ ശരീരത്തിനുള്ളിലാണ്. വളർച്ചയുടെ ഒരു പ്രത്യേകഘട്ടം എത്തുമ്പോൾ സന്താനങ്ങൾ പെൺജീവിയുടെ ശരീരത്തിൽ നിന്ന് പ്രസവത്തിലൂടെ പുറത്തേക്ക് വരുന്നു. ഭ്രൂണാവസ്ഥയിൽ ശരിയായ രീതിയിലുള്ള ശ്രദ്ധയും സംരക്ഷണവും ലഭിക്കുന്നതിനാൽ പ്രസവിക്കുന്ന ജീവികളുടെ കുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് അതിജീവന സാധ്യത വളരെ കൂടുതലാണ്.

സപുഷ്പികളായ സസ്യങ്ങളിൽ ഓവ്യൂളിനകത്താണ് സിക്താണ്ഡം രൂപപ്പെടുന്നത്. ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷം പൂവിന്റെ വിദളങ്ങൾ (Sepals), ദളങ്ങൾ (Petals), കേസരങ്ങൾ (Stamens) എന്നിവ ഉണങ്ങി കൊഴിയുന്നു. വിദളങ്ങൾ കൊഴിഞ്ഞു പോകാതെ ഫലവുമായി ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന സസ്യങ്ങളുടെ പേരുകൾ കണ്ടെത്തു. എന്നാൽ ജനി (Pistil) സസ്യങ്ങളുമായി ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്നു. സിക്താണ്ഡം വളർന്ന് ഭ്രൂണമായും ഓവ്യൂളുകൾ വിത്തായും മാറുന്നു. അണ്ഡാശയം വളർന്ന് ഫലമായി മാറുന്നു. സംരക്ഷണത്തിനായി ഫലത്തിന്റെ പുറമേ ഉണ്ടാകുന്ന കട്ടിയുള്ള ഭിത്തിയെ പെരികാർപ്പ് (Pericarp) എന്നു പറയുന്നു. ചിത്രം 1.9 ൽ വിവിധ വിത്തുകളിലെ പെരികാർപ്പ് നിരീക്ഷിക്കൂ. വിതരണത്തിനുശേഷം അനുകൂലമായ സാഹചര്യം ലഭ്യമാകുമ്പോൾ വിത്തുകൾ മുളച്ച് പുതിയ സസ്യങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.



ചിത്രം 1.9 വിത്തുകളും പെരികാർപ്പും കാണിക്കുന്ന ചില ഫലങ്ങൾ (S - Seed - വിത്ത്, P -Pericarp - പെരികാർപ്പ്)

സംഗ്രഹം

തലമുറകൾ നിലനിർത്തുന്നതിന് പ്രത്യുൽപ്പാദനം ജീവിവർഗങ്ങളെ സഹായിക്കുന്നു. ജീവികളിൽ നടക്കുന്ന പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ ലൈംഗികം എന്നും അലൈംഗികം എന്നും തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ ബീജങ്ങളുടെ സംയോഗം നടക്കുന്നില്ല. ഇത് പ്രധാനമായും നടക്കുന്നത് ലഘുഘടനയുള്ള ജീവികളായ ഫംഗസ്, ആൽഗ, ചില അകശേരുകികൾ എന്നിവയിലാണ്. അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം വഴിയുണ്ടാകുന്ന ജീവികൾ തമ്മിൽ സാമ്യമുള്ളതിനാൽ അവയെ ക്ലോൺ എന്നുപറുന്നു. ആൽഗ, ഫംഗസ് എന്നിവയിൽ സാധാരണയായി ഉണ്ടാകുന്ന അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദന ഘടനകളാണ് സ്വചലരേണുക്കൾ, കൊണീഡിയ തുടങ്ങിയവ. ജന്തുക്കളിൽ സാധാരണയായി നടക്കുന്ന അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനരീതികളാണ് മുകുളനവും ജെമ്മ്യൂൾ രൂപീകരണവും.

പ്രോകാരിയോട്ടുകളിലും, ഏകകോശജീവികളിലും മാതൃകോശത്തിന്റെ വിഭജനം അല്ലെങ്കിൽ ദ്വിവിഭജനം വഴിയാണ് അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടക്കുന്നത്. കരയിലും ജലത്തിലും വളരുന്ന പല സപുഷ്പികളായ സസ്യങ്ങളിലും റണ്ണർ, റൈസോം, സക്കർ, ട്യൂബർ, ഓഫ്സെറ്റ് തുടങ്ങിയ കായികഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും പുതിയ സസ്യങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരം അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ കായികപ്രജനനം എന്നുപറയുന്നു.

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ ബീജങ്ങളുടെ രൂപീകരണവും സംയോഗവും നടക്കുന്നു. ഇത് അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ അപേക്ഷിച്ച് സങ്കീർണവും സാവകാശത്തിൽ നടക്കുന്നതും ആണ്. ഉയർന്നതലത്തിലുള്ള മിക്കവാറും ജീവികളിലും ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനമാണ് നടക്കുന്നത്. ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഘട്ടങ്ങളെ ബീജസംയോഗത്തിന് മുമ്പുള്ള ഘട്ടം, ബീജസംയോഗം, ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷമുള്ള ഘട്ടം എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഗാമീറ്റുകളുടെ രൂപീകരണവും കൈമാറ്റവും ആണ് ബീജസംയോഗത്തിന് മുമ്പുള്ള ഘട്ടത്തിലെ പ്രക്രിയകൾ. ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷമുള്ള ഘട്ടത്തിലെ പ്രക്രിയകളാണ് സിക്താണ്ഡ രൂപീകരണവും ഭ്രൂണോൽപ്പാദനവും.

ജീവികൾ ഏകലിംഗമോ ദ്വിലിംഗമോ ആകാം. സസ്യങ്ങളിലെ ലിംഗത്വത്തിൽ വൈവിധ്യമുണ്ട്. (പ്രത്യേകിച്ചും സപുഷ്പികൾ വൈവിധ്യമാർന്ന പൂക്കൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ). സസ്യങ്ങൾ മൊണീഷ്യസ് അല്ലെങ്കിൽ ഡയീഷ്യസ് ആകാം. പൂക്കൾ ഏകലിംഗമോ ദ്വിലിംഗമോ ആകാം.

ബീജങ്ങൾ ഏകപ്ലോയ്ഡ് ആണ്. ഇവ ഊനഭംഗത്തിലൂടെയാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. എന്നാൽ ഏകപ്ലോയ്ഡ് ജീവികളിൽ ക്രമഭംഗം വഴിയാണ് ബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്.

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിലെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു പ്രക്രിയയാണ് പുംബീജത്തിന്റെ കൈമാറ്റം. ദ്വിലിംഗ ജീവികളിൽ ഇത് എളുപ്പമാണ്. എന്നാൽ ഏകലിംഗജീവികളിൽ ഇത് ഇണചേരൽ, ഗാമീറ്റുകളുടെ ഒരേ സമയത്തുള്ള പുറന്തള്ളൽ എന്നിവയിലൂടെയാണ് നടക്കുന്നത്. സപുഷ്പികളിൽ പരാഗണം എന്ന പ്രക്രിയ വഴി പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണസ്ഥലത്തെത്തുന്നു.

പുംബീജവും സ്ത്രീബീജവും തമ്മിൽ ചേരുന്ന പ്രക്രിയയാണ് സിൻഗമി (ഫെർട്ടിലൈസേഷൻ). സിൻഗമി ശരീരത്തിനകത്തോ ബാഹ്യമാധ്യമത്തിലോ നടക്കാം. സിൻഗമി സവിശേഷകോശമായ സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ രൂപീകരണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു.

സിക്താണ്ഡത്തിൽ നിന്ന് ഭ്രൂണം രൂപപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ഭ്രൂണോൽപ്പാദനം (എംബ്രിയോജനിസിസ്). ജന്തുക്കളിൽ സിക്താണ്ഡ രൂപീകരണത്തെ തുടർന്ന് അതിന്റെ വളർച്ചയും നടക്കുന്നു. ജന്തുക്കൾ മുട്ടയിടുന്നവയോ പ്രസവിക്കുന്നവയോ ആകാം. വിവിപാരസ് ജീവികൾക്ക് ഭ്രൂണാവസ്ഥയിൽ ശ്രദ്ധയും പരിചരണവും കൂടുതലായി ലഭ്യമാകുന്നു.

സപുഷ്പികളിൽ ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷം അണ്ഡാശയം ഫലമായും ഓവ്യൂളുകൾ വിത്തായും മാറുന്നു. പാകമായ വിത്തിനകത്താണ് അടുത്തതലമുറയിലെ തുടക്കക്കാരനായ ഭ്രൂണം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്.

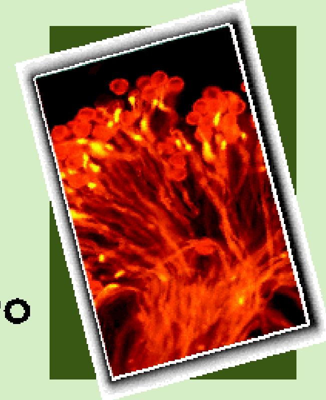
പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ജീവികൾക്ക് പ്രത്യുൽപാദനം അനിവാര്യമാണെന്ന് പറയുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്?
2. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനമാണോ അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനമാണോ മെച്ചപ്പെട്ടത്? എന്തുകൊണ്ട്?
3. അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം വഴിയുണ്ടാകുന്ന സന്താനങ്ങളെ ക്ലോൺ എന്നു പറുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്?
4. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം വഴിയുണ്ടാകുന്ന ജീവികൾക്ക് അതിജീവനസാധ്യത കൂടുതലാണ്. എന്തുകൊണ്ട്? എല്ലായ്പ്പോഴും ഇത് ശരിയാണോ?
5. അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം വഴിയും ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം വഴിയും ഉണ്ടാകുന്ന ജീവികൾ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?
6. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനവും അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്? എന്തുകൊണ്ടാണ് കായികപ്രജനനത്തെ ഒരു തരത്തിലുള്ള അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനമായി കണക്കാക്കുന്നത്?
7. കായികപ്രജനനം എന്നാൽ എന്ത്? ഉചിതമായ രണ്ട് ഉദാഹരണങ്ങൾ എഴുതുക.
8. നിർവചനം എഴുതുക.
   a) ജുവനൈൽ ഘട്ടം
   b) പ്രത്യുൽപാദന ഘട്ടം
   c) വാർധക്യഘട്ടം (സെനിസെന്റ് ഘട്ടം)
9. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനം സങ്കീർണമാണെങ്കിലും ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള ജീവികളിൽ അത് നിലനിർത്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കാരണമെന്ത്?
10. എന്തുകൊണ്ടാണ് ഊനഭംഗവും ഗാമീറ്റുകളുടെ രൂപീകരണവും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതെന്ന് വിശദമാക്കുക.
11. സപുഷ്പികളായ സസ്യങ്ങളുടെ ചില ഭാഗങ്ങൾ ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു. അവ നിരീക്ഷിച്ച് ഏകപ്ലോയ്ഡ് (n) ആണോ ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് (2n) ആണോ എന്നെഴുതുക.
   a) അണ്ഡാശയം (Ovary) ____________
   b) പരാഗി (Anther) ____________
   c) അണ്ഡം (Egg) ____________
   d) പരാഗരേണു (Pollen) ____________
   e) പുംബീജം (Male gamete) ____________
   f) സിക്താണ്ഡം (Zygote) ____________
12. ബാഹ്യബീജസംയോഗം എന്നാൽ എന്ത്? അതിന്റെ പോരായ്മകൾ എന്തെല്ലാം?
13. സ്വചലരേണുവും സിക്താണ്ഡവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എഴുതുക.
14. ഗാമീറ്റ് രൂപീകരണവും ഭ്രൂണോൽപാദനവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എഴുതുക.
15. ഒരു പൂവിൽ ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷം നടക്കുന്ന പ്രക്രിയകൾ (മാറ്റങ്ങൾ) വിശദമാക്കുക.
16. ദ്വിലിംഗപുഷ്പം എന്നാൽ എന്ത്? നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടിൽ നിന്ന് 5 തരം ദ്വിലിംഗപുഷ്പങ്ങൾ ശേഖരിക്കുക. അധ്യാപകൻ/അധ്യാപികയുടെ സഹായത്തോടെ അവയുടെ സാധാരണ പേരും ശാസ്ത്രനാമവും കണ്ടെത്തുക.
17. വെള്ളരി വിഭാഗത്തിൽപ്പെട്ട ഏതെങ്കിലും ഒരു സസ്യത്തിന്റെ കുറച്ച് പൂക്കൾ നിരീക്ഷിക്കുക. അവയിലെ സ്റ്റാമിനേറ്റ് പൂക്കളും പിസ്റ്റിലേറ്റ് പൂക്കളും തിരിച്ചറിയുക. ഏകലിംഗപുഷ്പങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്ന മറ്റേതെങ്കിലും സസ്യത്തെ നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ?
18. പ്രസവിക്കുന്ന ജീവികളുടെ കുഞ്ഞുങ്ങളെക്കാൾ മുട്ടയിടുന്ന ജീവികളുടെ കുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് അപകടസാധ്യത കൂടുതലാണ്. എന്തുകൊണ്ട്?

അധ്യായം 2

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം സപുഷ്പികളിൽ

(SEXUAL REPRODUCTION IN FLOWERING PLANTS)



S6F4L9

2.1. പൂവ് - സപുഷ്പികളിലെ മനം കവരുന്ന അവയവം

2.2 ബീജസംയോഗത്തിന് മുമ്പുള്ള ഘടനകളും ഘട്ടങ്ങളും

2.3 ദ്വിബീജസംയോഗം

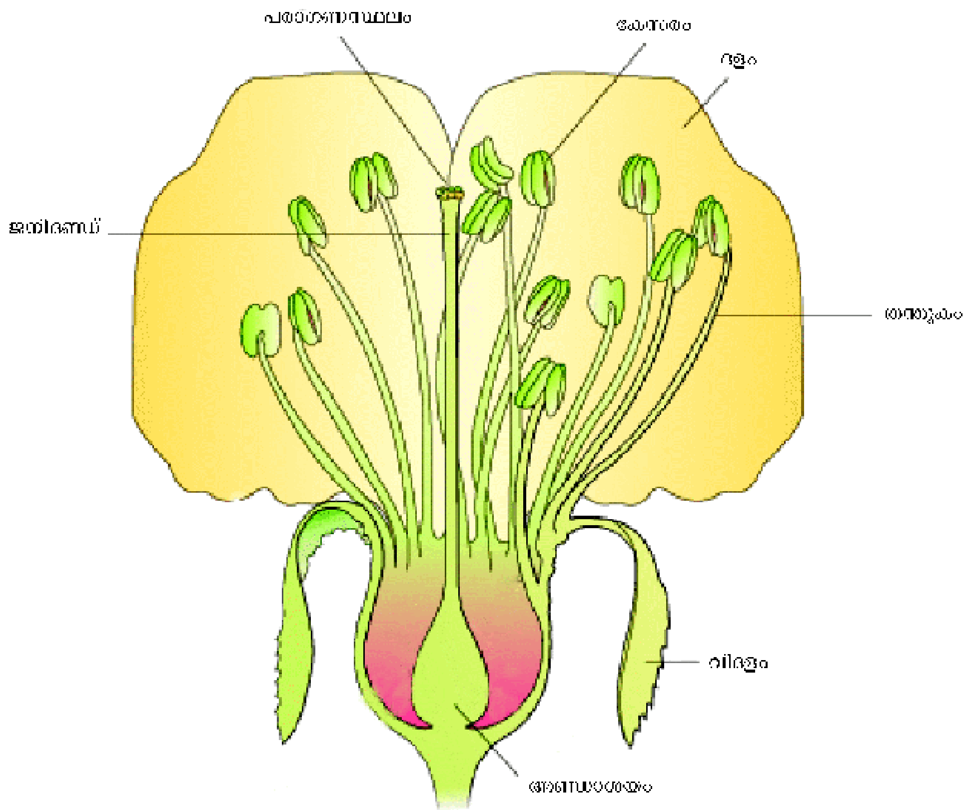
2.4 ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷമുള്ള ഘടനകളും ഘട്ടങ്ങളും

2.5 അപ്പോമിക്സിസ്, പോളിഎംബ്രിയോണി

പൂക്കളും അവയുടെ നിറഭേദങ്ങളും, സുഗന്ധവും ആസ്വദിക്കാത്തവരായി ആരുണ്ട്?. നമുക്ക് ആസ്വദിക്കുവാനുള്ള ഉപാധികൾ മാത്രമാണോ പുഷ്പങ്ങൾ? നമ്മുടെ സ്വാർഥതാൽപ്പര്യങ്ങൾക്കു വേണ്ടിയല്ല സസ്യങ്ങൾ പൂവിടുന്നത്, മറിച്ച് അവയുടെ ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനായാണ്. നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടും കാണുന്ന വൈവിധ്യമാർന്ന പൂങ്കുലകളും, പൂക്കളും, അവയുടെ ഭാഗങ്ങളും നിരീക്ഷിക്കൂ.ഇവയെല്ലാം ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിലൂടെ ഫലങ്ങളും വിത്തുകളും നിർമ്മിക്കുന്നതിനുള്ള അനുകൂലനങ്ങൾ അല്ലേ? സപുഷ്പികളിലെ ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനുള്ള ബാഹ്യസവിശേഷതകളെയും, ഘടനകളെയും പ്രക്രിയകളെയും കുറിച്ച് ഈ അധ്യായത്തിൽ നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാം.

2.1 പൂവ് - സപുഷ്പികളിലെ മനംകവരുന്ന അവയവം

പൂക്കളുമായുള്ള മനുഷ്യരുടെ ബന്ധത്തിന് അനാദികാലത്തോളം പഴക്കമുണ്ട്. അലങ്കാരത്തിനും സൗന്ദര്യാസ്വാദനത്തിനുമപ്പുറം സാംസ്കാരികവും മതപരവും സാമൂഹികവുമായ സ്ഥാനം പൂക്കൾക്ക് നമ്മുടെ ജീവിതത്തിൽ ഉണ്ട്. സ്നേഹം, ഇഷ്ടം, സന്തോഷം, ദുഃഖം തുടങ്ങിയ വികാരങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുവാനും പൂക്കൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. *വീടുകളിലോ പൂന്തോട്ടങ്ങളിലോ അലങ്കാരത്തിനായി വളർത്തുന്ന അഞ്ച് പൂക്കളുടെ പേര് കണ്ടെത്തി എഴുതുക. നിങ്ങളുടെ കുടുംബത്തിലെ സാമൂഹികവും സാംസ്കാരികവുമായ ആഘോഷങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന അഞ്ച് പൂക്കളുടെ പേരു കൂടി കണ്ടെത്തിയെഴുതുക.* ***പുഷ്പകൃഷി*** *(Floriculture) യെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ കേട്ടിട്ടുണ്ടോ? എന്താണ് ഇത് അർഥമാക്കുന്നത്. ചർച്ച് ചെയ്ത് അവതരിപ്പിക്കൂ.*



ചിത്രം 2.1 ഒരു പൂവിന്റെ നെടുകെയുള്ള ഛേദം

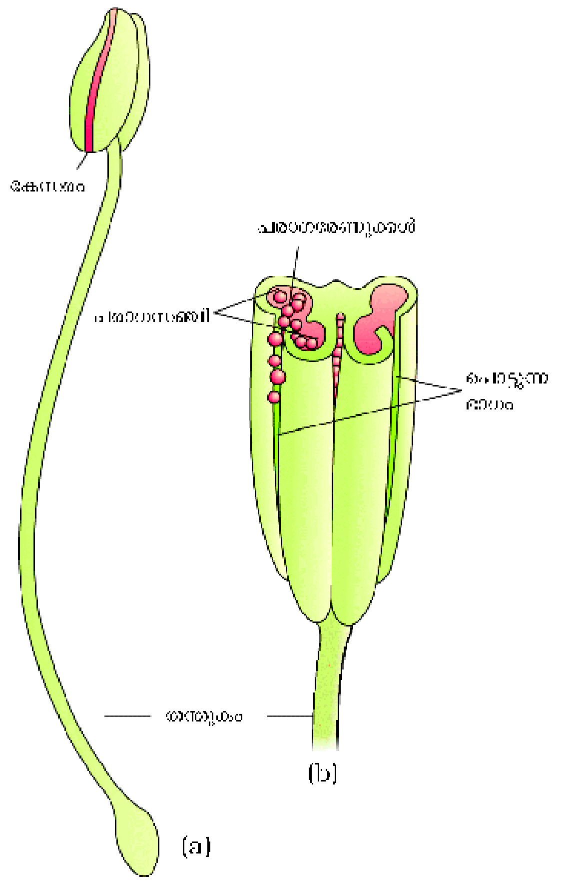
പൂക്കളെ ബാഹ്യഘടനാപരമായും ഭ്രൂണശാസ്ത്രപരവുമായും ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനുള്ള ഭാഗമായാണ് ജീവശാസ്ത്രജ്ഞർ കണക്കാക്കുന്നത്. പൂക്കളുടെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളെക്കുറിച്ച് 11-ാം ക്ലാസ്സിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചിത്രം 2.1 നിരീക്ഷിക്കു. *ഏതെല്ലാം ഭാഗങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയും? നിങ്ങൾക്ക് അറിയാവുന്ന മറ്റ് ഭാഗങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർക്കൂ. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനായി പൂവിൽ ഉണ്ടാകുന്ന രണ്ടു ഭാഗങ്ങളുടെ പേര് എഴുതുക?*

22 ബീജസംയോഗത്തിനു മുമ്പുള്ള ഘടനകളും ഘട്ടങ്ങളും (PRE-FERTILISATION: STRUCTURES AND EVENTS)

പൂക്കൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതിന് എത്രയോ മുമ്പ് തന്നെ സസ്യങ്ങളിൽ അതിനായുള്ള ഒരുക്കങ്ങൾ നടക്കുന്നുണ്ട്. പുഷ്പ പ്രൈമോർഡിയത്തിന്റെ വികാസത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്ന നിരവധി ഹോർമോൺ വ്യതിയാനങ്ങളും ഘടനാപരമായ മാറ്റങ്ങളും സസ്യങ്ങളിൽ നടക്കുന്നു. തൽഫലമായി പൂമൊട്ടുകളോടുകൂടി പൂങ്കുലകൾ രൂപപ്പെടുകയും അവ പിന്നീട് പൂക്കളായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. പൂക്കളിൽ ആൺപെൺ ലൈംഗികാവയവങ്ങളായ കേസരപുടവും ജനിപുടവും രൂപപ്പെടുന്നു. കേസരപുടം കേസരങ്ങളെയും ജനിപുടം ജനിയെയും ഉൾക്കൊള്ളുന്നു.

2.2.1 കേസരം, രേണുപേടകം, പരാഗരേണു (Stamen, Microsporangium and Pollen Grain)

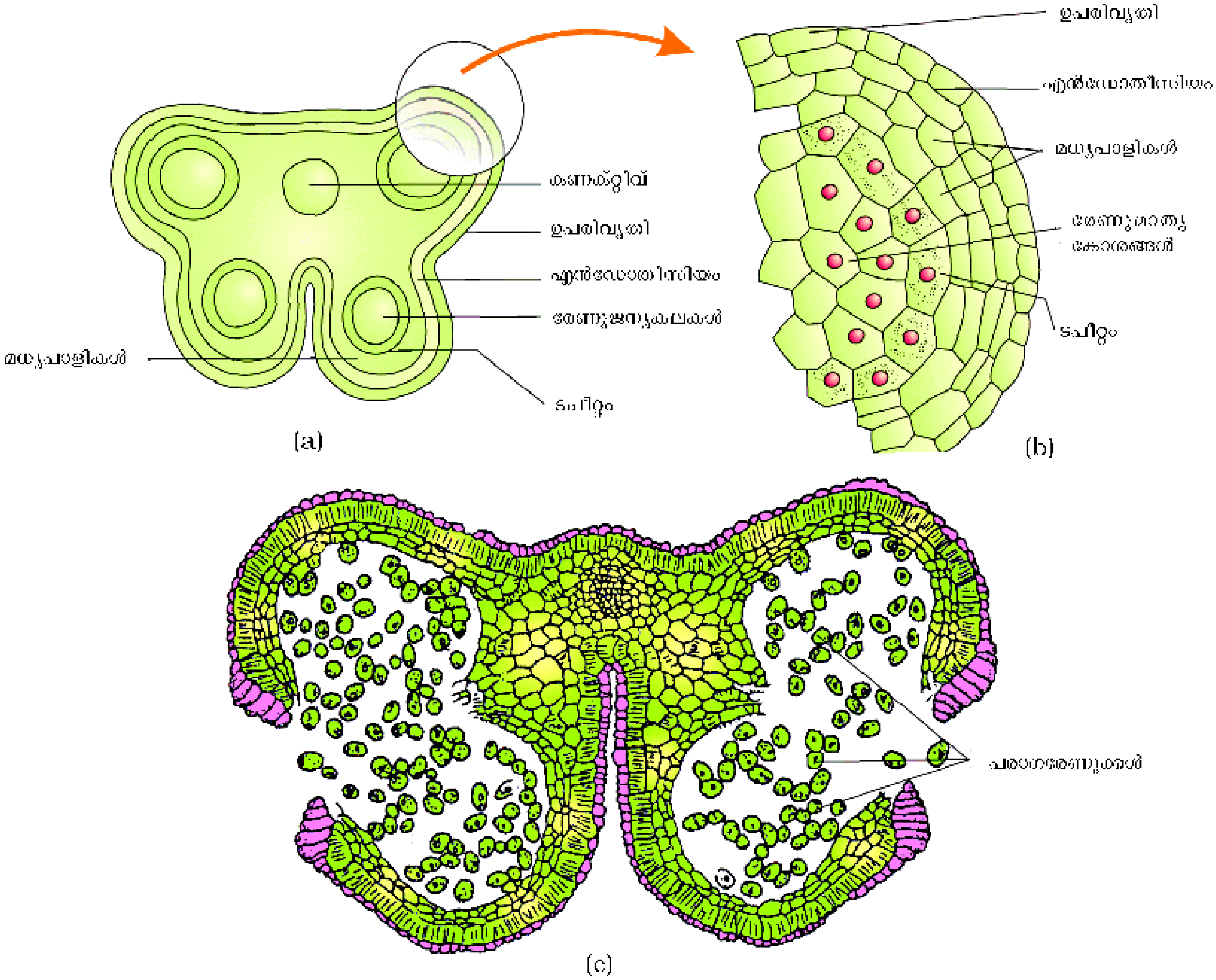
ചിത്രം 2.2ൽ കാണുന്ന കേസരത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കൂ. നീണ്ട തന്തുവിനെ **തന്തുകം** (Filament)എന്ന് പറയുന്നു. അഗ്രഭാഗത്ത് കാണുന്ന സാധാരണയായി രണ്ട് അറകളോടു കൂടിയ ഭാഗത്തെ **പരാഗി** (Anther) എന്നും പറയുന്നു. തന്തുകത്തിന്റെ അടിഭാഗം പൂവിന്റെ ദളവുമായോ അല്ലെങ്കിൽ **പുഷ്പാസനവുമായോ** (Thalamus) ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. വ്യത്യസ്ത സസ്യങ്ങളിലെ പൂക്കളിൽ കേസരങ്ങളുടെ എണ്ണവും നീളവും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. *പത്ത് വ്യത്യസ്ത തരം പൂക്കളിൽ നിന്നുള്ള കേസരങ്ങൾ ശേഖരിക്കൂ. അവയെ ഒരു സ്ലൈഡിൽ ക്രമീകരിക്കുക. അവയുടെ വലുപ്പത്തിൽ എന്ത് വ്യത്യാസം കാണുന്നു എന്ന് നിരീക്ഷിക്കുക. ഓരോ കേസരത്തെയും ഡിസക്ഷൻ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ (Dissecting Microscope) നിരീക്ഷിക്കൂ. അവയുടെ ആകൃതിയിലുള്ള വൈവിധ്യവും പൂക്കളിൽ പരാഗികൾ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന വിധവും ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്താൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.*



ചിത്രം 2.2 (a) കേസരം
(b) കേസരത്തിന്റെ ഛേദം-ത്രിമാന കാഴ്ച

സപുഷ്പികളിൽ സാധാരണയായി രണ്ട് ലോബുകളുള്ള (Lobes) പരാഗിയാണ് ഉള്ളത്. ഓരോ ലോബിലും രണ്ട് അറകൾ (Theca)കാണപ്പെടുന്നു. ആയതിനാൽ അതിനെ **ഡൈതീകസ്** (Dithecous) എന്നു വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 2.2). പരാഗിയുടെ മധ്യത്തിലൂടെ നീളത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഒരു വിടവ് ഈ അറകളെ വേർതിരിക്കുന്നു. *പരാഗിയുടെ കുറുകെയുള്ള ഛേദം എടുക്കുക. ഇത് മൈക്രോസ്കോപ്പിന്റെ സഹായത്തോടെ നിരീക്ഷിച്ച് പരാഗിയിലുള്ള വിവിധ കലകളും അവയുടെ ഘടനയും തിരിച്ചറിയുക. ഇവ ചിത്രം 2.3 (a) യുമായി താരതമ്യം ചെയ്യൂ. ചിത്രം പ്രാക്ടിക്കൽ ഡയറിയിൽ പകർത്തുകയും വേണം.* സാധാരണയായി പരാഗിക്ക് നാല് വശങ്ങളുണ്ട് (Tetragonal). ഓരോ അറയുടെയും മൂലകളിലായി രണ്ടുവീതം **രേണുപേടകങ്ങൾ** കാണപ്പെടുന്നു. രേണുപേടകങ്ങൾ വികാസം പ്രാപിച്ച് **പരാഗരേണു സഞ്ചികളായി** (Pollen sac) മാറുന്നു. ഇവ പരാഗിയുടെ നീളത്തിനനുസരിച്ച് വളർന്ന് പരാഗരേണുക്കളെ വഹിക്കുന്നു.

രേണുപേടകങ്ങളുടെ ഘടന (Structure of microsporangium) : *പൂർണ്ണ വളർച്ചയെത്തിയ പരാഗിയുടെ കുറുകെയുള്ള ഛേദം നിരീക്ഷിച്ചതിൽ നിന്നും ഓരോ രേണുപേടകവും പുറമെ വൃത്താകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ?* ഇതിനെ ആവരണം ചെയ്ത് **ഉപരിവൃതി** (Epidermis), **എൻഡോതീസിയം** (Endothecium), **മധ്യപാളികൾ** (Middle layers), **ടപീറ്റം** (Tapetum) എന്നിങ്ങനെയുള്ള നാലു പാളി ഭിത്തികൾ കാണപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 2.3 b). ഇതിൽ പുറമെയുള്ള മൂന്നു പാളികൾ പരാഗിയെ സംരക്ഷിക്കുന്നു. കൂടാതെ അവ പരാഗി പൊട്ടി പരാഗരേണുക്കളെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. ഏറ്റവും ഉള്ളിലുള്ള പാളിയാണ് ടപീറ്റം. ഇത് വളരുന്ന പരാഗരേണുകൾക്ക് ആവശ്യമായ പോഷണം നൽകുന്നു. ടപീറ്റത്തിലെ കോശങ്ങളിൽ സാധാരണയായി നിറയെ കോശദ്രവ്യവും ഒന്നിൽ കൂടുതൽ മർമ്മവും കാണപ്പെടുന്നു. ഓരോ



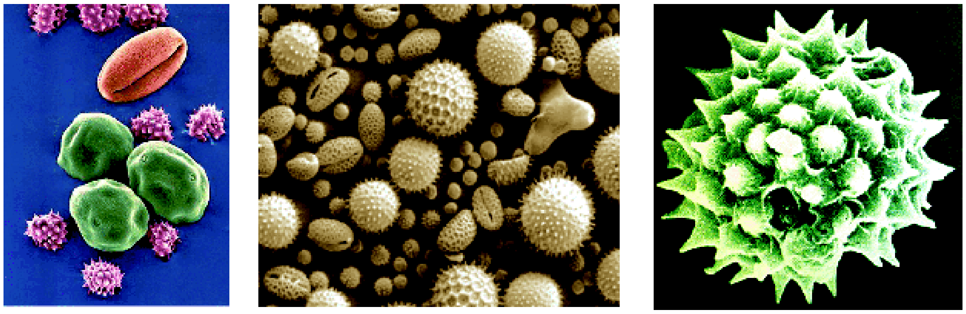
ചിത്രം 2.3 (a) പൂർണവളർച്ചയെത്താത്ത കേസരത്തിന്റെ കുറുകെയുള്ള ഛേദം (b) ഒരു രേണുപേടകത്തിന്റെ ഭിത്തിയിലെ എല്ലാ പാളികളും ഉൾപ്പെടുന്ന വലുതാക്കിയ ചിത്രം (c) പരാഗരേണുക്കൾ സ്വതന്ത്രമാക്കിയ പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ പരാഗി

ടപീറ്റം കോശത്തിലും രണ്ട് മർമ്മങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്? *ചർച്ച ചെയ്യൂ.*

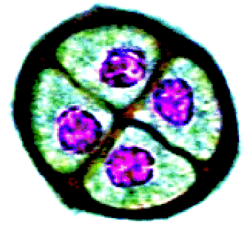
പരാഗിയുടെ വളർച്ചയുടെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ, ഓരോ രേണുപേടകത്തിന്റെയും മധ്യഭാഗത്തായി അടുത്തടുത്തു ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്ന സമാനകോശങ്ങൾ (Homogenous cells) കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയെ **രേണുജന്യകലകൾ** (Sporogenous tissue) എന്ന് പറയുന്നു.

പരാഗരേണു രൂപീകരണം (Microsporogenesis) : പരാഗി വളരുമ്പോൾ രേണുജന്യകലകളിലെ കോശങ്ങൾ ഊനഭംഗത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. തൽഫലമായി **മൈക്രോസ്പോർ ടെട്രാഡ്** (Microspore tetrad) ഉണ്ടാകുന്നു. *ഇത്തരത്തിലുള്ള ടെട്രാഡ് കോശങ്ങളിലെ **പ്ലോയിഡി** (Ploidy) എന്തായിരിക്കും?*

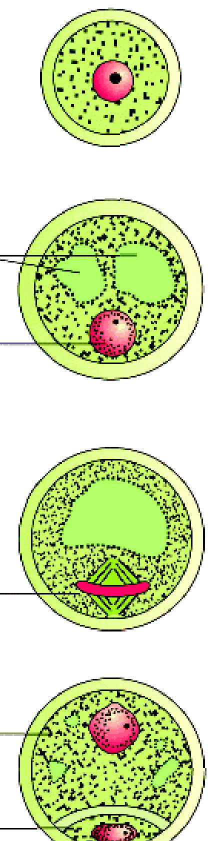
രേണുജന്യകലയിലെ ഓരോ കോശത്തിനും മൈക്രോസ്പോർ ടെട്രാഡ് ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. ആയതിനാൽ അവ ഓരോന്നും **രേണുമാതൃകോശമായി** (Microspore mother cell or pollen mother cell) വർത്തിക്കുന്നു. രേണുമാതൃകോശത്തിൽ നിന്ന് ഊനഭംഗത്തിലൂടെ പരാഗരേണു ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവർത്തനമാണ് **പരാഗ**



ചിത്രം 2.4 ചില പരാഗരേണുക്കളുടെ സ്കാനിംങ് ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെയുള്ള ചിത്രങ്ങൾ



(a)



(b)

ചിത്രം 2.5 (a) പരാഗരേണു ടെട്രാഡിന്റെ വലുതാക്കിയ ചിത്രം
(b) മൈക്രോസ്പോർ പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ പരാഗരേണുവായി മാറുന്ന ഘട്ടങ്ങൾ

രേണുരൂപീകരണം (Microsporogenesis). നാലു വീതമുള്ള കൂട്ടമായാണ് പരാഗരേണുക്കൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. ഇവയെ **മൈക്രോസ്പോർ ടെട്രാഡ്** (Microspore tetrad) എന്നു പറയുന്നു (ചിത്രം 2.5 a). വളർച്ച പൂർത്തീകരിക്കുമ്പോൾ പരാഗിക്ക് നിർജലീകരണം സംഭവിക്കുന്നതുമൂലം മൈക്രോസ്പോർ ടെട്രാഡിലെ രേണുക്കൾ അന്യോന്യം വേർപെട്ട് പരാഗരേണുക്കളായി മാറുന്നു (ചിത്രം 2.3 b). ഓരോ രേണുപേടകത്തിനകത്തും ആയിരക്കണക്കിന് പരാഗരേണുക്കൾ ഉണ്ടാകുന്നു. പരാഗിയുടെ ഭിത്തി പൊട്ടുന്നതിലൂടെ പരാഗരേണുക്കൾ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 2.3 c).

പരാഗരേണു (Pollen grain) : പരാഗരേണുക്കൾ **ആൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റിനെ** (Male gametophyte) പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. *ചെമ്പരത്തിയുടെയോ മറ്റേതെങ്കിലും പൂക്കളുടെയോ പൊട്ടിയ പരാഗിയിൽ സ്പർശിക്കുക. മഞ്ഞനിറത്തിലുള്ള പരാഗരേണുക്കൾ നിങ്ങളുടെ കൈവിരലുകളിൽ പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നതായി കാണാം. ഒരു ഗ്ലാസ്സ്സ്ലൈഡിൽ കുറച്ച് ജലത്തുള്ളികൾ എടുത്ത് അതിലേക്ക് പരാഗരേണുക്കളെ മാറ്റുക. ഇവയെ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കൂ. പരാഗരേണുക്കളുടെ വൈവിധ്യം കാണുന്നുണ്ടോ? വ്യത്യസ്ത സസ്യങ്ങളിലെ പരാഗരേണുക്കളുടെ വലുപ്പം, ആകൃതി, നിറങ്ങൾ, രൂപകൽപ്പന എന്നിവ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും (ചിത്രം 2.4).*

പരാഗരേണുക്കൾ സാധാരണയായി ഗോളാകൃതിയിലുള്ളതും 25 മുതൽ 50 മൈക്രോമീറ്റർ വരെ വ്യാസമുള്ളവയുമാണ്. പരാഗരേണുക്കളെ ആവരണം ചെയ്ത് രണ്ടു പാളികൾ ഉള്ള ഭിത്തി ഉണ്ട്. പരാഗരേണുക്കളുടെ ഏറ്റവും പുറമെയുള്ള കട്ടികൂടിയ പാളിയാണ് എക്സൈൻ (Exine). ഇതുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത് ഇന്ന് അറിയപ്പെടുന്ന ജൈവ വസ്തുക്കളിൽവച്ച് ഏറ്റവും ദൃഢമായ **സ്പോറോപൊളിനിൻ** (Sporopollenin) കൊണ്ടാണ്. ഇതിന് ഉയർന്ന താപത്തെയും വീര്യം കൂടിയ ആസിഡുകളെയും ആൽക്കലികളെയും പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിയും. സ്പോറോപൊളിനിനെ ശിഥിലമാക്കാൻ കഴിവുള്ള ഒരു രാസാഗ്നിയെക്കുറിച്ചും ഇന്നോളം ഒരറിവും നമുക്കില്ല. പരാഗരേണുക്കളുടെ എക്സൈനിൽ സ്പോറോപൊളിനിൻ കാണപ്പെടാത്ത ഭാഗത്തുള്ള ചെറുസുഷിരങ്ങളെ **ജേംപോറുകൾ** (Germ pores) എന്നു വിളിക്കുന്നു. പരാഗരേണുക്കളെ ഫോസിലുകളായി (ജീവാശ്മമായി) നിലനിർത്തുവാൻ സഹായിക്കുന്നത് സ്പോറോപൊളിനിൻ ആണ്.

ആകർഷകമായ വിധത്തിലുള്ള രൂപകൽപ്പനയാണ് എക്സൈനിൽ ദൃശ്യമാകുന്നത്. എന്തുകൊണ്ടാണ് എക്സൈൻ കട്ടിയുള്ളതായിരിക്കുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ജേംപോറിന്റെ ധർമ്മം എന്താണ്? പരാഗരേണുക്കളുടെ അകത്തെ പാളിയെ **ഇന്റൈൻ** (Intine) എന്നു വിളിക്കുന്നു. സെല്ലുലോസും പെക്റ്റിനും കൊണ്ട് നിർമ്മിതമായ കനം കുറഞ്ഞതും തുടർച്ചയായതുമായ പാളിയാണ് ഇത്. പരാഗരേണുക്കളുടെ കോശദ്രവ്യത്തെ പൊതിഞ്ഞ് **കോശസ്തരം** (Plasma membrane) കാണപ്പെടുന്നു. പൂർണ്ണ വളർച്ചയെത്തിയ പരാഗരേണുക്കളിൽ രണ്ട് കോശങ്ങൾ ഉണ്ട്. **കായിക കോശവും** (Vegetative cell) **ജെനറേറ്റീവ് കോശവും** (Generative cell). *ചിത്രം 2.5 നിരീക്ഷിച്ച് ഇവയുടെ വ്യത്യാസം കുറിക്കുക.* കായിക കോശങ്ങൾ വലുതും ധാരാളം സംഭൃതാഹാരം ഉള്ളതും വ്യക്തമായ ആകൃതി ഇല്ലാത്ത മർമ്മം ഉള്ളവയുമാണ്. കായിക കോശത്തിന്റെ കോശദ്രവ്യത്തിൽ ഒഴുകിനടക്കുന്ന ചെറിയ കോശമാണ് ജെനറേറ്റീവ് കോശം. ജെനറേറ്റീവ് കോശം സ്പിൻഡിൽ (spindle) ആകൃതിയിലുള്ളതും നിറയെ കോശദ്രവ്യമുള്ളതും ഏക മർമ്മം ഉള്ളതുമാണ്. 60 ശതമാനത്തിലേറെ സപുഷ്പികളിൽ രണ്ട് കോശങ്ങളുള്ള അവസ്ഥയിലാണ് പരാഗരേണുകൾ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നത്. മറ്റുള്ള സ്പീഷീസുകളിൽ പരാഗരേണുക്കൾ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നതിന് മുൻപായി ജെനറേറ്റീവ് കോശം ക്രമഭംഗത്തിലൂടെ വിഭജിച്ച് രണ്ട് **പുംബീജങ്ങൾ** (Male gametes) രൂപപ്പെടുന്നു (3 കോശങ്ങളുള്ള അവസ്ഥ).

പല സ്പീഷീസുകളിലെയും പരാഗരേണുക്കൾ ചില ആളുകളിൽ മാരകമായ അലർജിക്കും ശ്വസനനാളി രോഗങ്ങൾക്കും (Bronchial afflictions) കാരണമാകുന്നു. ഇത് ശ്വസനേന്ദ്രിയ രോഗങ്ങളായ ആസ്തമ, ബ്രോങ്കൈറ്റിസ് എന്നിവയിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ശ്വാസകോശ രോഗത്തിന് കാരണമായ പരാഗരേണുക്കളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഒരു സസ്യമാണ് ഗോതമ്പിന്റെ ഇറക്കുമതിയോടൊപ്പം ഇന്ത്യയിലെത്തപ്പെട്ട പാർത്തീനിയം അഥവാ ക്യാരറ്റ് ഗ്രാസ് (Parthenium or carrot grass).

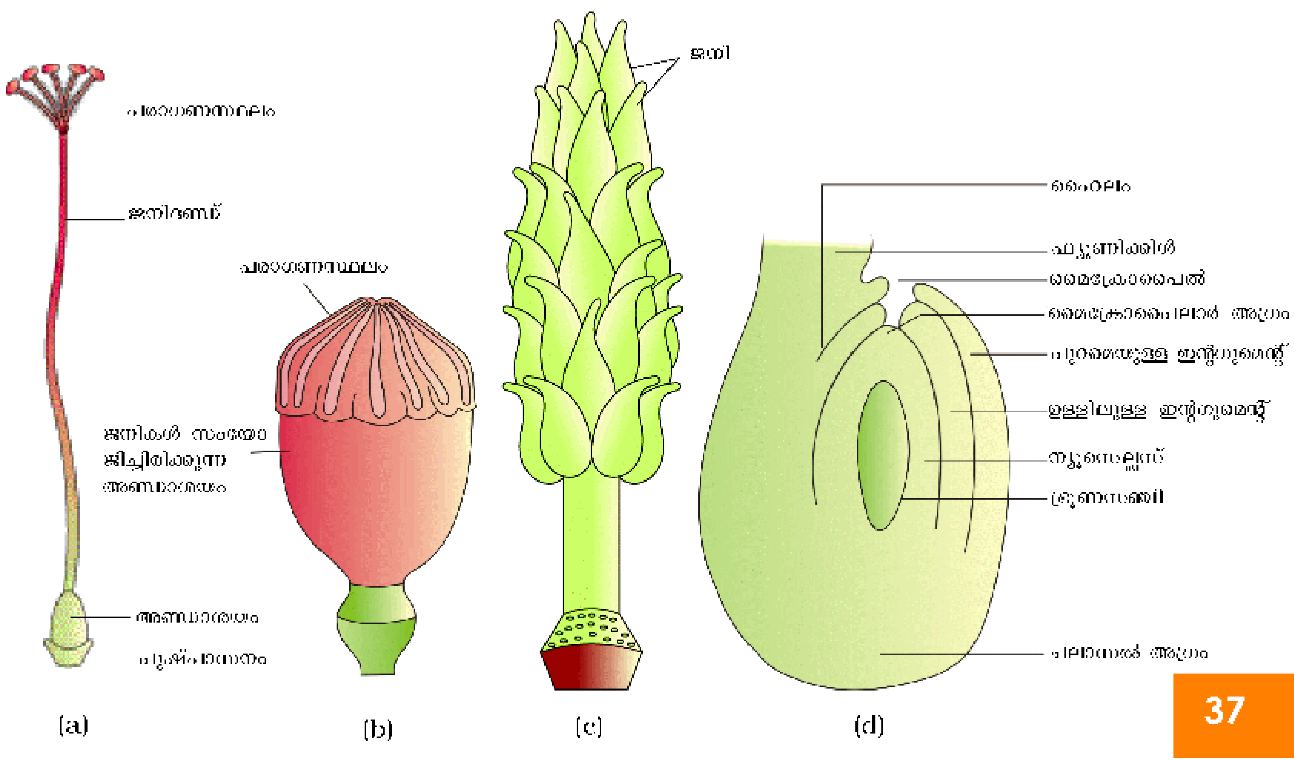
പരാഗരേണുക്കൾ പോഷക സമൃദ്ധമാണ്. ഈയടുത്ത കാലത്തായി പരാഗരേണുക്കൾ ഗുളികയുടെ (Tablets) രൂപത്തിൽ അനുബന്ധ ഭക്ഷണമായി (Food supplements) വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ ഗുളിക രൂപത്തിലും സിറപ്പ് രൂപത്തിലും ധാരാളം പരാഗരേണു ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ വിപണിയിൽ ലഭ്യമാണ്. പരാഗരേണുക്കളുടെ ഉപയോഗം കായികതാരങ്ങളുടെയും പന്തയക്കുതിരകളുടെയും ശേഷി വർധിപ്പിക്കുന്നതായി പറയപ്പെടുന്നുണ്ട്.

ചിത്രം 2.6 പരാഗരേണു ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ

പരാഗരേണുക്കൾ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞാൽ അവയുടെ **ജീവക്ഷമത** (Viability) നഷ്ടപ്പെടുന്നതിനു മുമ്പ് ബീജസംയോഗത്തിനായി പരാഗണസ്ഥലത്ത് (Stigma) എത്തിച്ചേരേണ്ടതുണ്ട്. എത്രകാലം വരെ പരാഗരേണുക്കൾക്ക് ജീവക്ഷമതയോടുകൂടി നിലനിൽക്കാൻ കഴിയും? ഈ കാലയളവ് ഒരു പരിധിവരെ താപം, ഈർപ്പം എന്നിവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. നെല്ല്, ഗോതമ്പ് മുതലായ ധാന്യവിളകളിൽ പരാഗരേണുക്കളുടെ ജീവക്ഷമത പരാഗിയിൽനിന്ന് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞ് 30 മിനിറ്റുവരെ നിലനിൽക്കും. റോസേസിയേ (Rosaceae), ലെഗുമിനോസെ (Leguminoseae), സൊളനേസിയേ (Solanaceae) എന്നീ സസ്യകുടുംബങ്ങളിലെ പരാഗരേണുക്കളുടെ ജീവക്ഷമത മാസങ്ങളോളം നിലനിൽക്കുന്നു. മനുഷ്യനുൾപ്പെടെയുള്ള ജന്തുക്കളിൽ പുംബീജം (Sperms) കൃത്രിമബീജാധാനം നടത്തുവാനായി സംഭരിക്കുന്നതിനെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ കേട്ടിരിക്കും. ഇത്തരത്തിൽ അനേകം സ്പീഷീസുകളുടെ പരാഗരേണുക്കളും ദ്രവ നൈട്രജനിൽ (-196°C) വർഷങ്ങളോളം സുക്ഷിച്ച് വയ്ക്കുവാൻ കഴിയും. ഇങ്ങനെ സംഭരിച്ചുവയ്ക്കുന്ന പരാഗരേണുക്കൾ വിത്തുബാങ്കുകളെ പോലെ പരാഗബാങ്കുകളായി സസ്യപരിപാലനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാം.

2.2.2 ജനി, മെഗാസ്പൊറാൻജിയം (ഓവ്യൂൾ), ഭ്രൂണസഞ്ചി (The Pistil, Megasporangium (ovule) and Embryo sac

ജനിപുടമാണ് (Gynoecium) പൂക്കളിലെ സ്ത്രീലൈംഗികാവയവം. ജനിപുടം ഒരു ജനി മാത്രമുള്ളതോ (Monocarpellary) ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ ജനികൾ ഉള്ളതോ (Multicarpellary)



ചിത്രം 2.7 (a) ജനി ദൃശ്യമാക്കുന്ന ചെമ്പരത്തിപ്പൂവിന്റെ ഛേദം (മറ്റു പുഷ്പഭാഗങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു)
(b) പപ്പാവറിന്റെ മൾട്ടികാർപ്പിലറി സിൻകാർപ്പസ് ജനി
(c) ചെമ്പകത്തിന്റെ മൾട്ടികാർപ്പിലറി അപ്പോകാർപ്പസ് ജനിപുടം
(d) ഒരു അനാട്രോപ്പസ് ഓവ്യൂളിന്റെ രേഖാചിത്രം

ആകാം. ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ജനി ഉണ്ടെങ്കിൽ അവ ഒരുമിച്ച് ഒരു കൂട്ടമായോ (Syncarpous) (ചിത്രം 2.7 b) അല്ലെങ്കിൽ ഓരോന്നും സ്വതന്ത്രമായോ കാണപ്പെടാം (Apocarpous) (ചിത്രം 2.7 c). ഓരോ ജനിക്കും **പരാഗണസ്ഥലം** (Stigma), **ജനിദണ്ഡ്** (Style), **അണ്ഡാശയം** (Ovary) എന്നീ മൂന്നു ഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ട്.

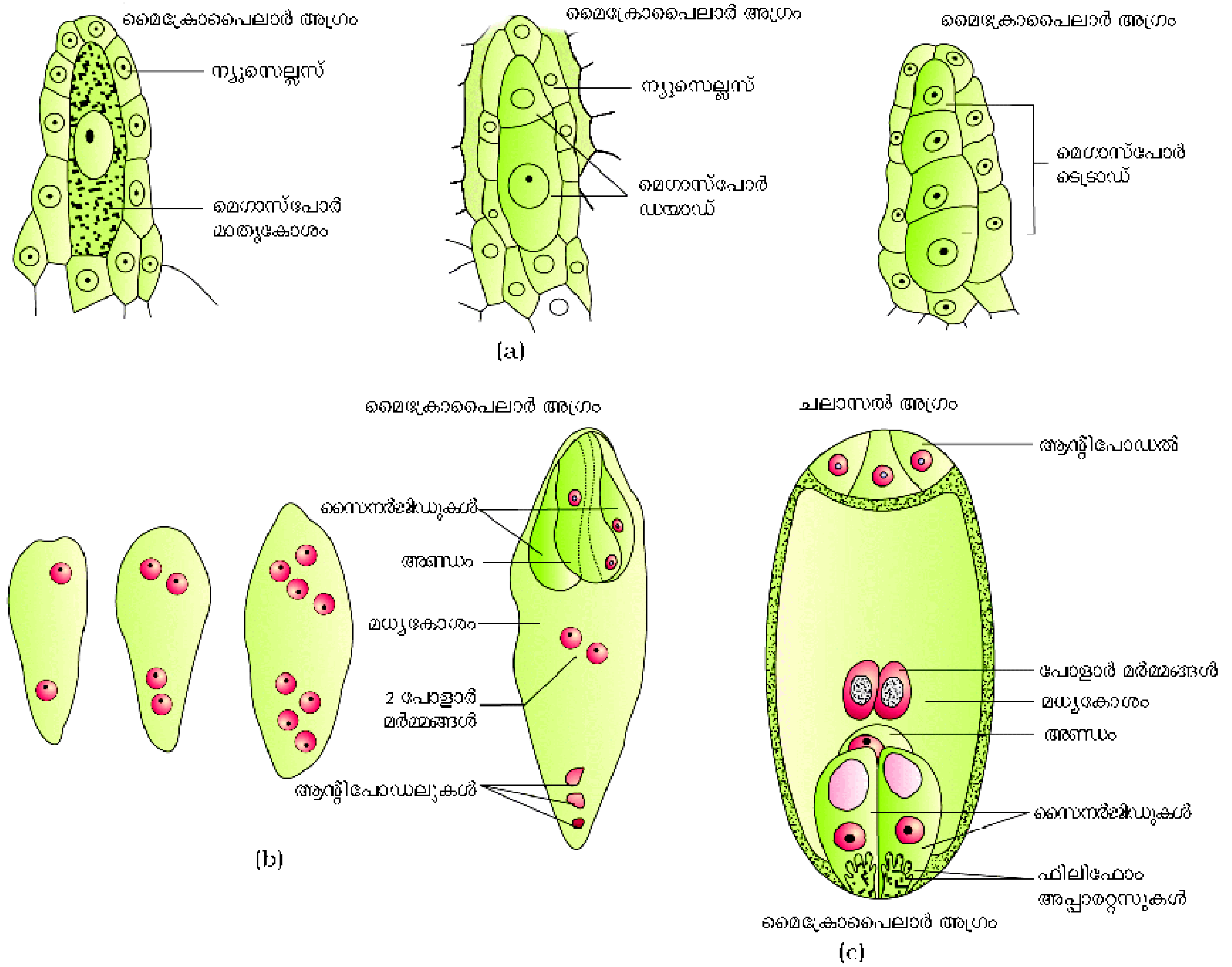
പരാഗരേണുക്കൾ പതിക്കുന്നതിനുള്ള അനുയോജ്യമായ സ്ഥലമായി പരാഗണസ്ഥലം വർത്തിക്കുന്നു. പരാഗണസ്ഥലത്തിന് താഴെയായി കാണുന്ന നീളമുള്ള വണ്ണംകുറഞ്ഞ ഭാഗമാണ് **ജനിദണ്ഡ്**. ജനിയുടെ വീർത്തിരിക്കുന്ന അടിഭാഗമാണ് അണ്ഡാശയം. അണ്ഡാശയത്തിനുള്ളിൽ **അണ്ഡാശയ അറ** (Ovarian cavity) കാണപ്പെടുന്നു. അണ്ഡാശയ അറയ്ക്കകത്താണ് **പ്ലാസന്റ** (Placenta) സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. പ്ലാസന്റ എന്താണെന്നും വിവിധതരത്തിലുള്ള പ്ലാസന്റയെക്കുറിച്ചും പതിനൊന്നാം ക്ലാസ്സിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഓവ്യൂളുകൾ (Ovules) എന്നറിയപ്പെടുന്ന മെഗാസ്പൊറാൻജിയ പ്ലാസന്റയിൽ നിന്നും രൂപപ്പെടുന്നു. അണ്ഡാശയത്തിലെ ഓവ്യൂളുകളുടെ എണ്ണം ഒന്നോ (ഗോതമ്പ്, നെല്ല്, മാങ്ങ) അതിൽ കൂടുതലോ (പപ്പായ, തണ്ണിമത്തൻ, ഓർക്കിഡ്) ആകാം.

മെഗാസ്പൊറാൻജിയം (Ovule) : *ചിത്രം 2.7 d പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിലേക്ക് പകർത്തി വരച്ച് വിവിധ ഭാഗങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുക.* **ഫ്യൂണിക്കിൾ** (Funicle) എന്ന് വിളിക്കുന്ന തണ്ടുവഴി ഓവ്യൂൾ പ്ലാസന്റയുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഫ്യൂണിക്കിളുമായി യോജിക്കുന്ന ഓവ്യൂളിന്റെ ഭാഗത്തെ **ഹൈലം** (Hilum) എന്ന് പറയുന്നു. അതായത് ഓവ്യൂളും ഫ്യൂണിക്കിളും സന്ധിക്കുന്ന ഭാഗത്തെയാണ് ഹൈലം പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നത്. ഓരോ ഓവ്യൂളിന് ചുറ്റുമായി ഒന്നോ രണ്ടോ സംരക്ഷണ ആവരണങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. അവയെ **ഇന്റഗ്യുമെന്റുകൾ** (Integuments) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇന്റഗ്യുമെന്റിനാൽ ആവരണം ചെയ്തുകാണുന്ന ഓവ്യൂളിന്റെ ഭാഗമാണ് **ന്യൂസെല്ലസ്** (Nucellus). ഇന്റഗ്യുമെന്റുകൾ അഗ്രഭാഗം ഒഴികെ ഓവ്യൂളിനെ മുഴുവനായി ആവരണം ചെയ്യുന്നു. ഇന്റഗ്യുമെന്റുകൾ ഇല്ലാത്ത അഗ്രഭാഗത്തുള്ള ചെറുസുഷിരമാണ് **മൈക്രോപൈൽ** (Micropyle). മൈക്രോപൈലാർ വശത്തിന്റെ എതിർഭാഗത്തായി കാണപ്പെടുന്ന ഭാഗമാണ് **ചലാസ** (Chalaza). ഇത് ഓവ്യൂളിന്റെ അടിവശത്തെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു.

ന്യൂസെല്ലസ് കോശങ്ങൾ സംഭൃതാഹാര സമ്പുഷ്ടമാണ്. ഭ്രൂണസഞ്ചി അഥവാ പെൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റ് (Female gametophyte) ന്യൂസെല്ലസിനുള്ളിലാണ് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. സാധാരണയായി ഒരു ഓവ്യൂളിൽ ഒരു മെഗാസ്പോറിൽ നിന്നും രൂപപ്പെടുന്ന ഒരു ഭ്രൂണസഞ്ചിമാത്രമേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളു.

മെഗാസ്പോറോജെനിസിസ് : മെഗാസ്പോർ മാതൃകോശത്തിൽ (Megaspore mother cell) നിന്നും മെഗാസ്പോർ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയാണ് മെഗാസ്പോറോജെനിസിസ്. ഓവ്യൂളിനുള്ളിൽ ന്യൂസെല്ലസിലെ മൈക്രോപൈലാർ വശത്തുള്ള ഒരുകോശം മെഗാസ്പോർ മാതൃകോശമായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. നിറയെ കോശദ്രവ്യവും വ്യക്തമായ മർമ്മവും ഉള്ള വലിയ കോശമാണിത്. ഈ മെഗാസ്പോർ മാതൃകോശം (M MC) ഊനഭംഗത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. എം.എം.സി. ഊനഭംഗത്തിന് വിധേയമാകുന്നതുകൊണ്ടുള്ള പ്രാധാന്യം എന്താണ്? ഊനഭംഗത്തിന്റെ ഫലമായി നാല് മെഗാസ്പോറുകൾ (Megaspores) ഉണ്ടാകുന്നു (ചിത്രം 2.8 a).

പെൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റ് : ഒട്ടുമിക്ക സപുഷ്പികളിലും നാല് മെഗാസ്പോറുകളിൽ ഒന്നു മാത്രം നിലനിൽക്കുകയും ബാക്കിയുള്ള മൂന്നെണ്ണം നശിച്ചുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. സജീവമായ മെഗാസ്പോർ മാത്രം പെൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റ് [ഭ്രൂണസഞ്ചി (Embryo sac)] ആയി വികാസം പ്രാപിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഒരു മെഗാസ്പോറിൽ നിന്നും ഭ്രൂ



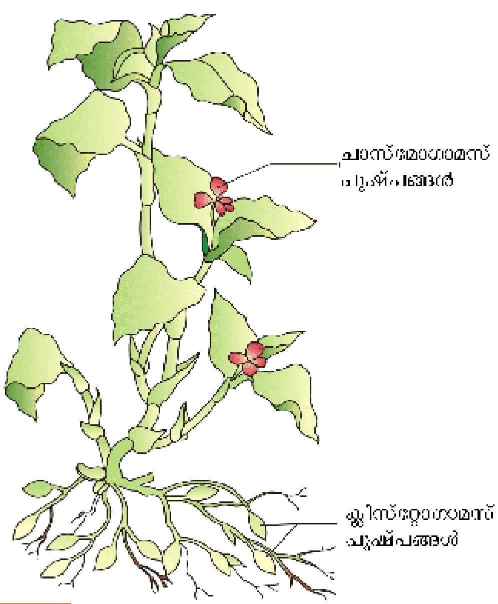
ചിത്രം 2.8 (a) ഒരു വലിയ മെഗാസ്പോർ മാതൃകോശം, മെഗാസ്പോറിന്റെ ഡയാഡ്, ടെട്രാഡ് എന്നിവ വ്യക്തമാക്കുന്ന ഓവ്യൂളിന്റെ ഭാഗം
(b) 2, 4, 8, മർമ്മങ്ങളുള്ള ഭ്രൂണസഞ്ചിയുടെ ഘട്ടങ്ങളും പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ ഭ്രൂണസഞ്ചിയും
(c) പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ ഭ്രൂണസഞ്ചിയുടെ ചിത്രീകരണം

ണസഞ്ചി ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയെ **മോണോസ്പോറിക്** (Monosporic) തരത്തിലുള്ള ഭ്രൂണസഞ്ചി രൂപപ്പെടൽ എന്നുപറയുന്നു. *ന്യൂസെല്ലസ് കോശങ്ങൾ എംഎംസി, സജീവമെഗാസ്പോർ, പെൺ ഗാമീറ്റോഫൈറ്റ് എന്നിവയുടെ പ്ലോയിഡി കണ്ടെത്തി പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ എഴുതുക.*

നമുക്കിനി ഭ്രൂണസഞ്ചിയുടെ രൂപീകരണത്തെക്കുറിച്ച് അൽപ്പം കൂടി വിശദമായി പഠിക്കാം. സജീവമായ മെഗാസ്പോറിന്റെ മർമ്മം ക്രമഭംഗത്തിന് വിധേയമായി രണ്ടു മർമ്മമാകുകയും ഭ്രൂണസഞ്ചിയുടെ രണ്ട് ധ്രുവങ്ങളിലേക്ക് മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് **ദ്വിമർമ്മഭ്രൂണസഞ്ചി** (2-nucleated embryo sac) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. തുടർന്ന് ഓരോ മർമ്മവും രണ്ട് ക്രമഭംഗത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. തൽഫലമായി ആദ്യം 4 മർമ്മമുള്ള ഭ്രൂണസഞ്ചി (4-nucleated embryo sac) രൂപപ്പെടുകയും അത് പിന്നീട് 8 മർമ്മമുള്ള ഭ്രൂണസഞ്ചിയായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ക്രമഭംഗ വിഭജനങ്ങളിലെല്ലാം മർമ്മത്തിന് മാത്രമാണ് വിഭജനം നടക്കുന്നത്. അതായത് മർമ്മവിഭജനത്തിനുശേഷം

(a)

(b)



(c)

ചിത്രം 2.9 (a) സ്വപരാഗണം നടത്തുന്ന പുഷ്പങ്ങൾ
(b) പരപരാഗണം നടത്തുന്ന പുഷ്പങ്ങൾ
(c) ക്ലീസ്റ്റോഗാമസ് പുഷ്പങ്ങൾ

പെട്ടെന്ന് അവയ്ക്ക് ചുറ്റും കോശഭിത്തി ഉണ്ടാകുന്നില്ല. 8 മർമ്മഘട്ടത്തിനുശേഷം മർമ്മങ്ങൾക്കു ചുറ്റുമായി കോശഭിത്തിയുടെ രൂപീകരണം നടക്കുകയും അത് മാതൃകാ ഭ്രൂണസഞ്ചി അല്ലെങ്കിൽ ഫീമെയിൽ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റായി രൂപാന്തരപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ചിത്രം 2.8 b, c എന്നിവയിലെ ഭ്രൂണസഞ്ചിയിലെ കോശങ്ങളുടെ വിന്യാസം നിരീക്ഷിക്കുക. 8 മർമ്മങ്ങളിൽ ആറെണ്ണത്തിനു ചുറ്റും കോശഭിത്തി ഉണ്ടാവുകയും അവ ആറ് കോശങ്ങളായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാക്കിയുള്ള രണ്ട് മർമ്മങ്ങൾ **പോളാർ മർമ്മങ്ങൾ** എന്നറിയപ്പെടുകയും ഭ്രൂണസഞ്ചിയുടെ മധ്യഭാഗത്തുള്ള വലിയ മധ്യകോശത്തിൽ (Central cell) സ്ഥിതി ചെയ്യുകയും ചെയ്യുന്നു.

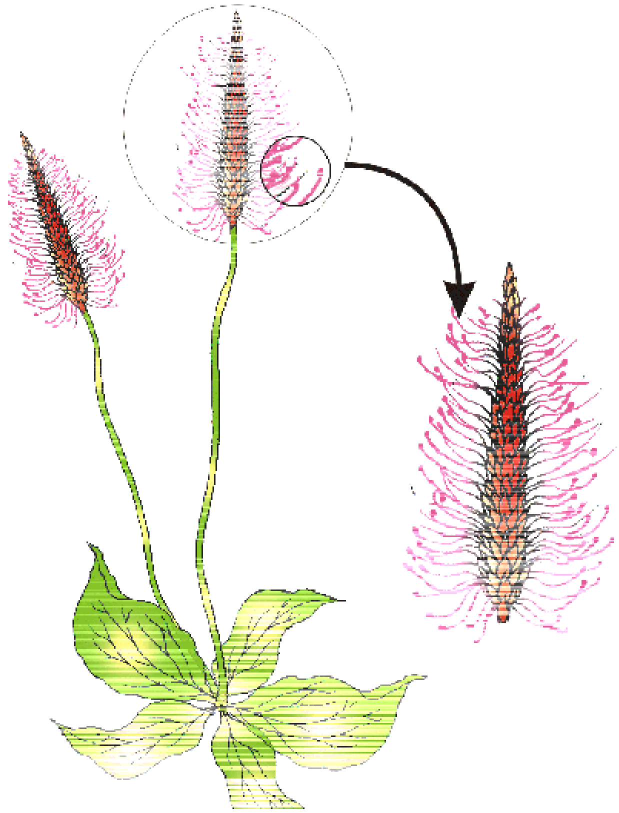
ഭ്രൂണസഞ്ചിയിൽ കോശങ്ങൾ പ്രത്യേകരീതിയിലാണ് വിന്യസിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. മൂന്ന് കോശങ്ങൾ ഒരുമിച്ച് ചേർന്ന് മൈക്രോപൈലാർ ഭാഗത്ത് കാണപ്പെടുന്നു. അവയെ **എഗ് അപ്പാരറ്റസ്** (Egg apparatus) എന്നു വിളിക്കുന്നു. എഗ് അപ്പാരറ്റസിന് രണ്ട് **സൈനർജിഡ്** (synergids) കോശങ്ങളും ഒരു **അണ്ഡകോശവും** (Egg) ഉണ്ട്. സൈനർജിഡുകളുടെ മൈക്രോപൈലാർ അറ്റത്തുള്ള കനംകൂടിയ പ്രത്യേക കോശഘടനയെ **ഫിലിഫോം അപ്പാരറ്റസ്** (Filiform apparatus) എന്നു വിളിക്കുന്നു. പരാഗനാളിയെ സൈനർജിഡിലേക്ക് നയിക്കുക എന്നതാണ് ഇതിന്റെ ധർമ്മം. ചലാസൽ അറ്റത്തുള്ള മൂന്ന് കോശങ്ങളെ **ആന്റിപോഡലുകൾ** (Antipodals) എന്നു വിളിക്കുന്നു. മുമ്പ് സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ മധ്യഭാഗത്തുള്ള വലിയ കോശത്തിന് രണ്ടു പോളാർ മർമ്മങ്ങൾ ഉണ്ട്. അതിനാൽ സപുഷ്പികളിലെ പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ ഭ്രൂണസഞ്ചി സാധാരണയായി 8 മർമ്മങ്ങളും 7 കോശങ്ങളും ഉള്ളവയാണ്.

2.2.3 പരാഗണം

സപുഷ്പികളായ സസ്യങ്ങളിൽ പുംബീജം പരാഗരേണുവിനുള്ളിലും അണ്ഡം ഭ്രൂണസഞ്ചിക്കകത്തും ഉണ്ടാകുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾ നേരത്തെ പഠിച്ചു. രണ്ടുതരം ബീജങ്ങളും ചലനശേഷിയില്ലാത്തവയായതിനാൽ ബീജസംയോഗത്തിനായി ഇവ ഒരുമിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. എങ്ങനെയാണ് ഇത് സാധ്യമാകുന്നത്? പരാഗണം എന്ന പ്രക്രിയയിലൂടെയാണ് ഇത് സാധ്യമാകുന്നത്. പരാഗിയിൽ നിന്ന് പുറത്തുവരുന്ന പരാഗരേണുക്കൾ ജനിയിലെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **പരാഗണം**. സപുഷ്പികളിൽ പരാഗണം സാധ്യമാക്കുന്നതിനായി ധാരാളം അനുകൂലനങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. സസ്യങ്ങൾ പരാഗണത്തിനായി ബാഹ്യപരാഗണകാരികളെ ആശ്രയിക്കുന്നു. *പരാഗണത്തിന് സഹായിക്കുന്ന ബാഹ്യ പരാഗണകാരികളുടെ ലിസ്റ്റ് തയാറാക്കുക.*

പരാഗണം - വിവിധതരത്തിൽ : പരാഗരേണുക്കളുടെ ഉറവിടമനുസരിച്ച് പരാഗണം മൂന്ന് തരമുണ്ട്.

(i) **ആട്ടോഗമി (*Autogamy*) :** ഒരേ പൂവിൽ തന്നെ നടക്കുന്ന പരാഗണം ആണിത്. ഒരു പൂവിലെ പരാഗരേണു അതേ പൂവിന്റെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് തന്നെ പതിക്കുന്നു. (ചിത്രം 2.9 a). പരാഗിയും പരാഗണസ്ഥലവും ദൃശ്യമാകുന്ന രീതിയിൽ വിരിഞ്ഞുനിൽക്കുന്ന പൂവിൽ പൂർണമായും ആട്ടോഗമി നടക്കാനുള്ള സാധ്യത വിരളമാണ്. ഇത്തരം പൂക്കളിൽ ആട്ടോഗമി നടക്കണമെങ്കിൽ പരാഗരേണുക്കൾ പുറത്തേക്ക് വരുന്നതും പരാഗണസ്ഥലം പരാഗരേണുക്കളെ സ്വീകരിക്കാൻ തയാറാകുന്നതും ഒരേ സമയത്തായിരിക്കണം. പരാഗിയും പരാഗണസ്ഥലവും സ്വപരാഗണം സാധ്യമാക്കുന്നതിനായി അടുത്തടുത്ത് കാണപ്പെടുകയും വേണം. വയോള, പാൻസി (Viola, Pansy), പുളിയാറില (Oxalis), അടുക്കവെറ്റില (Commelina) എന്നീ സസ്യങ്ങളിൽ ചാസ്മോഗാമസ്, ക്ലീസ്റ്റോഗാമസ് എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു തരം പൂക്കളുണ്ടാകുന്നു. പരാഗിയും പരാഗണസ്ഥലവും ദൃശ്യമാകുന്ന രീതിയിൽ വിരിഞ്ഞു നിൽക്കുന്ന പൂക്കൾ ചാസ്മോഗാമസ് (Chasmogamous) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ക്ലീസ്റ്റോഗാമസ് പൂക്കൾ (Cleistogamous) ഒരിക്കലും വിടരുന്നില്ല (ചിത്രം 2.9 c). ഇത്തരം പൂക്കളിൽ പരാഗിയും പരാഗണസ്ഥലവും വളരെ അടുത്ത് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. വിടരാത്തപൂക്കൾക്കുള്ളിൽ വച്ച് പരാഗിയിൽ നിന്ന് പരാഗരേണുക്കൾ പുറത്തേക്ക് വന്നാൽ ഉടൻ തന്നെ അവ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിച്ച് പരാഗണം സാധ്യമാകുന്നു. മറ്റൊരു പൂവിന്റെയും പരാഗരേണുക്കൾ ഇത്തരം പൂക്കളിൽ പതിക്കാൻ സാധ്യതയില്ലാത്തതിനാൽ ഇവയിൽ ആട്ടോഗമി മാത്രമേ നടക്കാറുള്ളൂ. ഇത്തരം പൂക്കളിൽ പരാഗണകാരികളില്ലെങ്കിലും വിത്തുണ്ടാകുമെന്നുറപ്പാണ്. *ക്ലീസ്റ്റോഗമി സസ്യങ്ങൾക്ക് ഗുണകരമാണോ ദോഷകരമാണോ? എന്തുകൊണ്ട്? കുറിപ്പ് തയാറാക്കി അവതരിപ്പിക്കൂ.*

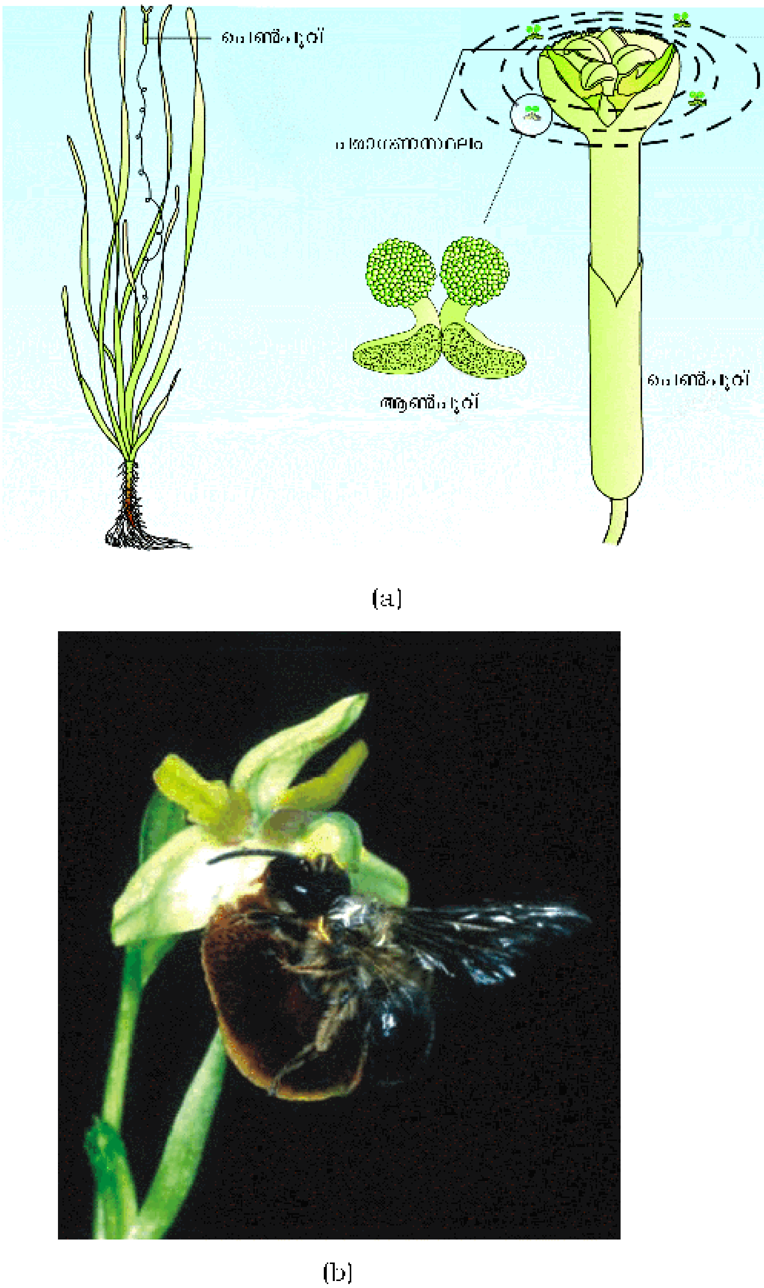


ചിത്രം 2.10 കാറ്റിലൂടെ പരാഗണം നടക്കുന്ന സസ്യത്തിന്റെ പൂങ്കുലയും ദൃശ്യമാകുന്ന തരത്തിലുള്ള കേസരവും

(ii) **ഗെയ്റ്റിനോഗമി (Geitonogamy) :** ഒരു പൂവിന്റെ പരാഗരേണുക്കൾ അതേ സസ്യത്തിലെ മറ്റൊരു പൂവിന്റെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുന്ന രീതിയാണ് ഗെയ്റ്റിനോഗമി. പരാഗണകാരികൾ ഉൾപ്പെടുന്നതിനാൽ ധർമ്മപരമായി ഇത് പരപരാഗണമാണ്. എന്നിരുന്നാലും പരാഗരേണുക്കളുടെ ഉറവിടം ഒരേ സസ്യത്തിൽ നിന്നായതിനാൽ ജനിതകപരമായി ഇത് ആട്ടോഗമിയാണ്.

(iii) **സെനോഗമി (Xenogamy)**

പരാഗരേണുക്കൾ ഒരു പൂവിൽ നിന്ന് അതേവർഗത്തിലുള്ള മറ്റൊരു സസ്യത്തിന്റെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് സെനോഗമി (ചിത്രം 2.9 b). ജനിതകപരമായി വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുന്ന പരാഗരേണുക്കളെ പരാഗണസ്ഥലത്തെത്തിക്കുന്ന ഏകപരാഗണ രീതിയാണിത്.



ചിത്രം 2.11 (a) വാലിസ്നേറിയയിൽ ജലത്തിലൂടെയുള്ള പരാഗണം (b) ഷഡ്പദങ്ങൾ വഴിയുള്ള പരാഗണം

പരാഗണകാരികൾ : ജലത്തിലൂടെയുള്ള പരാഗണം സപുഷ്പികളിൽ അപൂർവമാണ്. ഏകദേശം 30 ജീനസുകളിലാണ് (മിക്കവാറും ഏകബീജപത്ര സസ്യങ്ങൾ) ഇത്തരം പരാഗണം നടക്കുന്നത്. ഇതിനു വിപരീതമായി താണതരം സസ്യങ്ങളായ ആൽഗകൾ, ബ്രയോഫൈറ്റ്, ടെറിഡോഫൈറ്റ് എന്നിവയിൽ പുംബീജത്തിന്റെ സംവഹനത്തിന് ജലം അത്യാവശ്യമാണെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാം. ചില ബ്രയോഫൈറ്റുകളും ടെറിഡോഫൈറ്റുകളും ചില പ്രത്യേകസ്ഥലങ്ങളിൽ മാത്രം കാണപ്പെടുന്നതിന്റെ കാരണം അവയുടെ പുംബീജത്തിന്റെ സംവഹനത്തിനും ബീജസംയോഗത്തിനും ജലം ആവശ്യമായതുകൊണ്ടാണ്. ശുദ്ധജല സസ്യങ്ങളായ വാലിസ്നേറിയ (Vallisneria), ഹൈഡ്രില്ല (Hydrilla), കടൽസസ്യമായ സോസ്റ്റീറ (Zostera) എന്നിവ ജലത്തിലൂടെ പരാഗണം നടത്തുന്ന സസ്യങ്ങൾക്കുദാഹരണങ്ങളാണ്. എല്ലാ ജല സസ്യങ്ങളും ജലത്തിലൂടെ പരാഗണം നടത്തുന്നവയല്ല. ജലോപരിതലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന കുളവാഴ (Water hyacinth), ആമ്പൽ (Water lily)മുതലായ സസ്യങ്ങളിൽ കരയിലെ സസ്യങ്ങളിലെന്ന പോലെ ഷഡ്പദങ്ങളോ കാറ്റോ വഴിയുള്ള പരാഗണമാണ് നടക്കുന്നത്. വാലിസ്നേറിയയിൽ പെൺപൂക്കളുടെ നീണ്ടതണ്ടുകൾ അവയെ ജലോപരിതലത്തിലേക്ക് എത്തിക്കുന്നു. ആൺ പൂക്കളോ പരാഗരേണുക്കളോ ജലോപരിതലത്തിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു. ജലതരംഗങ്ങൾ ഇവയെ പെൺപൂക്കളിലെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് എത്തിക്കുന്നു (ചിത്രം.2.11 a). ജലത്തിലൂടെ പരാഗണം നടത്തുന്ന മറ്റൊരു തരം സസ്യമായ സോസ്റ്റീറയിൽ പെൺപൂവ് വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങികിടക്കുന്നു. ഇവയിൽ പരാഗരേണുക്കൾ വെള്ളത്തിനടിയിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു. ഇവയുടെ പൂക്കളിലെ പരാഗരേണുക്കൾ നീളമുള്ളവയും റിബൺ പോലുള്ളവയുമാണ്. അവ ജലത്തിലൂടെ പരാഗണസ്ഥലത്തെത്തി പരാഗണം നടത്തുന്നു. ജലത്തിലൂടെ പരാഗണം നടക്കുന്ന ഭൂരിഭാഗം സസ്യങ്ങളിലെയും പരാഗരേണുക്കൾ വഴുവഴുപ്പുള്ള (Mucilaginous) ആവരണമുള്ളവയാണ്. പരാഗരേണുക്കൾ നനഞ്ഞ് നശിച്ചു പോകാതിരിക്കാനുള്ള അനുകൂലനമാണിത്. ജലത്തിലൂടെയും വായുവിലൂടെയും പരാഗണം നടക്കുന്ന പൂക്കളിൽ ആകർഷകമായ നിറമോ തേനോ കാണപ്പെടുന്നില്ല. ഇതിനുള്ള കാരണമെന്തായിരിക്കും?

ഭൂരിഭാഗം സപുഷ്പികളും വ്യത്യസ്ത തരം ജീവികളെ പരാഗണകാരികളായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. തേനീച്ച, പൂമ്പാറ്റ, ഈച്ചകൾ, വണ്ട്, കടന്നൽ, ഉറുമ്പ്, നിശാശലഭം, പക്ഷികൾ (തേൻ കുരുവികൾ, ഹമ്മിംഗ് ബേർഡ്), വവ്വാൽ തുടങ്ങിയവയാണ് സാധാരണ പരാഗണകാരികൾ (ചിത്രം 2.11 b). ജന്തുക്കളിൽ ഷഡ്പദങ്ങളായ തേനീച്ചകളാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട പരാഗണകാരികൾ. പ്രൈമേറ്റുകളായ ലിമറുകൾ, മരങ്ങളിൽ ജീവിക്കുന്ന കരണ്ടുതിന്നുന്ന ജീവികൾ (Arboreal rodents), ഉരഗങ്ങളായ (Reptiles) പല്ലികൾ, ഓന്തുകൾ (Gecko lizard) തുടങ്ങിയ ജീവികളും ചില സസ്യങ്ങളിലെ പരാഗണകാരികളാണെന്ന് റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ജന്തുക്കൾ വഴി പരാഗണം നടത്തുന്ന സസ്യങ്ങൾ അവയെ ആകർഷിക്കുന്നതിന് അനുകൂലനങ്ങളുള്ളവയാണ്. *ചുറ്റുപാടുമുള്ള പൂക്കളെ നിരീക്ഷിച്ച് ഇത്തരം പൂക്കളിലുള്ള അനുകൂലനങ്ങൾ കണ്ടെത്തുക.*

ഷഡ്പദങ്ങളിലൂടെ പരാഗണം നടക്കുന്ന ഭൂരിഭാഗം പുഷ്പങ്ങളും വലുപ്പമുള്ളവയും, നിറം, മണം, തേൻ എന്നിവ ഉള്ളവയുമായിരിക്കും. പൂക്കൾ ചെറുതാണെങ്കിൽ അവ ധാരാളം എണ്ണമുണ്ടാവുകയും ഒരുമിച്ച് ചേർന്ന് പുങ്കുലകളായി കാണപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഇത് പൂക്കളെ എളുപ്പത്തിൽ ദൃശ്യമാക്കുന്നു. നിറമോ, മണമോ കാരണം ജന്തുക്കൾ ഇവയിൽ ആകൃഷ്ടരാകുന്നു. ഈച്ചകളും വണ്ടുകളും പരാഗണകാരികളായിട്ടുള്ള പൂക്കൾ ദുർഗന്ധത്തിലൂടെ (Foul odour) അവയെ ആകർഷിക്കുന്നു. ജന്തുക്കളുടെ സന്ദർശനം ഉറപ്പാക്കുന്നതിനായി പൂക്കൾ തേനും പരാഗരേണുക്കളും പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ഇവ സ്വീകരിക്കാൻ പൂക്കളെ സന്ദർശിക്കുന്ന ജന്തുക്കൾ പരാഗിയും പരാഗണസ്ഥലവുമായും സമ്പർക്കത്തിൽ വരുന്നു. ഈ സമയം ഇത്തരം പൂക്കളിലെ ഒട്ടിപ്പിടിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള പരാഗരേണുക്കൾ ജന്തുക്കളുടെ ശരീരത്തിൽ പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നു. ജന്തുക്കൾ മറ്റുള്ള പൂക്കൾ സന്ദർശിക്കുകയും അവയുടെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് ചെന്നിരിക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ പരാഗണം സാധ്യമാകുന്നു.

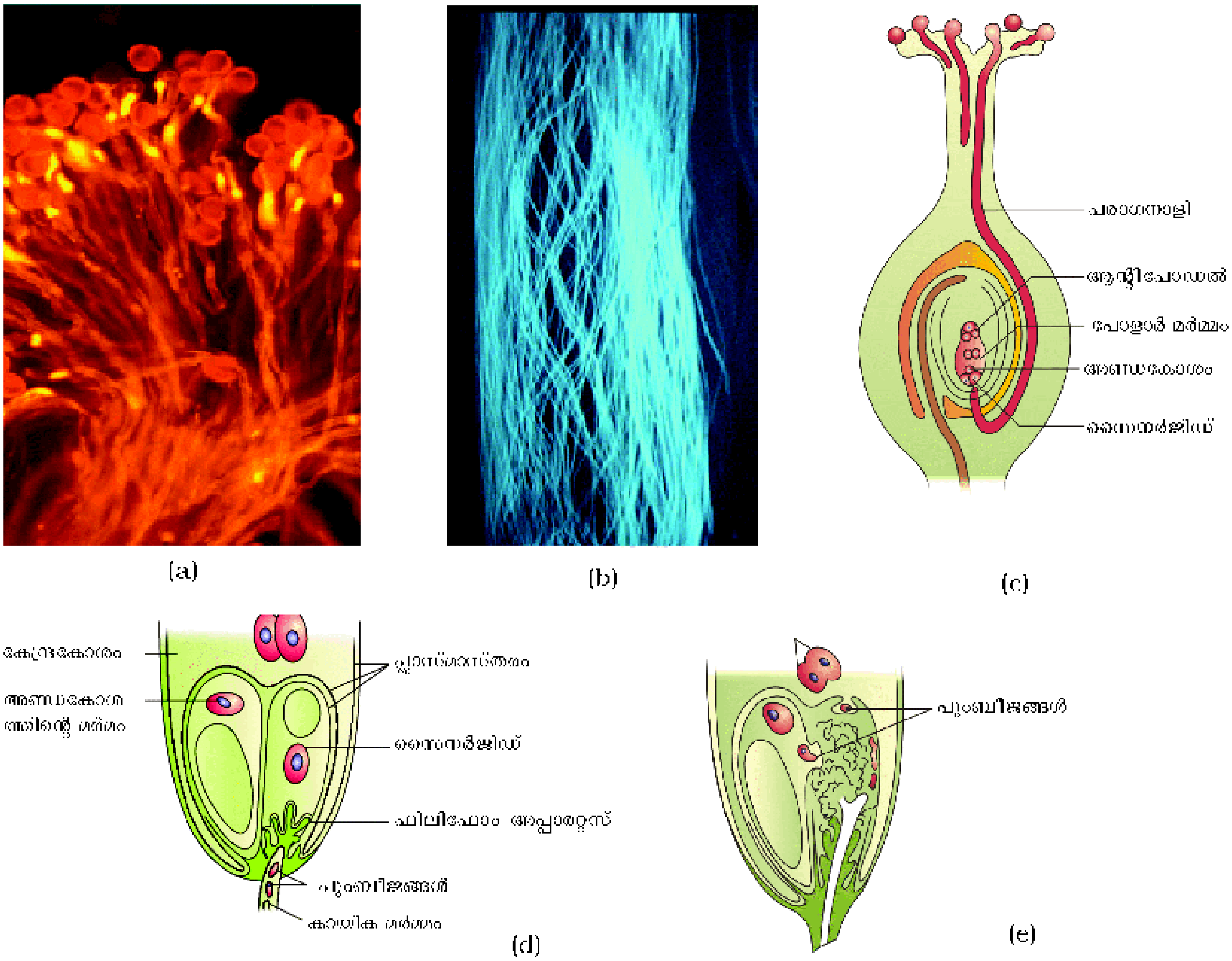
ചില സസ്യസ്പീഷീസുകൾ അവയുടെ പൂക്കളിൽ ചില പ്രാണികൾക്ക് മുട്ടയിടാനുള്ള സൗകര്യമൊരുക്കിക്കൊടുക്കാറുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി ഏറ്റവും നീളം കൂടിയ (ആറടിയോളം പൊക്കമുള്ള) ചേനപ്പൂവിനുള്ളിൽ (Amorphophallus) പ്രാണികൾ മുട്ടയിടുന്നു. ഇതുപോലുള്ള മറ്റൊരു ബന്ധം കാണാവുന്നത് ഒരു തരം നിശാശലഭവും യക്കാ (Yucca) സസ്യവും തമ്മിലാണ്. ഇവിടെ രണ്ടു ജീവികൾക്കും അവയുടെ ജീവിതചക്രം പൂർത്തീകരിക്കുവാൻ പരസ്പരസഹായം ആവശ്യമാണ്. യക്കാ സസ്യത്തിന്റെ അണ്ഡാശയത്തിനുള്ളിലെ അറകളിലാണ് നിശാശലഭം മുട്ടയിടുന്നത്. തത്സമയം ശലഭത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ സസ്യത്തിൽ പരാഗണം നടക്കുന്നു. യക്കാ ചെടിയുടെ വിത്ത് പാകമാകുമ്പോൾ മുട്ടയിൽനിന്നും നിശാശലഭത്തിന്റെ ലാർവകൾ പുറത്ത് വരുന്നു. *ഇത്തരത്തിൽ സസ്യങ്ങളും പരാഗണകാരികളും തമ്മിലുള്ള അഭേദ്യമായ ബന്ധം കാണിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ ശേഖരിച്ച് ഒരു ആൽബം തയാറാക്കൂ.*

വെള്ളരി, മാവ്, ആൽ, മുല്ല, പപ്പായ, ഉള്ളി, ബെഗോണിയ (വാൽമയർ), പരുത്തി, പുകയിലച്ചെടി, റോസ, നാരകം, യൂക്കാലിപ്റ്റസ്, വാഴ എന്നീ സസ്യങ്ങളെ (അല്ലെങ്കിൽ നിങ്ങൾക്ക് ചുറ്റുമുള്ള മറ്റ് ഏതെങ്കിലും സസ്യങ്ങളെ) നിരീക്ഷിക്കുക. ഏതൊക്കെ ജന്തുക്കളാണ് അവയെ നിത്യവും സന്ദർശിക്കുന്നത്? അവ ആ സസ്യങ്ങളുടെ പരാഗണകാരികളാണോ? കുറച്ചു ദിവസങ്ങൾ, പല സമയങ്ങളിലായി നിങ്ങൾ അവയെ നിരീക്ഷിക്കുക. ഈ സസ്യങ്ങളുടെ പൂക്കളുടെ സവിശേഷതയ്ക്കും അവയെ സന്ദർശിക്കുന്ന ജന്തുക്കൾക്കും തമ്മിൽ എന്തെങ്കിലും ബന്ധം കാണുന്നുണ്ടോ? ഈ ജീവികൾക്ക് മാത്രമേ അവയിൽ പരാഗണം നടത്താൻ സാധിക്കൂ. അതിനാൽ അവ പരാഗിയും പരാഗണസ്ഥലവും സന്ദർശിക്കുന്നുണ്ടോ എന്ന് ശ്രദ്ധയോടെ നിരീക്ഷിക്കുക. ധാരാളം ഷഡ്പ

ങ്ങൾ പരാഗണം നടത്താതെ പൂക്കളിൽ നിന്ന് പൂമ്പൊടിയും തേനും കവർന്നെടുക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ പൂക്കളെ സന്ദർശിക്കുന്നവരെ പൂമ്പൊടി/തേൻ കവർച്ചക്കാർ എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ട്. സസ്യങ്ങളിലെ എല്ലാ പരാഗണകാരികളെയും തിരിച്ചറിയാൻ കഴിഞ്ഞില്ല എങ്കിലും ഈ പ്രവർത്തനം തികച്ചും ആസ്വാദ്യമായിരിക്കും.

ബഹിർപ്രജനന മാർഗങ്ങൾ (Outbreeding Devices) : ഭൂരിഭാഗം സസ്യങ്ങളിലും ദ്വിലിംഗ പുഷ്പങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരം പൂക്കളിലെ പരാഗരേണുക്കൾ അതേ പൂക്കളിലെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുന്നതിനുള്ള സാധ്യത വളരെ കൂടുതലാണ്. തുടർച്ചയായ സ്വപരാഗണം **അന്തഃപ്രജനന നിർവീര്യതയിലേക്കു** (Inbreeding depression)നയിക്കുന്നു. സസ്യങ്ങൾ സ്വപരാഗണം തടയുന്നതിനും പരപരാഗണം പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുന്നതിനും വേണ്ടി നിരവധി മാർഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുന്നു. ചില സ്പീഷീസുകളിൽ പരാഗരേണുക്കൾ സ്വതന്ത്രമാകുന്നതും പരാഗണസ്ഥലം അവയെ സ്വീകരിക്കാൻ പ്രാപ്തമാകുന്നതും വ്യത്യസ്തസമയത്താണ്. ഒന്നുകിൽ പരാഗരേണുക്കൾ, പരാഗണസ്ഥലം അവയെ സ്വീകരിക്കാൻ തയാറാകുന്നതിന് മുൻപോ അതിനുശേഷമോ പാകമാകുന്നു. എന്നാൽ ചില സസ്യങ്ങളിൽ പരാഗണസ്ഥലവും പരാഗിയും വ്യത്യസ്ത സ്ഥലങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നതിനാൽ അതേ പൂവിന്റെ പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുന്നില്ല. ഈ രണ്ടു മാർഗങ്ങളും ആട്ടോഗമി തടയുന്നു. അന്തഃപ്രജനനം തടയുന്നതിനുള്ള മൂന്നാമത്തെ മാർഗം സെൽഫ് ഇൻകോംപാറ്റിബിലിറ്റി (Self incompatibility) ആണ്. ഇതൊരു ജനിതകസംവിധാനമാണ്. ഇതിൽ ഒരേ പൂവിലെയോ ഒരേ സസ്യത്തിലെ മറ്റൊരു പൂവിലെയോ പരാഗരേണുക്കളെ ആ പൂവിന്റെ അണ്ഡവുമായി ബീജസംയോഗം നടക്കുന്നത് തടയുവാനായി ജനിദണ്ഡിലൂടെയുള്ള പരാഗരേണുക്കളുടെ വളർച്ച തടയുന്നു. ഏകലിംഗപുഷ്പങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുക എന്നതാണ് സ്വപരാഗണം തടയുന്നതിനുള്ള മറ്റൊരു മാർഗം. ആവണക്ക് (Castor), ചോളം (Maize) തുടങ്ങിയ സസ്യങ്ങളിൽ ആൺ പെൺ പൂക്കൾ ഒരേ സസ്യത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു.ഇത് ആട്ടോഗമി തടയുമെങ്കിലും ഗെയ്റ്റിനോഗമി നടക്കാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ട്. എന്നാൽ പപ്പായപോലുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ ആൺ പൂവും പെൺ പൂവും രണ്ട് സസ്യങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്നു (Dioecy). ഇത് ആട്ടോഗമിയും ഗെയ്റ്റിനോഗമിയും തടയുന്നു.

പരാഗരേണു-ജനി സമ്പർക്കം (Pollen-pistil interaction): പരാഗണത്തിലൂടെ അനുയോജ്യമായ പരാഗരേണുക്കൾ തന്നെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുമെന്ന് ഉറപ്പിക്കുവാൻ കഴിയില്ല. മറ്റ് സ്പീഷിസുകളിൽ നിന്നോ അതേ സസ്യത്തിലെ മറ്റു പൂക്കളിൽ നിന്നോ പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കാനിടയുണ്ട്. പരാഗരേണു അനുയോജ്യമായതാണോ (Compatible) അനുയോജ്യമല്ലാത്തതാണോ (Incompatible) എന്ന് തിരിച്ചറിയാനുള്ള കഴിവ് ജനിക്കുണ്ട്. അനുയോജ്യമായ പരാഗരേണുവാണെങ്കിൽ ജനി അതിനെ സ്വീകരിച്ച് പരാഗണശേഷമുള്ള ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ ബീജസംയോഗത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. അനുയോജ്യമല്ലാത്ത പരാഗരേണുക്കളാണെങ്കിൽ ജനി പരാഗരേണുക്കളുടെ ജനിദണ്ഡിലൂടെയുള്ള വളർച്ചയെ തടഞ്ഞ് തിരസ്ക്കരിക്കും. ജനി പരാഗരേണുക്കളെ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് സ്വീകരിക്കുകയോ തിരസ്ക്കരിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നത് ജനിയും പരാഗരേണുക്കളും തമ്മിലുള്ള രാസീയആശയവിനിമയത്തിന്റെ ഫലമായാണ്. ജനിയിലും അവയുമായി സമ്പർക്കത്തിൽ വരുന്ന പരാഗരേണുക്കളിലും അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കളാണ് ഇത്തരം ആശയവിനിമയത്തിന് സഹായിക്കുന്നത്. ഇത്തരം സ്വീകരിക്കലിനും തിരസ്ക്കരിക്കലിനും വഴിതെളിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളെ ഈയടുത്ത കാലത്താണ് സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞർ തിരിച്ചറിഞ്ഞത്.



ചിത്രം 2.12 (a) പരാഗണസ്ഥലത്ത് പരാഗരേണുക്കൾ മുളയ്ക്കുന്നു. (b) പരാഗനാളി ജനിദണ്ഡിലൂടെ വളരുന്നു. (c) ജനിദണ്ഡിലൂടെയുള്ള പരാഗനാളിയുടെ വളർച്ച വ്യക്തമാക്കുന്ന തരത്തിൽ ജനിയുടെ നെടുകെയുള്ള ഛേദം (d) പരാഗനാളി സിനർജിഡിലേയ്ക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നത് വ്യക്തമാക്കുന്ന തരത്തിൽ വലുതാക്കിയ എഗ് അപ്പാരറ്റസിന്റെ ചിത്രം (e) പുംബീജങ്ങൾ സിനർജിഡിലേയ്ക്ക് നിക്ഷേപിക്കുന്നു - രണ്ട് പുംബീജങ്ങളിൽ ഒന്ന് അണ്ഡത്തിലേക്കും മറ്റൊന്ന് മധ്യകോശത്തിലേക്കും നീങ്ങുന്നു.

മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ അനുയോജ്യമായ പരാഗണത്തെ തുടർന്ന് പരാഗരേണു പരാഗണസ്ഥലത്തുവച്ച് മുളച്ച് ഏതെങ്കിലും ഒരു ജേംപോറിലൂടെ പരാഗനാളി വളരുന്നു (ചിത്രം 2.12 a). പരാഗരേണുവിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളും പരാഗനാളിയിലേക്ക് നീങ്ങുന്നു. പരാഗണസ്ഥലത്തിന്റെയും ജനിദണ്ഡിലെയും കലകൾക്കിടയിലൂടെ പരാഗനാളി വളർന്നിറങ്ങി അണ്ഡാശയത്തിലെത്തുന്നു. ചിത്രം 2.12 b,c നിരീക്ഷിക്കൂ. ചില പരാഗരേണുക്കൾ രണ്ടുകോശങ്ങളുള്ള (കായിക കോശവും ജനറേറ്റീവ് കോശവും) അവസ്ഥയിൽ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾ മുൻപ് പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. അത്തരം സസ്യങ്ങളിൽ പരാഗരേണു പരാഗണസ്ഥലത്തുവച്ച് വളരുന്ന സമയത്ത് ജനറേറ്റീവ് കോശം രണ്ടായി വിഭജിച്ച് 2 പുംബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. മൂന്നു കോശങ്ങളുള്ള അവസ്ഥയിൽ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്ന പരാഗരേണുക്കളുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ പരാഗനാളി തുടക്കത്തിലേ തന്നെ രണ്ട് പുംബീജങ്ങളെ വഹിക്കുന്നു. പരാഗനാളി അണ്ഡാശയത്തിലെത്തിക്കഴിഞ്ഞാൽ മൈക്രോപൈലിലൂടെ ഓവ്യൂളിലേക്ക് കടക്കുന്നു. അവ ഫിലിഫോം അപ്പാരറ്റ

സിലൂടെ ഏതെങ്കിലും ഒരു സൈനർജിഡ് കോശത്തിൽ എത്തുന്നു. (ചിത്രം 2.12 d.c) സൈനർജിഡിന്റെ മൈക്രോപൈലാർ ഭാഗത്തുള്ള ഫിലിഫോം അപ്പാരറ്റസ് പരാഗനാളിയുടെ വളർച്ചാ ദിശയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു എന്നാണ് അടുത്തകാലത്തുള്ള പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുന്നതു മുതൽ പരാഗനാളി ഓവ്യൂളിലെത്തുന്നതു വരെയുള്ള ഘട്ടങ്ങളെയാണ് പരാഗരേണു - ജനി സമ്പർക്കം എന്നു അറിയപ്പെടുന്നത്. പരാഗരേണുക്കളെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനെത്തുടർന്ന് അവയെ സ്വീകരിക്കുകയോ തിരസ്ക്കരിക്കുകയോ ചെയ്യുന്ന സജീവ പ്രക്രിയയാണിത്. ഈ പ്രക്രിയയെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് പരാഗരേണു - ജനി സമ്പർക്കത്തിൽ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തി അഭിലഷണീയമായ സങ്കരയിനങ്ങളെ അനുഗുണമല്ലാത്ത പരാഗണത്തിലൂടെ പോലും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ സസ്യപരിപാലകർക്ക് കഴിയും.

പയർ, ചെറുപയർ, കിലുകിലുക്കി, ബാൾസം, ശവംനാറി എന്നിവയുടെയോ നിങ്ങളുടെ പൂന്തോട്ടങ്ങളിൽ ലഭ്യമായ മറ്റ് സസ്യങ്ങളുടെയോ പരാഗരേണുക്കൾ ശേഖരിക്കൂ. ഇവയെ ഒരു തുള്ളി പഞ്ചസാര ലായനി (10%) എടുത്തിട്ടുള്ള ഗ്ലാസ് സ്ലൈഡിൽ നിക്ഷേപിക്കൂ. ഏകദേശം 15-30 മിനിട്ടുകൾക്കു ശേഷം മൈക്രോസ്കോപ്പിലെ ലോ പവറിൽ നിരീക്ഷിക്കൂ. പരാഗരേണുക്കൾക്ക് എന്തുമാറ്റം കാണുന്നു എന്ന് നിരീക്ഷിച്ച് കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ.

സസ്യപരിപാലകർ എപ്പോഴും വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ വർഗസങ്കരണം നടത്തി അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങളുള്ള മെച്ചപ്പെട്ട ഇനങ്ങൾ (Superior varieties) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ ആഗ്രഹിക്കുമെന്ന് അധ്യായം 9-ൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കും.

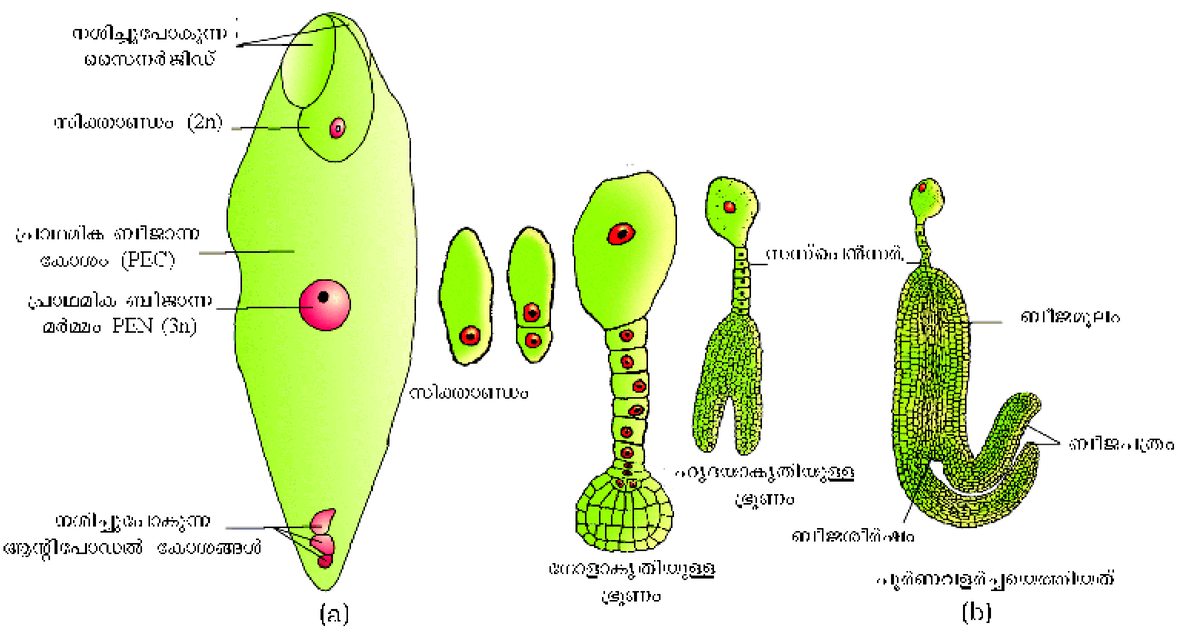
കാർഷിക വിളകളുടെ പുതിയ ഇനങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു മാർഗമാണ് **കൃത്രിമ വർഗസങ്കരണം** (Artificial hybridisation). അഭിലഷണീയമായ പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നുവെന്നും പരാഗണസ്ഥലം അനഭിലഷണീയമായ പരാഗരേണുക്കളാൽ മലിനമാക്കപ്പെടുന്നില്ല എന്നും ഇത്തരം വർഗസങ്കരണ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഉറപ്പുവരുത്തേണ്ടതാണ്. **കേസരങ്ങളെ നീക്കംചെയ്യൽ** (Emasculation), **ബാഗിങ്** (Bagging) എന്നീ മാർഗങ്ങളിലൂടെ ഇത് സാധ്യമാക്കാം. മാതൃസസ്യം ദ്വിലിംഗ പുഷ്പങ്ങളുള്ളതാണെങ്കിൽ, അവയുടെ പൂമൊട്ടിൽ നിന്ന് വളർച്ച പൂർത്തിയാക്കുന്നതിന് മുൻപ് കേസരം ഫോർസെപ്സിന്റെ (Forceps) സഹായത്താൽ മുറിച്ച് മാറ്റുന്നു. ഇതാണ് കേസരങ്ങളെ നീക്കംചെയ്യൽ. ഇപ്രകാരം കേസരങ്ങളെ നീക്കംചെയ്ത പുഷ്പങ്ങളെ അനുയോജ്യമായ വലുപ്പമുള്ള ബട്ടർപേപ്പർ കൊണ്ടു നിർമ്മിച്ച ബാഗുകളാൽ മൂടി സംരക്ഷിക്കുന്നു. മറ്റ് പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കാതിരിക്കാനാണ് ഇങ്ങനെ ചെയ്യുന്നത്. ഈ പ്രക്രിയയാണ് ബാഗിങ്. ബാഗ് ചെയ്യപ്പെട്ട പൂക്കളുടെ പരാഗണസ്ഥലം പരാഗരേണുക്കളെ സ്വീകരിക്കാൻ പ്രാപ്തമാകുമ്പോൾ പിതൃസസ്യത്തിൽ നിന്ന് ശേഖരിച്ച പാകമായ പരാഗരേണുക്കളെ പരാഗണസ്ഥലത്തേക്ക് പതിപ്പിക്കുന്നു. വീണ്ടും ബാഗിങ് നടത്തി ഫലങ്ങൾ രൂപപ്പെടാൻ അനുവദിക്കുന്നു.

മാതൃസസ്യം ഏകലിംഗ പുഷ്പങ്ങളുള്ളതാണെങ്കിൽ കേസരങ്ങളെ നീക്കംചെയ്യൽ വേണ്ടി വരുന്നില്ല. ഇവിടെ പൂമൊട്ട് വിരിയുന്നതിന് മുമ്പുതന്നെ ബാഗിങ് നടത്തുന്നു. പരാഗണസ്ഥലം പരാഗരേണുക്കളെ സ്വീകരിക്കാൻ പ്രാപ്തമാകുമ്പോൾ, അഭിലഷണീയമായ പരാഗരേണുക്കളുപയോഗിച്ച് പരാഗണം നടത്തി വീണ്ടും ബാഗിങ് നടത്തുന്നു.

2.3 ദ്വിബീജസംയോഗം (Double Fertilisation)

പരാഗനാളി ഏതെങ്കിലുമൊരു സൈനർജിഡിലെത്തിക്കഴിഞ്ഞാൽ രണ്ടു പുംബീജങ്ങളെയും സൈനർജിഡിന്റെ കോശദ്രവ്യത്തിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. ഇതിൽ ഒരു പുംബീജം അണ്ഡകോശത്തിലേക്ക് നീങ്ങി അതിന്റെ മർമ്മവുമായി സംയോജിക്കുന്നു.

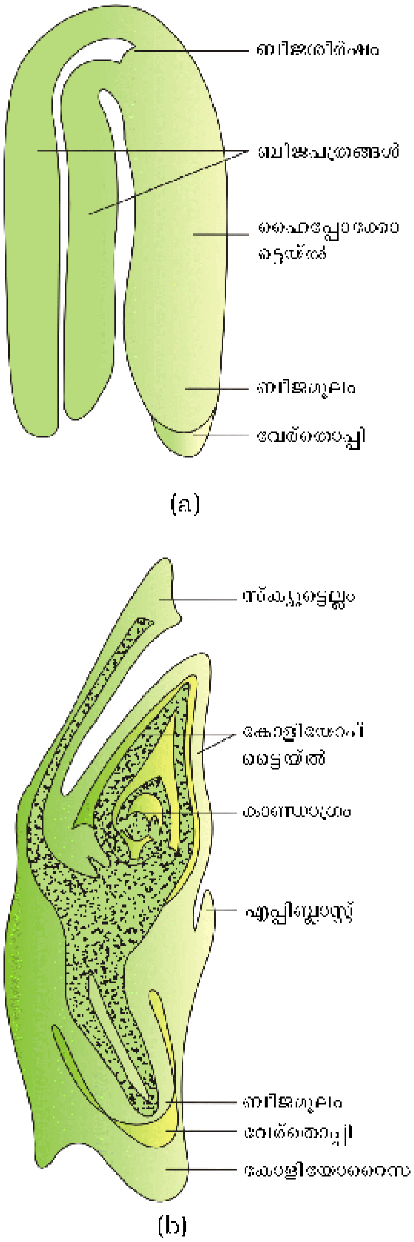
ഇതാണ് **സിംഗമി** (Syngamy). ഇത് ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് കോശമായ **സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ** (Zygote) രൂപീകരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു. രണ്ടാമത്തെ പുംബീജം കേന്ദ്രകോശത്തിലെ (Central cell) രണ്ടു പോളാർ മർമ്മങ്ങളിലേക്ക് നീങ്ങി അവയുമായി സംയോജിച്ച് ട്രിപ്ലോയ്ഡ് (Triploid) ആയ **പ്രാഥമിക ബീജാന്നമർമ്മം** (Primary Endosperm Nucleus -PEN) ഉണ്ടാകുന്നു (ചിത്രം 2.13 a). ഈ പ്രക്രിയയിൽ മൂന്ന് ഏകപ്ലോയ്ഡ് മർമ്മങ്ങളുടെ സംയോഗം നടക്കുന്നതിനാൽ ഇതിനെ ട്രിപ്പിൾ ഫ്യൂഷൻ (Triple fusion) എന്നുപറയുന്നു. ബീജസംയോഗത്തിൽ സിംഗമി, ട്രിപ്പിൾ ഫ്യൂഷൻ എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു തരം മർമ്മ സംയോഗങ്ങൾ നടക്കുന്നു.അതിനാൽ ആവൃത ബീജസസ്യങ്ങളിലെ (സപുഷ്പികളിലെ) ബീജസംയോഗം ദ്വിബീജസംയോഗം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ആവൃത ബീജസസ്യങ്ങളുടെ സവിശേഷതയാണ് ദ്വിബീജസംയോഗം. മധ്യകോശം ട്രിപ്പിൾ ഫ്യൂഷന്റെ ഫലമായി **പ്രാഥമിക ബീജാന്ന കോശ**മായും (Primary Endosperm Cell) പിന്നീട് **ബീജാന്നമായും** (Endosperm) മാറുന്നു. അതേസമയം സിക്താണ്ഡം ഭ്രൂണമായി (Embryo) പരിണമിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.13 (a) സിക്താണ്ഡം,ബീജാന്നം എന്നിവ കാണിക്കുന്ന ബീജസംയോഗം നടന്ന ഭ്രൂണസഞ്ചി (b) ദ്വിബീജ പത്രസസ്യങ്ങളിലെ ഭ്രൂണവളർച്ചാഘട്ടങ്ങൾ (ചിത്രം (a) യെക്കാൾ ചെറുതാക്കി ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു).

2.4 ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷമുള്ള ഘടനയും, ഘട്ടങ്ങളും (Post-fertilisation : Structures and Events)

ദ്വിബീജസംയോഗത്തെത്തുടർന്ന് ബീജാന്നത്തിന്റെയും ഭ്രൂണത്തിന്റെയും വികാസം, അണ്ഡാശയം ഫലങ്ങളാകുന്നത്, ഓവ്യൂളുകൾ പാകമായി വിത്തായിമാറുന്നത് എന്നീ പ്രക്രിയകൾ ചേർന്നതാണ് ബീജസംയോഗത്തിന് ശേഷമുള്ള ഘട്ടങ്ങൾ.



ചിത്രം 2.14 (a) ഒരു ദ്വിബീജപത്ര സസ്യത്തിന്റെ ഭ്രൂണം (b) പുല്ലുവർഗ സസ്യത്തിന്റെ ഭ്രൂണത്തിന്റെ നെടുകെയുള്ള ഛേദം

2.4.1. ബീജാന്നം **(ENDOSPERM)**

ഭ്രൂണം വികാസം പ്രാപിക്കുന്നതിന് മുന്നോടിയായി ബീജാന്നം രൂപപ്പെടുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്? പ്രാഥമിക ബീജാന്ന കോശം തുടർച്ചയായി വിഭജിച്ച് ട്രിപ്ലോയ്ഡ് ബീജാന്നകലയായി മാറുന്നു. ഈ കലകളിലെ കോശങ്ങൾ സംഭൃതാഹാരസമ്പുഷ്ടമാകയാൽ വളർന്നു വരുന്ന ഭ്രൂണത്തിന്റെ പോഷണത്തിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. പ്രാഥമിക ബീജാന്ന കോശത്തിന്റെ മർമ്മം തുടർച്ചയായി വിഭജിച്ച് ധാരാളം മർമ്മങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമായി കാണുന്ന രീതിയിലുള്ള ബീജാന്ന വികാസമാണ് സാധാരണയായി നടക്കുന്നത്. ഈ ഘട്ടത്തെ മർമ്മങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമായി കാണുന്ന ബീജാന്നം എന്നറിയപ്പെടുന്നു (Free-nuclear endosperm). ഇതേത്തുടർന്ന് മർമ്മങ്ങൾക്ക് ചുറ്റും കോശഭിത്തി രൂപപ്പെടുകയും ബീജാന്നം കോശനിർമ്മിതമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. കോശരൂപീകരണത്തിന് മുൻപേയുള്ള സ്വതന്ത്ര മർമ്മങ്ങളുടെ എണ്ണം ഓരോ സസ്യത്തിലും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. തേങ്ങയുടെ വെള്ളം (കരിക്കിൻ വെള്ളം) നിങ്ങൾക്കെല്ലാം പരിചിതമാണല്ലോ? ഇത് മർമ്മങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമായി കാണുന്ന ബീജാന്നമാണ് (ആയിരക്കണക്കിന് മർമ്മങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമായത്). ചുറ്റുമുള്ള വെളുത്ത കാമ്പ് (Kernel) കോശനിർമ്മിതമായ ബീജാന്നവും.

പയർ, നിലക്കടല (Groundnut), ബീൻസ് തുടങ്ങിയവയിൽ വിത്ത് പാകമാകുന്നതിനു മുമ്പു തന്നെ വളരുന്ന ഭ്രൂണം ബീജാന്നം മുഴുവൻ ഉപയോഗിച്ചു തീർക്കുന്നു. ആവണക്ക്, തേങ്ങ തുടങ്ങിയവയിൽ വിത്ത് പാകമായതിനുശേഷവും ബീജാന്നം നിലനിൽക്കുകയും വിത്ത് മുളയ്ക്കുമ്പോൾ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

ആവണക്ക്, പയർ, ബീൻസ്, നിലക്കടല എന്നിവയുടെ വിത്തുകളും തേങ്ങയും പൊട്ടിച്ച് അവയുടെ ബീജാന്നം നിരീക്ഷിക്കുക. അരി, ഗോതമ്പ്, ചോളം തുടങ്ങിയ ധാന്യ വിത്തുകളിൽ ബീജാന്നം കാണപ്പെടുന്നുണ്ടോ എന്ന് പരിശോധിച്ചു നിരീക്ഷണക്കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ.

2.4.2 ഭ്രൂണം

ബീജാന്ന രൂപീകരണം തുടങ്ങിയതിനുശേഷം മാത്രമേ ഭൂരിഭാഗം സിക്താണ്ഡങ്ങളും വിഭജിക്കാൻ തുടങ്ങുകയുള്ളൂ. വളർന്നു വരുന്ന ഭ്രൂണത്തിന് ആവശ്യമായ പോഷകങ്ങളുറപ്പാക്കുന്നതിന് വേണ്ടിയുള്ള ഒരു അനുകൂലനമാണിത്. ഭ്രൂണസഞ്ചിയുടെ മൈക്രോപൈലാർ ഭാഗത്തുള്ള സിക്താണ്ഡം ഭ്രൂണമായി വികസിക്കുന്നത് എങ്ങനെ എന്ന് നോക്കാം. വിത്തുകളിൽ ധാരാളം വ്യത്യസ്തത കാണപ്പെടുന്നുവെങ്കിലും ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളിലും ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളിലും **ഭ്രൂണവികാസത്തിന്റെ** (Embryogeny) ആദ്യഘട്ടം ഏകദേശം ഒരു പോലെയാണ്. ഒരു ദ്വിബീജപത്രസസ്യത്തിന്റെ ഭ്രൂണവികാസത്തിന്റെ വിവിധഘട്ടങ്ങൾ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്ന ചിത്രം 2.13 (b) നിരീക്ഷിക്കൂ. സിക്താണ്ഡം **പ്രോഎംബ്രിയോ** (Proembryo) ആയി പരിണമിക്കുകയും തുടർന്ന് **ഗോളാകൃതി** (Globular), **ഹൃദയാകൃതി** (Heart Shaped) എന്നീ ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ ഭ്രൂണമായി (Mature Embryo) മാറുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഒരു **ഭ്രൂണ അക്ഷവും** (Embryonal axis) രണ്ട് **ബീജപത്രങ്ങളും** (Cotyledons) ദ്വിബീജപത്ര സസ്യത്തിന്റെ ഭ്രൂണത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. (ചിത്രം 2.14 a) ബീജപത്ര

ങ്ങൾക്ക് മുകളിലുള്ള ഭ്രൂണ അക്ഷത്തിന്റെ ഭാഗത്തെ എപ്പിക്കോട്ടൈൽ (Epicotyl) എന്നും താഴേക്കുള്ള ഭാഗത്തെ ഹൈപ്പോക്കോട്ടെയ്ൽ (Hypocotyl) എന്നും പറയുന്നു. എപ്പിക്കോട്ടെയ്ലിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തെ **ബീജശീർഷം** (Plumule) അഥവാ കാണ്ഡാഗ്രം എന്നും ഹൈപ്പോക്കോട്ടെയ്ലിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തെ **ബീജമൂലം** (Radicle) അഥവാ വേരിന്റെ അഗ്രം എന്നും പറയുന്നു. വേരിന്റെ അഗ്രഭാഗം വേർതൊപ്പിയാൽ (Root cap) സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ഏകബീജപത്ര സസ്യങ്ങളിലെ ഭ്രൂണത്തിൽ ഒരു ബീജപത്രം ആണുള്ളത്. (ചിത്രം 2.14 b). ഈ വിഭാഗത്തിലെ പുല്ലുവർഗ സസ്യങ്ങളുടെ ഭ്രൂണത്തിൽ ഭ്രൂണ അക്ഷത്തിനു വശത്തായി കാണപ്പെടുന്ന ബീജപത്രം, **സ്ക്യൂട്ടെല്ലം** (Scutellum) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഭ്രൂണ അക്ഷത്തിന്റെ താഴ് ഭാഗത്ത് ബീജമൂലവും വേർതൊപ്പിയും വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ പറ്റാത്ത രീതിയിലുള്ള ആവരണമായ കോളിയോറൈസയാൽ (Coleorrhiza) സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടുകാണുന്നു. സ്ക്യൂട്ടെല്ലം ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതിന് മുകളിലായി കാണപ്പെടുന്ന ഭ്രൂണ അക്ഷത്തിന്റെ ഭാഗമാണ് എപ്പിക്കോട്ടെയ്ൽ. കാണ്ഡാഗ്രവും പത്രമുകുളങ്ങളും (Leaf primordia) ഉള്ള എപ്പിക്കോട്ടെയ്ൽ പൊള്ളയായ കോളിയോപ്ടൈലിനാൽ (Coleoptile) ആവരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.

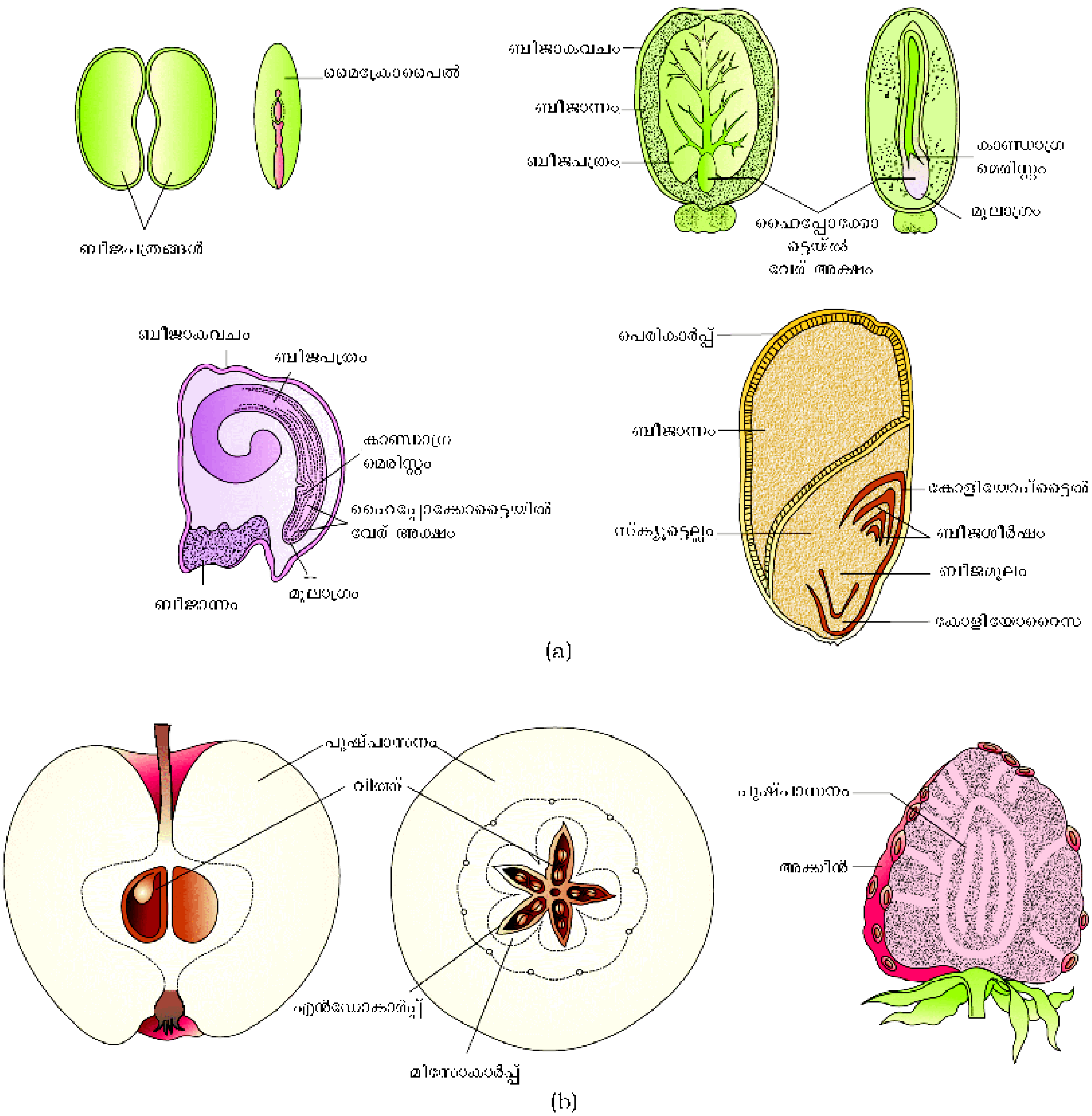
ഗോതമ്പ്, ചോളം, പയർ, ചെറുപയർ, നിലക്കടല എന്നിവയുടെ വിത്ത് ഒരു രാത്രി മുഴുവൻ വെള്ളത്തിൽ കുതിർത്ത് വയ്ക്കുക. രാവിലെ അവ പിളർന്ന് വിത്തിന്റെയും ഭ്രൂണത്തിന്റെയും വിവിധഭാഗങ്ങൾ നിരീക്ഷിച്ച് കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ.

2.4.3. വിത്ത്

ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഫലമായി ആവൃതബീജസസ്യങ്ങളിൽ വിത്ത് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. വിത്തിനെ ബീജസംയോഗം നടന്ന ഓവ്യൂൾ എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാം. ഫലത്തിനുള്ളിലാണ് വിത്തുണ്ടാകുന്നത്. ഓരോ വിത്തിലും ബീജാവരണം, ബീജപത്രം/ബീജപത്രങ്ങൾ, ഭ്രൂണം എന്നിവ കാണപ്പെടുന്നു. ഭ്രൂണത്തിലെ ബീജപത്രങ്ങൾ ആഹാരം സംഭരിച്ച് വയ്ക്കുന്നതിനാൽ കട്ടിയുള്ളതും വീർത്തതുമായി കാണപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 2.15 a) (പയറുവർഗങ്ങളിലേതുപോലെ). പാകമായ വിത്തുകൾ ബീജാന്നമുള്ളതോ (Albuminous) ഇല്ലാത്തതോ (Non albuminous) ആയിരിക്കും. ചില വിത്തുകളിൽ ഭ്രൂണ വികാസഘട്ടത്തിൽ ബീജാന്നം മുഴുവൻ ഉപയോഗിച്ചു തീർക്കുന്നതിനാൽ വിത്തിനുള്ളിൽ ബീജാന്നം കാണപ്പെടുന്നില്ല. ഇത്തരം വിത്തുകളെ ബീജാന്നം ഇല്ലാത്തവ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി, പയർ, നിലക്കടല.

ഭ്രൂണവളർച്ചാ സമയത്ത് ബീജാന്നം മുഴുവൻ ഉപയോഗിച്ച് തീർക്കാത്ത വിത്തുകളിൽ ബീജാന്നത്തിന്റെ കുറച്ചു ഭാഗം നിലനിൽക്കുന്നു. ഇവയെ ബീജാന്നമുള്ള വിത്തുകൾ എന്നുപറയുന്നു. അത്തരം വിത്തുകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ് ഗോതമ്പ്, ചോളം, ബാർലി, ആവണക്ക് തുടങ്ങിയവ. ചിലപ്പോൾ ചില വിത്തുകളിൽ (കുരുമുളക്, ബീറ്റ്) ന്യൂസെല്ലസിന്റെ ഭാഗങ്ങളും അവശേഷിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം അവശേഷിക്കുന്ന ന്യൂസെല്ലസ് ഭാഗങ്ങളെ പെരിസ്പേം (Perisperm) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ഓവ്യൂളിന്റെ ഇന്റഗുമെന്റുകൾ കട്ടിയുള്ളതായി വിത്തിന് സംരക്ഷണമേകുന്ന ബീജകവചം അഥവാ **ബീജാവരണം** (Seed coat) ആയി മാറുന്നു (ചിത്രം 2.15 a). ബീജാവരണത്തിൽ ചെറിയ സുഷിരമായി മൈക്രോപൈൽ നിലനിൽക്കുന്നു. ബീജാങ്കുരണ സമയത്ത് ഓക്സിജനും ജലവും വിത്തിന് ഉള്ളിലേക്കെത്തുന്നതിന് ഈ സുഷിരങ്ങൾ സഹായിക്കുന്നു. വിത്ത് പാകമാകുന്നതോടെ, അതിലെ ജലാംശം കുറയുന്നു. (10-15 ശതമാനം വരെ മാത്രം ജലം). അതോടെ വിത്ത് ഉണങ്ങുന്നു. അതിനാൽ ഭ്രൂണത്തിനുള്ളിലെ സ്വാഭാവിക ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങൾ കുറയുന്നു. ഇങ്ങനെ ഭ്രൂണം ഒരു നിഷ്ക്രിയമായ അവസ്ഥയിലെത്തുന്നതാണ് **സുഷുപ്തി** (Dormancy). അനുകൂല സാഹചര്യങ്ങൾ ലഭ്യമാണെങ്കിൽ (ആവശ്യത്തിന് ഈർപ്പം, ഓക്സിജൻ, അനുകൂല താപനില എന്നിവ) വിത്തുകൾ മുളയ്ക്കുന്നു



ചിത്രം 2.15 a. ചില വിത്തുകളുടെ ഘടന b. കപടഫലങ്ങൾ -ആപ്പിൾ, സ്ട്രോബെറി

ഓവ്യൂളുകൾ വിത്തുകളായി മാറുമ്പോൾ, അണ്ഡാശയം ഫലമായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു; അതായത് ഓവ്യൂളുകൾ വിത്തുകളായും അണ്ഡാശയം ഫലമായും മാറുന്നത് ഒരേ സമയം നടക്കുന്നു. അണ്ഡാശയ ഭിത്തി ഫലത്തിന്റെ ആവരണഭിത്തിയായ പെരികാർപ്പ് (Pericarp) ആയി മാറുന്നു. പേരയ്ക്ക, ഓറഞ്ച്, മാങ്ങ തുടങ്ങിയവ മാംസളഫലങ്ങളാണ് (Fleshy fruits). എന്നാൽ നിലക്കടല, കടുക് തുടങ്ങിയവ ശുഷ്ക ഫലങ്ങളാണ് (Dry fruits). പല ഫലങ്ങളിലും വിത്തു വിതരണത്തിനായി വിവിധ മാർഗങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഫലങ്ങളുടെ വർഗീകരണം, അവയുടെ വിതരണരീതികൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ മുൻപ് പഠിച്ചത് ഓർക്കുക. *ഫലങ്ങളിൽ കാണുന്ന വിത്തുകളുടെ എണ്ണവും അണ്ഡാശയത്തിലെ ഓവ്യൂളുകളുടെ എണ്ണവും തമ്മിൽ എന്തെങ്കിലും ബന്ധമുണ്ടോ? ചർച്ച ചെയ്ത് അവതരിപ്പിക്കൂ.*

ഭൂരിഭാഗം സസ്യങ്ങളിലും അണ്ഡാശയം ഫലമായി മാറുന്നതോടെ പൂവിന്റെ മറ്റുഭാഗങ്ങൾ കൊഴിഞ്ഞുപോകുന്നു. സ്ട്രോബെറി, കശുമാവ് എന്നീ സസ്യങ്ങളിൽ ഫലങ്ങളുണ്ടാകുന്നതിൽ പുഷ്പാസനവും പങ്കുവഹിക്കുന്നു. അത്തരം ഫലങ്ങളാണ് **കപടഫലങ്ങൾ** (False Fruits) (ചിത്രം 2.15 b). ഭൂരിഭാഗം ഫലങ്ങളും അണ്ഡാശയത്തിൽ നിന്നുമാത്രമാണ് വികസിക്കുന്നത്. ഇവയാണ് **യഥാർഥഫലങ്ങൾ** (True fruits). ഭൂരിഭാഗം സ്പീഷിസുകളിലും ഫലങ്ങൾ ബീജസംയോഗം മൂലമാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. എന്നാൽ ചില സ്പീഷിസുകളിൽ ബീജസംയോഗം നടക്കാതെയും ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. അവ **പാർത്തനോകാർപ്പിക് ഫലങ്ങൾ** (Parthenocarpic fruits) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. വാഴപ്പഴം ഇതിനുദാഹരണമാണ്. സസ്യഹോർമോണുകൾ ഉപയോഗിച്ച് സസ്യങ്ങളിൽ പാർത്തനോകാർപ്പി ഉണ്ടാക്കുവാൻ സാധിക്കും. ഇത്തരം ഫലങ്ങളിൽ വിത്തുണ്ടാകാറില്ല.

ആവൃതബീജസസ്യങ്ങൾക്ക് വിത്തുകൾ വളരെയധികം പ്രയോജനകരമാണ്. പരാഗണം, ബീജസംയോഗം എന്നിവയ്ക്ക് ജലം അത്യാവശ്യമല്ലാത്തതിനാൽ വിത്തുണ്ടാകുന്നത് എളുപ്പമാവുന്നു.വിത്തുകളുടെ വിതരണത്തിനായി അനേകം മാർഗങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ വ്യത്യസ്ത ആവാസങ്ങളിലേക്ക് സസ്യങ്ങളുടെ വ്യാപനം നടക്കുന്നു. സംഭൃതാഹാരമുള്ളതിനാൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന് പ്രാപ്തമാകുന്നതുവരെ തൈച്ചെടികൾക്ക് നിലനിൽക്കാൻ കഴിയുന്നു. വിത്തിന്റെ ബീജാവരണം (ബീജകവചം) ഭ്രൂണത്തിന് സംരക്ഷണമുറപ്പാക്കുന്നു. കൂടാതെ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദന ഫലമായുണ്ടാകുന്ന വിത്തുകളിൽ പുതിയ ജനിതക സവിശേഷതകൾ രൂപപ്പെടുകയും ഇത് വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

കാർഷികരംഗത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം വിത്തുകളാണ്. പാകമായവിത്തുകളിലെ നിർജലീകരണവും സുഷുപ്തിയും വർഷം മുഴുവൻ വിത്തുകൾ സംഭരിക്കുന്നതിനും, പിന്നീട് കൃഷിയിറക്കുന്നതിനും ഭക്ഷണത്തിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. *വിത്തില്ലാതെ കൃഷി ചെയ്യാനാകുമോ? വിതരണം ചെയ്ത ഉടൻതന്നെ മുളയ്ക്കുന്ന വിത്തുകൾ കൃഷിക്കു സഹായകമാകുമോ? എന്താണ് നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായം? ചർച്ച ചെയ്യൂ.*

വിത്തിന്റെ വിതരണം നടന്നാൽ അവ എത്രനാൾ വരെ പ്രവർത്തനക്ഷമമായി നിലനിൽക്കും? ആ കാലയളവ് എല്ലാ സസ്യങ്ങളിലും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ചില സ്പീഷിസുകളുടെ വിത്തുകൾ ഏതാനും മാസങ്ങൾ മാത്രം ജീവക്ഷമമായി നിലനിൽക്കുന്നു. എന്നാൽ ബഹുഭൂരിപക്ഷം സസ്യങ്ങളുടെയും വിത്തുകൾ വർഷങ്ങളോളം ജീവക്ഷമമായി നിലനിൽക്കും. നൂറുകണക്കിന് വർഷങ്ങൾ ജീവക്ഷമമായി നിലനിൽക്കാൻ ചില വിത്തുകൾക്ക് കഴിയും. വളരെ വർഷങ്ങൾ ജീവക്ഷമമായി നിലനിന്ന വിത്തുകളെക്കുറിച്ച് തെളിവുകളുണ്ട്. ആർട്ടിക് തുന്ദ്രയിൽ നിന്ന് പര്യവേഷണം ചെയ്തെടുത്ത ലുപൈൻ (*Lupine arcticus*) എന്ന സസ്യത്തിന്റെ വിത്താണ് ഏറ്റവും കാലപ്പഴക്കമുള്ളതും ജീവക്ഷമമായതെന്നും കരുതപ്പെടുന്നു. ഈ വിത്ത് ഏകദേശം 10,000 വർഷത്തോളം ഉള്ള സുഷുപ്താവസ്ഥയ്ക്ക് ശേഷം മുളച്ച് പൂവിട്ടതായി കണക്കുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഹെരോഡ് രാജാവിന്റെ, ചാവുകടലിന് സമീപമുള്ള കൊട്ടാര പ്രദേശത്ത് നടത്തിയ പുരാവസ്തുപര്യവേഷണത്തിൽ ഏകദേശം 2000 വർഷം പഴക്കമുള്ള ഈന്തപ്പന (Date Palm-*Phoenix dactylifera*)യുടെ ജീവക്ഷമമായ വിത്ത് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്.

സപുഷ്പികളിലെ ലൈംഗിക പ്രത്യുത്പ്പാദനത്തെക്കുറിച്ചാണ് നമ്മൾ പഠിച്ചത്. സപുഷ്പികളിലെ പ്രത്യുത്പ്പാദന സവിശേഷതകൾ ഉൾക്കൊണ്ടുകൊണ്ട് തന്നിരിക്കുന്ന ചോദ്യങ്ങൾ വിശകലനം ചെയ്ത് പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ. ഒരു ഭ്രൂണസഞ്ചിയിൽ എത്ര അണ്ഡങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു? ഒരു ഓവ്യൂളിൽ എത്ര ഭ്രൂണസഞ്ചികളുണ്ട്? ഒരു അണ്ഡാശയത്തിൽ എത്ര ഓവ്യൂളുകൾ കാണപ്പെടും? ഒരു പൂവിൽ എത്ര അണ്ഡാശയങ്ങൾ കാണും? ഒരു മരത്തിലെത്ര പൂക്കൾ കാണും? ഇത്തരത്തിൽ എത്രയെത്ര ചോദ്യങ്ങൾ നിങ്ങൾക്ക് നിങ്ങളോടു തന്നെ ചോദിക്കാനുണ്ടാകും?

ചില സസ്യങ്ങളുടെ ഫലങ്ങളിൽ ധാരാളം വിത്തുകൾ കാണപ്പെടുന്നില്ലേ? ഓർക്കിഡിന്റെ ഫലം അത്തരത്തിലൊന്നാണ്. ആയിരക്കണക്കിന് ചെറിയ വിത്തുകൾ അവയുടെ ഓരോ ഫലത്തിലും കാണുന്നു. പരാദസസ്യങ്ങളായ ഓറോബാൻകേ (Orobanche) സ്ട്രൈഗ (Striga) എന്നിവയുടെ ഫലങ്ങളിലും ധാരാളം വിത്തുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. *ആൽമരത്തിന്റെ വളരെ ചെറിയ വിത്തുകൾ നിങ്ങൾ കണ്ടിട്ടുണ്ടോ? ആ ചെറിയ വിത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന ആൽമരം എത്ര വലുതാണ്? ഓരോ ആൽമരവും ഇത്തരത്തിൽ ലക്ഷക്കണക്കിന് വിത്തുകളുൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ വളരെ ചെറു സസ്യഭാഗങ്ങളിൽ നിന്ന് വൻതോതിലുള്ള ജൈവപിണ്ഡം വർഷംതോറും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്ന മറ്റൊരു ഉദാഹരണം എഴുതുക.*

2.5 അപ്പോമിക്സിസ്, പോളിഎംബ്രിയോണി (Apomixis and Polyembryony)

ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഫലമായാണ് സാധാരണയായി വിത്തുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതെങ്കിലും, ആസ്റ്ററേസിയേ സസ്യകുടുംബം, പുല്ലുവർഗങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ചില സ്പീഷിസുകളിൽ ബീജസംയോഗം നടക്കാതെയും വിത്തുകൾ ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. ഇതാണ് **അപ്പോമിക്സിസ്** (Apomixis). ബീജസംയോഗം നടക്കാതെ ഫലങ്ങളുണ്ടാകുന്നതിനെ എന്ത് പറയും? അതിനാൽ അപ്പോമിക്സിസ് ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ അനുകരിക്കുന്ന ഒരു അലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനമാണ്. അപ്പോമിക്റ്റിക് വിത്തുകളുണ്ടാകുന്നതിന് ധാരാളം മാർഗങ്ങളുണ്ട്. ചില സ്പീഷിസുകളിൽ ഊനഭംഗം നടക്കാതെ ഉണ്ടായ ഡിപ്ലോയ്ഡ് അണ്ഡകോശം ബീജസംയോഗത്തിൽ ഏർപ്പെടാതെ ഭ്രൂണമായി മാറുന്നു. പലയിനം നാരകം, മാവ് എന്നിവയിൽ ഭ്രൂണസഞ്ചിക്കു ചുറ്റുമുള്ള ന്യൂസെല്ലസ് കോശങ്ങൾ വിഭജിക്കുകയും അവ ഭ്രൂണസഞ്ചിക്കുള്ളിലേക്ക് കടന്ന് ഭ്രൂണങ്ങളായി വികസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അത്തരം സസ്യങ്ങളിൽ ഓരോ ഓവ്യൂളിലും ധാരാളം ഭ്രൂണങ്ങൾ കാണും. ഇങ്ങനെ ഒരു വിത്തിൽ ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ഭ്രൂണങ്ങൾ ഉള്ള അവസ്ഥയാണ് പോളിഎംബ്രിയോണി **(Poleymbryony).** *ഓറഞ്ചിന്റെ വിത്തെടുത്ത് ഞെക്കി നോക്കുക. വ്യത്യസ്ത ആകൃതിയിലും വലുപ്പത്തിലുമുള്ള അനേകം ഭ്രൂണങ്ങളെ ഒരു വിത്തിനുള്ളിൽ കാണാൻ കഴിയും. ഓരോ വിത്തിലും ഉള്ള ഭ്രൂണങ്ങളുടെ എണ്ണം നോക്കുക. അപ്പോമിക്റ്റിക് വിത്തുകളുടെ ജനിതക സ്വഭാവം എന്തായിരിക്കും? അവയെ ക്ലോണുകളെന്ന് വിളിക്കാൻ കഴിയുമോ? ചർച്ച ചെയ്ത് കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.*

ധാരാളം ഭക്ഷ്യധാന്യങ്ങളുടെയും പച്ചക്കറികളുടെയും സങ്കരയിനങ്ങൾ ഇന്ന് വിപുലമായി കൃഷിചെയ്യപ്പെടുന്നു. സങ്കരയിനങ്ങൾ കൃഷി ചെയ്യുന്നതിലൂടെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ ഓരോ വർഷവും സങ്കര വിത്തുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കേണ്ടിവരുന്നു എന്നത് ന്യൂനതയാണ്. സങ്കരയിനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വിത്തുകൾ പാകിയാൽ അവ സങ്കരസസ്യങ്ങളുടെ സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നില്ല. സന്താനങ്ങളിൽ സ്വഭാവങ്ങൾ വേർപിരിയുന്നതുകൊണ്ടാണിങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നത്. സങ്കരയിനം വിത്തുകളുടെ ഉൽപ്പാദനം ചെലവേറിയതാകയാൽ കർഷകർക്ക് വിത്തു വാങ്ങുന്നത് ഓരോ വർഷവും സാമ്പത്തിക ബാധ്യതയുണ്ടാക്കുന്നു. സങ്കരയിനങ്ങളെ അപ്പോമിക്റ്റുകളാക്കിയാൽ സന്താനങ്ങളിൽ സ്വഭാവങ്ങളുടെ വേർപിരിയൽ ഉണ്ടാകില്ല. അപ്പോൾ കർഷകർക്ക് സങ്കരയിനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വിത്ത്, ഓരോ വർഷവും കൃഷിയിറക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കാൻ സാധിക്കും. എല്ലാ വർഷവും പുതിയ വിത്ത് വാങ്ങേണ്ടി വരുന്നത് ഒഴിവാക്കാനാകും. അപ്പോമിക്സിസിന്റെ ജനിതകശാസ്ത്രം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും അപ്പോമിക്റ്റിക് ജീനുകളെ സങ്കരയിനം സസ്യങ്ങളിലേക്ക് മാറ്റുന്നതിനുമുള്ള ധാരാളം പഠനങ്ങൾ ലോകം മുഴുവൻ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. സങ്കരയിനം വിത്തുകളുടെ വ്യാവസായിക ഉൽപ്പാദനത്തിൽ അപ്പോമിക്സിസന്റെ പ്രാധാന്യം മുൻനിർത്തിയാണ് ഇത്തരം ഗവേഷണങ്ങൾ പുരോഗമിക്കുന്നത്.

സംഗ്രഹം

ആവൃതബീജസസ്യങ്ങളിലെ ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനഭാഗമാണ് പൂക്കൾ. പൂക്കളിൽ കേസരങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന കേസരപുടം പുരുഷ പ്രത്യുൽപ്പാദന അവയവും ജനി ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ജനിപുടം സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപ്പാദന അവയവവുമാണ്.

സാധാരണയായി കേസരം രണ്ടു ലോബുകളുള്ളതും ദ്വൈതീക്കസും നാല് രേണുപേടകങ്ങൾ ഉള്ളവയുമാണ്. രേണുപേടകത്തിനുള്ളിൽ പരാഗരേണുക്കൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ഉപരിവൃതി, എന്റോതീസിയം, മധ്യപാളികൾ, ടപീറ്റം എന്നീ നാലു പാളികൾ രേണുപേടകത്തെ ആവരണം ചെയ്തുകാണപ്പെടുന്നു. രേണുപേടകത്തിനുള്ളിലെ രേണുജന്യകോശങ്ങൾ ഊനഭംഗത്തിലൂടെ മൈക്രോസ്പോറുകളുടെ ടെട്രാഡ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഓരോ മൈക്രോസ്പോറും പരാഗരേണുക്കളായി വികസിക്കുന്നു.

പരാഗരേണുക്കൾ ആൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റിക് തലമുറയെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. പരാഗരേണുക്കൾക്ക് രണ്ടു പാളികളുള്ള ഭിത്തിയാണുള്ളത്. പുറമെ എക്സൈനും ഉള്ളിൽ ഇന്റൈനും കാണപ്പെടുന്നു. സ്പോറോപൊളിനിൻ എന്ന പദാർഥം കൊണ്ടാണ് എക്സൈൻ നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത്. എക്സൈനിൽ ജേംപോർ കാണപ്പെടുന്നു. പരാഗരേണുക്കൾ രണ്ടു കോശങ്ങളുള്ള അവസ്ഥയിലോ (കായിക കോശവും, ജനറേറ്റീവ് കോശവും) മൂന്ന് കോശങ്ങളുള്ള അവസ്ഥയിലോ (കായിക കോശവും, രണ്ടു പുംബീജവും) സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു.

ജനിക്ക് മൂന്ന് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്- പരാഗണസ്ഥലം, ജനിദണ്ഡ്, അണ്ഡാശയം. അണ്ഡാശയത്തിൽ ഓവ്യൂളുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഓവ്യൂളിന്റെ തണ്ട്, ഫ്യൂണിക്കിൾ എന്നും സംരക്ഷണാവരണങ്ങൾ ഇന്റഗുമെന്റുകൾ എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ഇന്റഗുമെന്റുകൾ ഇല്ലാത്ത ഭാഗത്തെ സുഷിരമാണ് മൈക്രോപൈൽ. മധ്യഭാഗത്ത് കാണപ്പെടുന്ന ന്യൂസെല്ലസ് കലകളിൽ നിന്ന് ആർക്കിസ്പോറിയം വേർതിരിയുന്നു. ആർക്കിസ്പോറിയത്തിലെ ഒരു കോശം മെഗാസ്പോർ മാതൃകോശമായി മാറി ഊനഭംഗം നടക്കുന്നു. ഇതിൽ ഒരു കോശം ഭ്രൂണസഞ്ചിയായി മാറുന്നു. (പെൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റ്) പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ ഭ്രൂണസഞ്ചിയിൽ 7 കോശങ്ങളും 8 മർമ്മങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നു. മൈക്രോപൈലിന്റെ ഭാഗത്തായി കാണുന്ന എഗ് അപ്പാരറ്റസിൽ രണ്ടു സൈനർജിഡുകളും ഒരു അണ്ഡവും കാണപ്പെടുന്നു. ചലാസൽ ഭാഗത്ത് 3 ആന്റിപോഡലുകൾ കാണുന്നു. രണ്ട് പോളാർ മർമ്മങ്ങളോടു കൂടിയ വലിയ മധ്യകോശം മധ്യഭാഗത്ത് കാണപ്പെടുന്നു.

പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗിയിൽ നിന്ന് പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് പരാഗണം. പരാഗണകാരികൾ ജീവിയമോ (ജന്തുക്കൾ) അജീവിയമോ (കാറ്റ്, വെള്ളം) ആകാം.

പരാഗരേണുക്കൾ പരാഗണസ്ഥലത്ത് പതിച്ച് ജനിദണ്ഡിലൂടെ പരാഗനാളി ഭ്രൂണസഞ്ചിയിലെത്തുന്നതു വരെ (അഭിലഷണീയമായ പരാഗരേണുവാണെങ്കിൽ) ഉള്ള പ്രക്രിയകളുൾപ്പെട്ടതാണ് പരാഗരേണു- ജനി സമ്പർക്കം. അഭിലഷണീയ പരാഗണത്തെ തുടർന്ന് പരാഗരേണു പരാഗണസ്ഥലത്ത് നിന്ന് വളർന്ന് ജനിദണ്ഡിലൂടെ പരാഗനാളി വഴി ഓവ്യൂളിലെത്തുന്നു. തുടർന്ന് രണ്ടു പുംബീജങ്ങൾ സൈനർജിഡുകളിലേക്കെത്തുന്നു. ആവൃതബീജ സസ്യങ്ങളിൽ ദ്വിബീജസംയോഗം നടക്കുന്നതിന് കാരണം അവയിലുള്ള രണ്ടു തരം സംയോജനങ്ങളാണ്- സിംഗമിയും ട്രിപ്പിൾ ഫ്യൂഷനും. ദ്വിപ്ലോയിഡ് സിക്താണ്ഡവും ത്രിപ്ലോയിഡ് പ്രാഥമിക ബീജാന്ന മർമ്മ (പ്രാഥമിക ബീജാന്ന കോശത്തിൽ) വുമാണ് ദ്വിബീജസംയോഗത്തിന്റെ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ. സിക്താണ്ഡം ഭ്രൂണമായും പ്രാഥമിക ബീജാന്നമർമ്മം ബീജാന്നകലകളായും വികസിക്കുന്നു. ഭ്രൂണവികാസം എപ്പോഴും ബീജാന്നവികാസത്തിനു ശേഷമായിരിക്കും നടക്കുക.

പ്രോഎംബ്രിയോ, ഗോളാകൃതിയുള്ള ഭ്രൂണം, ഹൃദയാകൃതിയിലുള്ള ഭ്രൂണം എന്നീ ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ ഭ്രൂണം പൂർണവളർച്ചയെത്തുന്നു. പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ ദ്വിബീജപത്ര സസ്യങ്ങളുടെ ഭ്രൂണത്തിൽ രണ്ടു ബീജപത്രങ്ങളും, എപ്പിക്കോട്ടൈൽ, ഹൈപ്പോക്കോട്ടൈൽ എന്നീ ഭാഗങ്ങളുള്ള ഭ്രൂണ അക്ഷവുമുണ്ട്. ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളിലെ ഭ്രൂണത്തിന് ഒരു ബീജപത്രം മാത്രമാണുള്ളത്. ബീജസങ്കലനത്തിനുശേഷം അണ്ഡാശയം ഫലങ്ങളായും ഓവ്യൂൾ വിത്തുകളായും വികസിക്കുന്നു.

ചില ആവൃതബീജസസ്യങ്ങളിൽ (പ്രധാനമായും പുൽച്ചെടി) കാണപ്പെടുന്ന പ്രതിഭാസമാണ് അപ്പോമിക്സിസ്. ഇതിൽ ബീജസംയോഗം നടക്കാതെ വിത്തുകളുണ്ടാകുന്നു. കൃഷിയിലും ഉദ്യാനനിർമാണത്തിലും വളരെയേറെ പ്രാധാന്യം അപ്പോമിക്സിസിനുണ്ട്.

ചില ആവൃതബീജസസ്യങ്ങളിൽ ഒരു ഭ്രൂണത്തിൽ ഒന്നിലധികം വിത്തുകളുണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസമാണ് പോളിഎംബ്രിയോണി.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. സപുഷ്പികളുടെ പൂവിൽ ആൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റും പെൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റും രൂപപ്പെടുന്ന ഭാഗങ്ങളുടെ പേര് എഴുതുക.
2. മൈക്രോസ്പോറോജെനിസിസും മെഗാസ്പോറോജെനിസിസും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എഴുതുക. ഏതുതരം കോശവിഭജനമാണ് ഈ പ്രക്രിയകളിൽ നടക്കുന്നത്? ഈ രണ്ട് പ്രക്രിയകളുടെയും അവസാനം ഉണ്ടാകുന്ന ഭാഗങ്ങളുടെ പേരെഴുതുക.
3. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പദങ്ങളെ അവ വികാസം പ്രാപിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ ക്രമീകരിക്കുക.

   പരാഗരേണു, രേണുജന്യകല, മൈക്രോസ്പോർ ടെട്രാഡ്, പരാഗരേണു മാതൃകോശം, പുംബീജം.
4. വ്യക്തമായി അടയാളപ്പെടുത്തിയ ഒരു ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ സപുഷ്പികളിലെ മാതൃകാ ഓവ്യൂളിന്റെ ഘടന വിശദമാക്കുക.
5. പെൺ ഗാമിറ്റോഫൈറ്റിന്റെ മോണോസ്പോറിക് തരത്തിലുള്ള വികസന ഘട്ടങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുക.
6. വ്യക്തമായി അടയാളപ്പെടുത്തിയ ഒരു ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ 7 കോശ, 8 മർമ്മ പെൺഗാമിറ്റോഫൈറ്റിന്റെ ഘടന വിവരിക്കുക.
7. എന്താണ് ചാസ്മോഗാമസ് പൂക്കൾ? ക്ലീസ്റ്റോഗാമസ് പൂക്കളിൽ പരപരാഗണം നടക്കുമോ? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരത്തിന് കാരണം നൽകുക.
8. പൂക്കളിൽ സ്വപരാഗണത്തെ തടയുന്നതിനുള്ള രണ്ട് ഉപായങ്ങൾ എഴുതുക.
9. എന്താണ് സെൽഫ് ഇൻകോംപാറ്റിബിലിറ്റി? എന്തുകൊണ്ടാണ് സെൽഫ് ഇൻകോംപാറ്റിബിൾ സ്പീഷിസുകളിൽ സ്വപരാഗണം വിത്തുൽപ്പാദനത്തിലേക്ക് നയിക്കാത്തത്?
10. എന്താണ് ബാഗിങ്? സസ്യപരിപാലനത്തിൽ ഇത് എങ്ങനെ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു?

11. എന്താണ് ട്രിപ്പിൾ ഫ്യൂഷൻ ? ഇത് നടക്കുന്നതെങ്ങനെ? എവിടെയാണ് ഇത് നടക്കുന്നത്? ട്രിപ്പിൾ ഫ്യൂഷനിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന മർമ്മങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?

12. ബീജസംയോഗം നടന്ന ഓവ്യൂളിൽ സിക്താണ്ഡം കുറച്ചു സമയം സുഷുപ്തിയിലാണെന്ന് കരുതാമോ? എന്തുകൊണ്ട്?

13. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയുടെ വ്യത്യാസങ്ങൾ എഴുതുക

    എ) ഹൈപ്പോക്കോട്ടൈലും എപ്പിക്കോട്ടെയ്‌ലും

    ബി) കോളിയോപ്‌റ്റൈലും കോളിയോറൈസയും

    സി) ഇന്റഗുമെന്റും ടെസ്റ്റയും

    ഡി) പെരിസ്‌പേമും പെരികാർപ്പും

14. ആപ്പിളിനെ കപടഫലം എന്നു വിളിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ട്? പൂവിന്റെ ഏതുഭാഗമാണ് ഫലമായി മാറുന്നത് ?

15. എന്താണ് കേസരങ്ങളെ നീക്കം ചെയ്യൽ? എപ്പോൾ, എന്തിനുവേണ്ടിയാണ് ഒരു സസ്യപരിപാലകൻ ഈ തന്ത്രം പ്രയോഗിക്കുന്നത് ?

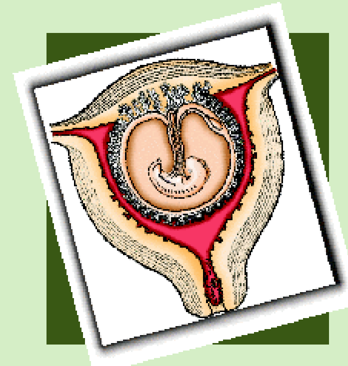
16. വളർച്ചാഹോർമോണുകളുപയോഗിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് ഒരു സസ്യത്തിൽ പാർത്തനോകാർപ്പി ഉദ്ദീപിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കുമെങ്കിൽ ഏത് സസ്യമായിരിക്കും നിങ്ങൾ തിരഞ്ഞെടുക്കുക. എന്തുകൊണ്ട്?

17. പരാഗരേണുവിന്റെ വികാസത്തിൽ ടപീറ്റത്തിന്റെ പങ്ക് വിവരിക്കുക.

18. എന്താണ് അപ്പോമിക്സിസ്? അതിന്റെ പ്രാധാന്യം എന്താണ്?

അധ്യായം 3

Y9Y7X5



പ്രത്യുൽപാദനം മനുഷ്യനിൽ
(HUMAN REPRODUCTION)

3.1 പുരുഷ പ്രത്യുൽപാദന വ്യവസ്ഥ

3.2 സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപാദന വ്യവസ്ഥ

3.3 ബീജോൽപാദനം

3.4 ആർത്തവചക്രം

3.5 ബീജസംയോഗവും ഉള്ളിൽ ഉറപ്പിക്കലും

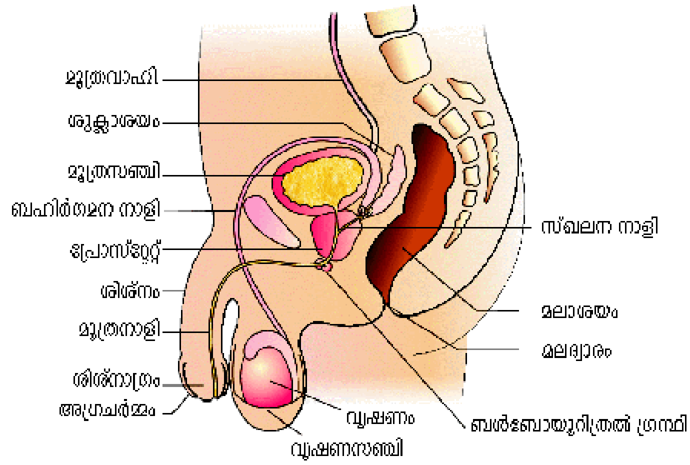
3.6 ഗർഭാവസ്ഥയും ഭ്രൂണത്തിന്റെ വികാസവും

3.7 പ്രസവവും പാൽചുരത്തലും

മനുഷ്യനിലെ പ്രത്യുൽപ്പാദന രീതി ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനരീതിയാണെന്നും അവർ കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കുന്നവരാണെന്നും നിങ്ങൾക്കറിവുള്ളതാണല്ലോ. ബീജോൽപ്പാദനം (Gametogenesis- പുംബീജവും അണ്ഡവും ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയ), ബീജാധാനം (Insemination പുംബീജം സ്ത്രീയുടെ പ്രതുൽപ്പാദന നാളിയിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയ), ബീജസംയോഗം (Fertilization- അണ്ഡവും പുംബീജവും തമ്മിൽ സംയോജിക്കുന്ന പ്രക്രിയ) മുതലായവ വഴി സിക്താണ്ഡം (Zygote) രൂപം കൊള്ളുന്നതുവരെയുള്ള പ്രക്രിയകളാണ് ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനത്തിൽ ഉള്ളത്. ഇതിനെ തുടർന്ന് ബ്ലാസ്റ്റോസിസ്റ്റ് (Blastocyst) രൂപപ്പെടുകയും അത് വികാസം പ്രാപിച്ച് ഗർഭാശയ ഭിത്തിയിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചതിനു (Implantation) ശേഷം ഭ്രൂണവളർച്ചയും വികാസവും (Pregnancy and gestation) നടന്ന് കുഞ്ഞിനെ പ്രസവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പ്രായപൂർത്തിയായതിനു ശേഷമാണ് ഇത്തരം പ്രക്രിയകൾ സാധ്യമാകുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾ നേരത്തെ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടാകുമല്ലോ? പുരുഷന്റേയും സ്ത്രീയുടേയും പ്രത്യുൽപ്പാദന പ്രക്രിയകൾ തമ്മിൽ എടുത്തു പറയത്തക്ക വ്യത്യാസങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന് പുരുഷൻമാരിൽ പുംബീജത്തിന്റെ രൂപീകരണം വളരെ പ്രായം കൂടിയവരിലും തുടർന്നുകൊണ്ടിരിക്കും. എന്നാൽ ഏകദേശം 50 വയസ്സോടെ സ്ത്രീകളിൽ അണ്ഡോൽപ്പാദനം നിലയ്ക്കുന്നു. സ്ത്രീ, പുരുഷ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥകളെക്കുറിച്ച് നമുക്ക് വിശദമായി പഠിക്കാം.

3.1 പുരുഷപ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥ

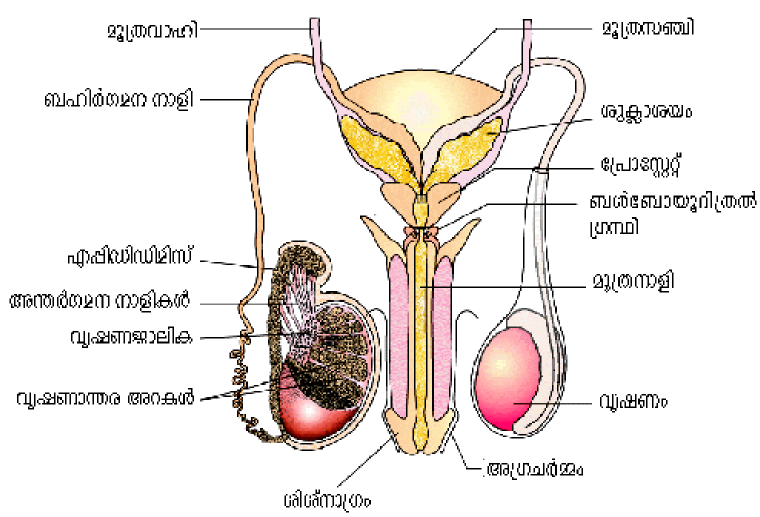
പുരുഷ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയിലെ അവയവങ്ങൾ ഇടുപ്പ് ഭാഗത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 3.1 a). ഒരു ജോഡി **വൃഷണങ്ങളും (Testes), അനുബന്ധ നളികകളും (Accessory ducts), ഗ്രന്ഥികളും (Glands), ബാഹ്യലൈംഗിക ഭാഗങ്ങളും (External genitalia)** ഉൾപ്പെടുന്നതാണ് പുരുഷ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥ.



ചിത്രം 3.1 (a) പുരുഷപ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥ കാണിക്കുന്ന ഇടുപ്പ് ഭാഗത്തിന്റെ നെടുകെയുള്ള ഛേദം

വൃഷണങ്ങൾ ഉദരാശയത്തിന് പുറത്ത് കാണുന്ന ഒരു സഞ്ചിയിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ഇതിനെ **വൃഷണ സഞ്ചി (Scrotum)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. വൃഷണങ്ങളിൽ ശരീരതാപനിലയേക്കാൾ താഴ്ന്ന താപനില നിലനിർത്താൻ സഹായിക്കുന്നത് വൃഷണസഞ്ചിയാണ്. ഇത് പുംബീജോൽപ്പാദനത്തിന് അത്യാവശ്യമാണ്. വൃഷണങ്ങളിലെ താപനില ശരീരത്തിലെ മറ്റ് ഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് 2 മുതൽ 2.5 ഡിഗ്രി സെൽഷ്യൽസ് വരെ കുറവായിരിക്കും.

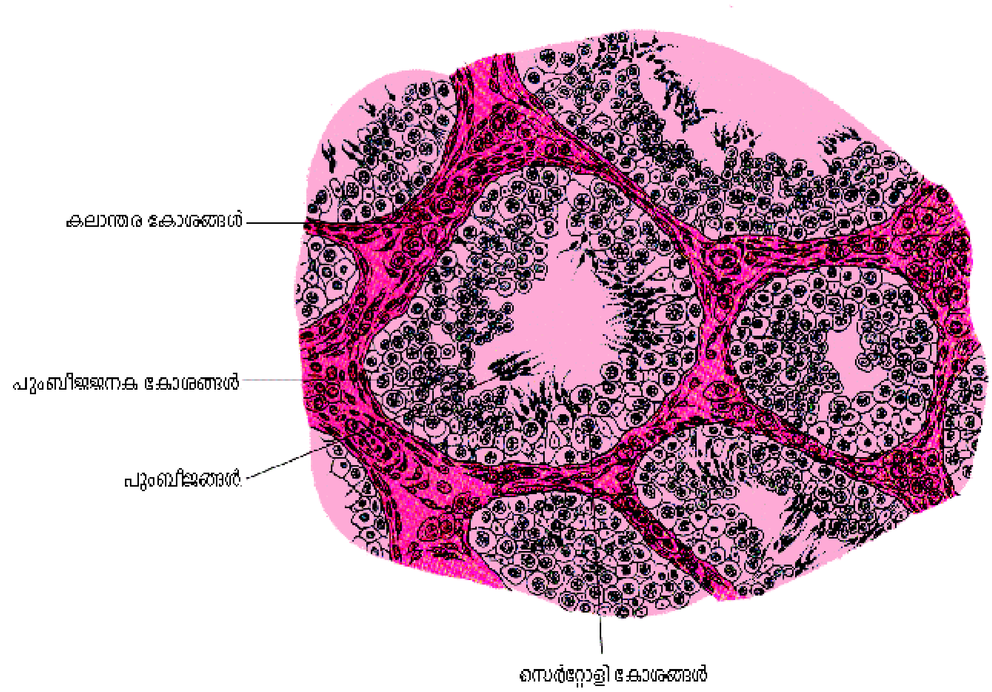
സൂക്ഷ്മദർശിനിയുടെ സഹായത്തോടുകൂടി വൃഷണത്തിന്റെ സ്ലൈഡ് നിരീക്ഷിച്ച് ചിത്രം 3.1 b യുടെ സഹായത്താൽ ഭാഗങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാൻ ശ്രമിക്കുക. തിരിച്ചറിഞ്ഞ ഭാഗങ്ങൾ പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.



ചിത്രം 3.1 (b) പുരുഷപ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ രേഖാചിത്രം (വൃഷണങ്ങളുടെ ആന്തരഭാഗങ്ങൾ)

പ്രായപൂർത്തിയായ ആളുടെ വൃഷണങ്ങൾ ദീർഘഗോളാകൃതിയുള്ളതാണ്. വൃഷണങ്ങൾക്ക് 4 മുതൽ 5 സെ.മീ വരെ നീളവും 2 മുതൽ 3 സെ.മീ വരെ വീതിയുമുണ്ടായിരിക്കും. വൃഷണങ്ങളെ ആവരണം ചെയ്യുന്നത് ഒരു കട്ടി കൂടിയ ആവരണമാണ്. ഓരോ വൃഷണത്തിലും ഏകദേശം 250 അറകൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ വൃഷണാന്തര അറകൾ അഥവാ **വൃഷണാന്തര ഇതളുകൾ (Testicular lobule)** എന്നു പറയുന്നു. (ചിത്രം 3.1 b).

ഓരോ ഇതളിലും ചുറ്റിപ്പിണഞ്ഞ് കിടക്കുന്ന 1 മുതൽ 3 വരെ **ബീജോൽപ്പാദന നളികകൾ (Seminiferous tubules)** കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയിലാണ് പുംബീജം രൂപപ്പെടുന്നത്. ഓരോ ബീജോൽപ്പാദന നളികയുടേയും ആന്തരഭിത്തിയിൽ രണ്ട് തരത്തിലുള്ള കോശങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. **പുംബീജജനക കോശങ്ങളും (Male germ cells, Spermatogonia) സെർറ്റോളി കോശങ്ങളും (Sertoli cells)** ആണിവ.



ചിത്രം 3.2 ബീജോൽപ്പാദന നാളികളുടെ ഛേദത്തിന്റെ രേഖാചിത്രം

പുംബീജജനകകോശങ്ങളിൽ ഊനഭംഗം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി പുംബീജങ്ങൾ (Spermatozoa) രൂപപ്പെടുന്നു. അതേസമയം സെർറ്റോളി കോശങ്ങൾ ബീജകോശങ്ങൾക്ക് പോഷകം ലഭ്യമാക്കുന്നു. ബീജോൽപ്പാദന നളികകളുടെ ബാഹ്യഭാഗത്ത് കാണുന്ന ഇടമാണ് **കോശാന്തരയിടം (Interstitial space)**. കോശാന്തരയിടത്തിൽ ചെറിയ രക്തക്കുഴലുകളും **കലാന്തരകോശങ്ങളും (Interstitial cells or leydig cells)** ഉണ്ടായിരിക്കും (ചിത്രം 3.2 b) ഈ കലാന്തരകോശങ്ങളാണ് വൃഷണഹോർമോണുകളായ പുരുഷഹോർമോണുകൾ (Androgens) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. കൂടാതെ രോഗപ്രതിരോധത്തിന് കഴിവുള്ള മറ്റ് കോശങ്ങളും ഇവിടെ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്.

അനുബന്ധനാളികളിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവ **വൃഷണജാലിക (Rete testis), അന്തർഗമനനാളികൾ (Vasa efferentia), എപ്പിഡിഡിമിസ് (Epididymis), ബീജവാഹി (Vas deferens)** എന്നിവയാണ് (ചിത്രം 3.1 b). വൃഷണങ്ങളിലെ ബീജോൽപ്പാദന നളികകൾ അന്തർഗമന നാളികളിലേക്ക് തുറക്കുന്നത് വൃഷണജാലിക വഴിയാണ്. അന്തർഗമന നാളികൾ വൃഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് പുറത്തേക്ക് വരുകയും ഓരോ വൃഷണത്തിന്റെ പിൻഭാഗത്തുള്ള എപ്പിഡിഡിമിസിലേക്ക് തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എപ്പിഡിഡിമിസ് ബീജവാഹിയിലേക്ക് തുറക്കുന്നു. ബീജവാഹി മുകളിലേക്ക് കയറി ഉദരാശയത്തിലെത്തിച്ചേരുകയും മൂത്രസഞ്ചിയെ ചുറ്റിപ്പോകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് ശുക്ലാശയത്തിൽ (Seminal vesicle) നിന്നുമുള്ള നളികയെ സ്വീകരിക്കുകയും സ്ഖലന നാളിയായി (Ejaculatory Duct) മൂത്രനാളിയിലേക്ക് (Urethra) തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 3.1 a). സ്ഖലനനാളികളാണ് പുംബീജത്തെ ശേഖരിക്കുന്നതും മൂത്രനാളിയിലൂടെ വൃഷണത്തിന്റെ പുറത്തേക്ക് എത്തിക്കുന്നതും. മൂത്രനാളി ഉൽഭവിക്കുന്നത് മൂത്രസഞ്ചിയിൽ നിന്നുമാണ്. ഇത് ശിശ്നത്തിലൂടെ (Penis) കടന്ന് ബാഹ്യസുഷിരമായ **മൂത്രദ്വാര (Urethral meatus)** ത്തിലൂടെ പുറത്തേക്ക് തുറക്കുന്നു.

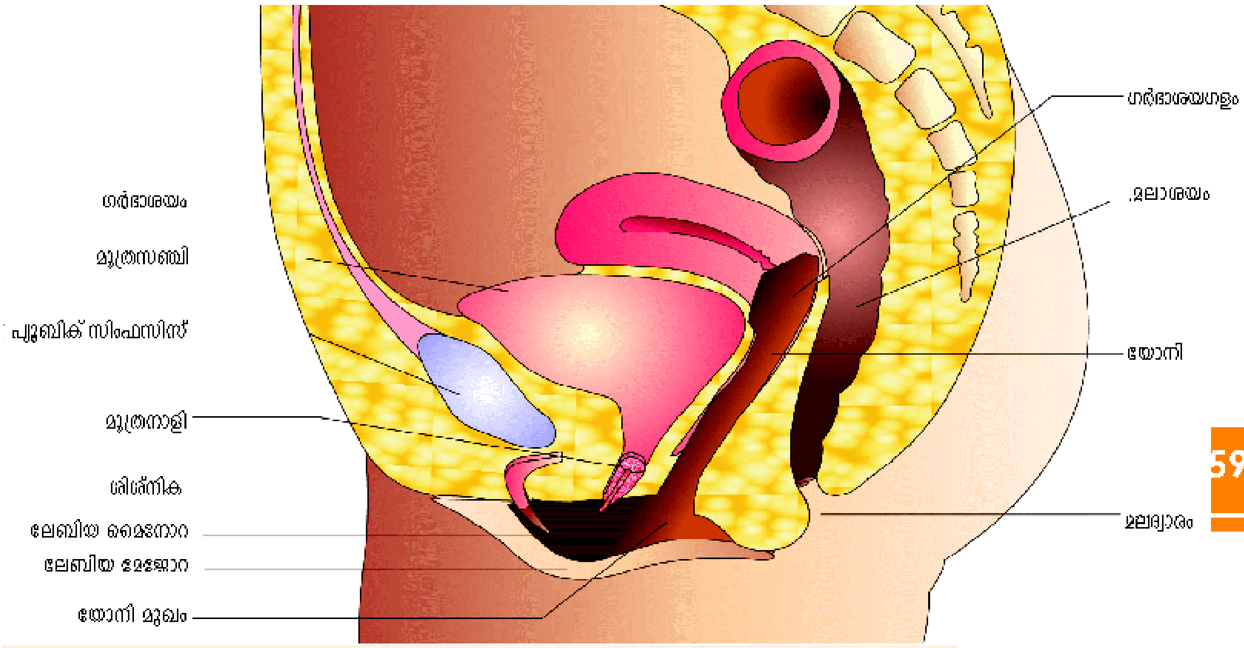
പുരുഷന്റെ ബാഹ്യജനനേന്ദ്രിയമാണ് ശിശ്നം (Penis) (ചിത്രം 3.1 a, b). ഉദ്ധാരണത്തിന് സഹായിക്കുന്ന പ്രത്യേകതരം കലകൾ ശിശ്നത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഇത് ബീജാധാനത്തെ (Insemination) സുഗമമാക്കുന്നു. വലിപ്പം കൂടിയ ശിശ്നാഗ്രത്തെ (Glans penis) പൊതിഞ്ഞ് അയഞ്ഞതും മടക്കുള്ളതുമായ **അഗ്രചർമ്മം (Fore skin)** കാണപ്പെടുന്നു.

രണ്ടുവീതം **ശുക്ലാശയങ്ങളും ബൾബോയൂറിത്രൽ ഗ്രന്ഥികളും** ഒരു **പ്രോസ്റ്റേറ്റ് ഗ്രന്ഥിയും** ഉൾപ്പെടുന്നതാണ് പുരുഷപ്രത്യുൽപ്പാദന സഹായക ഗ്രന്ഥികൾ. ഈ ഗ്രന്ഥികളുടെ സ്രവമാണ് സെമിനൽ പ്ലാസ്മ. ചില രാസാഗ്നികളും ഫ്രക്ടോസ്, കാത്സ്യം തുടങ്ങിയവയും ഈ സ്രവങ്ങളിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. ബൾബോയൂറിത്രൽ ഗ്രന്ഥിയുടെ സ്രവങ്ങളാണ് ശിശ്നത്തെ വഴുവഴുപ്പുള്ളതാക്കുന്നത്.

3.2 സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥ

ഒരു ജോഡി **അണ്ഡാശയങ്ങൾ (Ovary)**, അതോടൊപ്പം ഒരു ജോഡി **അണ്ഡവാഹികൾ (Oviduct), ഗർഭാശയം (Uterus), ഗർഭാശയഗളം (Cervix), യോനി (Vagina), ബാഹ്യജനനേന്ദ്രിയം (External genitalia)** എന്നിവയാണ് സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ ഭാഗങ്ങൾ (ചിത്രം 3.3 a). ഇവ ഇടുപ്പ് ഭാഗത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ ഈ ഭാഗങ്ങൾ കൂടാതെ ഒരു ജോഡി **സ്തനങ്ങളും (Mammary glands)** കാണപ്പെടുന്നു. മേൽപ്പറഞ്ഞ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളും ഒത്തുചേർന്ന് അണ്ഡോൽസർജനം (Ovulation), ബീജസംയോഗം (Fertilization), ഗർഭധാരണം (Pregnancy), ജനനം (Birth), ശിശു സംരക്ഷണം (Child care) എന്നീ പ്രക്രിയകൾക്ക് വേണ്ട ഘടനാപരവും ധർമ്മപരവുമായ പിന്തുണ നൽകുന്നു.

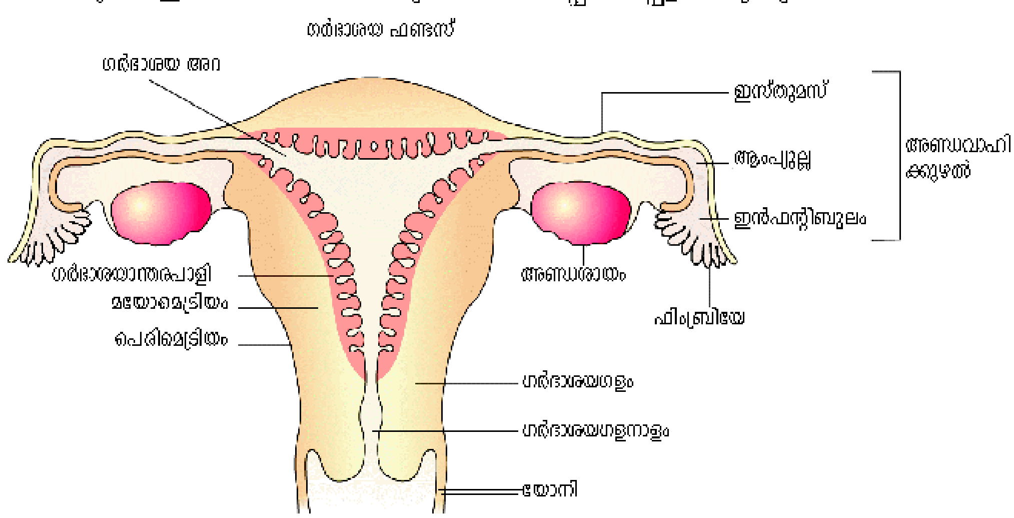
അണ്ഡാശയങ്ങളാണ് സ്ത്രീകളുടെ പ്രാഥമിക ലൈംഗികാവയവങ്ങൾ. ഇവ അണ്ഡവും നിരവധി സ്റ്റീറോയ്ഡ് ഹോർമോണുകളും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഉദരാശയത്തിന്റെ താഴ്ഭാഗത്ത് ഇരു വശങ്ങളിലും ഓരോ അണ്ഡാശയങ്ങൾ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 3.3 (a) സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ ഛേദം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം

ഓരോ അണ്ഡാശയത്തിനും 2 സെ.മീ. മുതൽ 4 സെ.മീ വരെ നീളമുണ്ടാകും. ഇവ ഇടുപ്പിലെ ഭിത്തിയിലും ഗർഭാശയഭിത്തിയിലും സ്നായുക്കൾ കൊണ്ട് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓരോ അണ്ഡാശയവും കനം കുറഞ്ഞ ആവരണകലകൊണ്ട് പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഇതിനകത്തായി അണ്ഡാശയ സ്ട്രോമ കാണപ്പെടുന്നു. അണ്ഡാശയ സ്ട്രോമയെ രണ്ട് മേഖലകളായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. പുറമേയുള്ളതിനെ കോർട്ടെക്സ് എന്നും ഉള്ളിലുള്ളതിനെ മെഡുല്ലയെന്നും വിളിക്കുന്നു.

അണ്ഡവാഹികൾ, ഗർഭാശയം, യോനി എന്നിവയാണ് സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ സഹായകനാളികൾ. ഓരോ അണ്ഡാശയത്തിന്റെയും ബാഹ്യഭാഗത്ത് നിന്നാരംഭിച്ച് ഗർഭാശയം വരെ നീണ്ടു കിടക്കുന്ന 10 സെ.മീ മുതൽ 12 സെ.മീ വരെ നീളമുള്ള കുഴലാണ് അണ്ഡവാഹിക്കുഴൽ. അണ്ഡാശയത്തിനോട് ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന അണ്ഡവാഹിക്കുഴലിന്റെ ചോർപ്പിന്റെ ആകൃതിയുള്ള ഭാഗത്തെ **ഇൻഫന്റിബുലം** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. (ചിത്രം 3.3 b) ഇൻഫന്റിബുലത്തിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തായി കാണപ്പെടുന്ന വിരലുകൾ പോലെയുള്ള ഭാഗങ്ങളാണ് **ഫിംബ്രിയേ**. ഇവയാണ് അണ്ഡോൽസർജനത്തിനുശേഷം അണ്ഡത്തെ ശേഖരിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നത്. ഇൻഫന്റിബുലത്തെ തുടർന്ന് കാണുന്ന അണ്ഡവാഹിക്കുഴലിന്റെ വിസ്തൃതമായ ഭാഗത്തെ **ആംപ്യുല്ല (Ampulla)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അണ്ഡവാഹിക്കുഴലിന്റെ അവസാനഭാഗമാണ് **ഇസ്ത്മസ് (Isthmus)**. ഈ നാളിയുടെ ഉൾവശം വളരെ ഇടുങ്ങിയതാണ്. ഉൾഭിത്തിയോട് കൂടിയ ഈ ഭാഗം ഗർഭാശയവുമായി ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

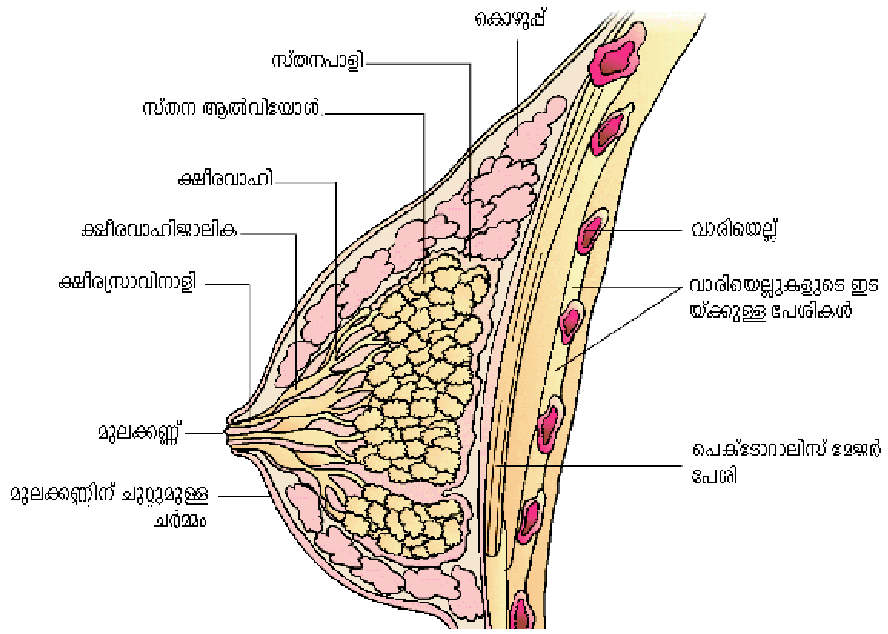


ചിത്രം 3.3 (b) സ്ത്രീ പ്രത്യുൽപ്പാദനവ്യവസ്ഥയുടെ ഛേദം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം

തലകീഴായിപിടിച്ച പിയർ പഴത്തിന്റെ (Pear fruit) ആകൃതിയാണ് ഗർഭാശയത്തിന് ഉള്ളത്. ഗർഭാശയത്തെ ഇടുപ്പ് ഭിത്തിയുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് സ്നായുക്കൾ കൊണ്ടാണ്. ഗർഭാശയം യോനിയിലേക്ക് തുറക്കുന്നത് ഇടുങ്ങിയ **ഗർഭാശയഗളത്തിലൂടെയാണ് (Cervix)**. ഗർഭാശയഗളത്തിന്റെ നാളത്തെ **ഗർഭാശയഗളനാളം (Cervical canal)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഗർഭാശയഗളനാളം യോനിയോടൊപ്പം ചേരുമ്പോൾ ജനനനാളി (Birth canal) ആകുന്നു (ചിത്രം 3.3 ബി). ഗർഭാശയത്തിന്റെ ഭിത്തിയിൽ മൂന്ന് പാളി കലകൾ കാണപ്പെടുന്നു. പുറമേ കാണപ്പെടുന്ന കനം കുറഞ്ഞ പാളിയാണ് **പെരിമെട്രിയം (Perimetrium)**. മധ്യഭാഗത്ത് കട്ടി കൂടിയ മൃദു പേശികളാൽ നിർമ്മിതമായ **മയോമെട്രിയം (Myometrium)** കാണപ്പെടുന്നു. ഉൾഭാഗത്തായി കാണപ്പെടു

ന്നത് ഗ്രന്ഥികൾകൊണ്ടുള്ള പാളിയായ **ഗർഭാശയാന്തരപാളിയാണ് (Endomterium)**. ഗർഭാശയത്തെ ആന്തരികമായി ആവരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നത് ഗർഭാശയാന്തരപാളിയാണ്. ഗർഭാശയാന്തരപാളിയിൽ ചാക്രികമായ മാറ്റങ്ങൾ നടക്കുമ്പോഴാണ് ആർത്തവം (Menstruation) ഉണ്ടാകുന്നത്. മയോമെട്രിയത്തിലെ മൃദു പേശികളുടെ ശക്തമായ സങ്കോചങ്ങളാണ് പ്രസവ പ്രക്രിയയെ സഹായിക്കുന്നത്.

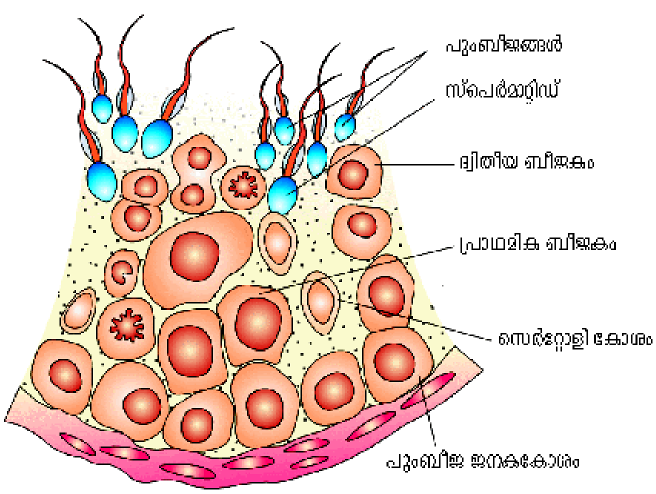
സ്ത്രീകളുടെ ബാഹ്യജനനേന്ദ്രിയം മോൺസ് പ്യൂബിസ്, ലേബിയ മേജോറ, ലേബിയ മൈനോറ, കന്യാചർമ്മം (Hymen) ശിശ്നിക (Clitoris) എന്നിവ ഉൾപ്പെട്ടതാണ്. (ചിത്രം 3.3 a) **മോൺസ് പ്യൂബിസ്** കൊഴുപ്പു നിറഞ്ഞ കലകൾ കൊണ്ട് നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടതാണ്. അതിനെ ആവരണം ചെയ്ത് ത്വക്കും രോമങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നു. മോൺസ് പ്യൂബിസിൽ നിന്നും താഴേക്ക് വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നതും യോനിയെ വലയം ചെയ്തിരിക്കുന്നതുമായ മാംസളമായ കലകളുടെ മടക്കുകളെയാണ് **ലേബിയ മേജോറ** എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. ലേബിയ മേജോറയ്ക്കിടയിൽ കാണപ്പെടുന്ന കലകളാൽ നിർമ്മിതമായ ഒരു ജോഡി മടക്കുകളാണ് **ലേബിയ മൈനോറ**. യോനിനാളം പുറത്തേക്ക് തുറക്കുന്ന ഭാഗം ഒരു സ്തരം കൊണ്ട് ഭാഗികമായി ആവരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ സ്തരത്തെ **കന്യാചർമ്മം** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. രണ്ട് ലേബിയ മൈനോറകളും ചേരുന്ന മുകൾഭാഗത്ത് കാണപ്പെടുന്ന തീരെ ചെറിയ വിരൽ പോലുള്ള ഭാഗമാണ് **ശിശ്നിക**. ഇത് മൂത്രനാളം പുറത്തേക്ക് തുറക്കുന്ന ഭാഗത്തിന് മുകളിലായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. കന്യാചർമ്മം ആദ്യ ലൈംഗികബന്ധം നടക്കുമ്പോൾ പൊട്ടിപ്പോകാറുണ്ട്. ചാടുമ്പോഴോ വീഴുമ്പോഴോ കന്യാചർമ്മം പൊട്ടിപ്പോകാറുണ്ട്. ആർത്തവ രക്തം നീക്കം ചെയ്യാനുള്ള ഉപാധികൾ യോനിനാളത്തിലേക്ക് കടത്തുന്നതും കുതിര സവാരി, സൈക്കിൾ ചവിട്ടൽ എന്നീ കായിക വിനോദങ്ങളിൽ സജീവമായി പങ്കെടുക്കുന്നതും കന്യാചർമ്മം പൊട്ടുന്നതിന് കാരണമാകാറുണ്ട്. എന്നാൽ ചില സ്ത്രീകളിൽ ലൈംഗികബന്ധത്തിന് ശേഷവും കന്യാചർമ്മം സ്ഥായിയായി കാണപ്പെടുന്നു. ആയതിനാൽ കന്യാചർമ്മം ഉള്ളതോ ഇല്ലാത്തതോ കന്യകാത്വത്തിന്റേയോ, ലൈംഗികാനുഭവത്തിന്റേയോ വിശ്വസിക്കാവുന്ന ഒരു തെളിവായി കണക്കാക്കാൻ കഴിയില്ല.



ചിത്രം 3.4 സ്തനങ്ങളുടെ നെടുകെയുള്ള ഛേദം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം

പെൺ സസ്തനികൾക്കുള്ള പ്രത്യേകതയാണ് പ്രവർത്തനക്ഷമമായ സ്തനങ്ങൾ. ഗ്രന്ഥീകലകളും വ്യത്യസ്ത അളവിൽ കൊഴുപ്പും അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഒരു ജോഡി അവയവങ്ങളാണ് സ്തനങ്ങൾ അഥവാ ക്ഷീരഗ്രന്ഥികൾ (Mammary glands). സ്തനങ്ങളിലെ ഗ്രന്ഥീകലകളെ 15 മുതൽ 20 വരെ **സ്തന ഇതളുകളായി (Mammary lobes)** വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ കാണപ്പെടുന്ന കോശസമൂഹങ്ങൾ ആൽവിയോളുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഈ ആൽവിയോളിലുള്ള കോശങ്ങളാണ് പാലുൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. ഇത് ആൽവിയോളുകളുടെ ഉള്ളറകളിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു. ആൽവിയോളുകൾ ക്ഷീരനാളിയിലേക്ക് (Mammary tubules) തുറക്കുന്നു (ചിത്രം 3.4). ഓരോ സ്തന ഇതളിൽ നിന്നുമുള്ള നാളികൾ ചേർന്ന് **ക്ഷീരവാഹികൾ (Mammary ducts)** ഉണ്ടാകുന്നു. നിരവധി ക്ഷീരവാഹികൾ യോജിച്ച് ഒരു വിസ്തൃതമായ ക്ഷീരവാഹി ജാലിക **(Mammary ampulla)** ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് **ക്ഷീരസ്രാവി നാളിയിലേക്ക് (Lactiferous duct)** തുറക്കുകയും അതുവഴി പാൽ പുറത്തേക്ക് വരികയും ചെയ്യുന്നു.

3.3 ബീജോൽപാദനം

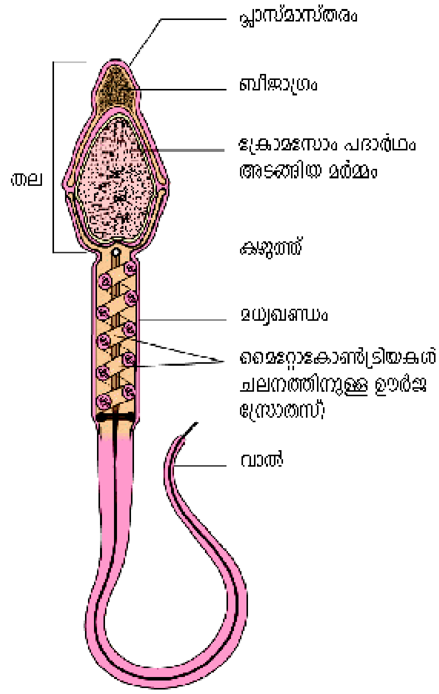


ചിത്രം 3.5 ബീജോൽപാദന നാളികകളുടെ ഛേദം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം

പ്രാഥമിക ലൈംഗികാവയവങ്ങളായ വൃഷണങ്ങൾ പുരുഷന്മാരിൽ പുംബീജവും (sperm), അണ്ഡാശയം സ്ത്രീകളിൽ അണ്ഡവും (ovum) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇവ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയാണ് പൊതുവെ ബീജോൽപ്പാദനം (Gametogenesis) എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. പുംബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയെ **പുംബീജോൽപ്പാദനം (spermetogenesis)** എന്നും അണ്ഡം ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയെ അണ്ഡോൽപ്പാദനം (Oogenesis) എന്നും വിളിക്കുന്നു. വൃഷണങ്ങളിലെ പാകമാകാത്ത ആൺ ബീജകോശങ്ങളാണ് **പുംബീജ ജനകകോശങ്ങൾ (Spermatogonia)**. പ്രായപൂർത്തിയാകുമ്പോൾ പുരുഷൻമാരിൽ പുംബീജ ജനകകോശത്തിൽ നിന്നും പുംബീജോൽപ്പാദനം ആരംഭിക്കുന്നു. ബീജോൽപ്പാദന നളികകളുടെ ഉൾഭിത്തിയിലാണ് പുംബീജ ജനകകോശങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നത്. ഇവ ക്രമഭംഗം (Mitosis) വഴി എണ്ണത്തിൽ വർധിക്കുന്നു. ഓരോ പുംബീജ ജനകകോശവും 46 ക്രോമസോമുകളുമുള്ള ദ്വിപ്ലോയിഡുകളാണ്. ചില പുംബീജ ജനകകോശങ്ങളെ **പ്രാഥമിക ബീജകോശം (Primary spermatocytes)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഊനഭംഗം (Meiosis) നിശ്ചിത ക്രമത്തിൽ നടന്നു കൊണ്ടിരിക്കും. ഒരു പ്രാഥമിക ബീജകോശം ഊനഭംഗത്തിന്റെ ആദ്യ വിഭജനം നടത്തുന്നതിന്റെ ഫലമായി രണ്ട് തുല്യ ഏകപ്ലോയ്ഡുകളായ **ദ്വിതീയ ബീജകോശങ്ങൾ (Secondary Spermatocytes)** രൂപപ്പെടുന്നു. ഇവയ്ക്ക് 23 ക്രോമസോമുകൾ മാത്രമേ ഉണ്ടാകുകയുള്ളൂ. ദ്വിതീയ ബീജകോശത്തിൽ ഊനഭംഗത്തിന്റെ രണ്ടാമത്തെ വിഭജനം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി നാല് തുല്യ ഏകപ്ലോയ്ഡ് കോശങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവ **സ്പെർമാറ്റിഡ് (Spermatid)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 3.5). സ്പെർമാറ്റിഡിൽ ഉള്ള ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണം എത്രയായിരിക്കും? **പുംബീജോൽപ്പത്തി (Spermiogenesis)** എന്ന പ്രക്രിയ വഴി സ്പെർമാറ്റിഡുകൾ **പുംബീജങ്ങളായി (Spermatozoa or Sperms)** രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. പുംബീജോൽപ്പത്തിക്കുശേഷം പുംബീജങ്ങളുടെ തലഭാഗം **സെർട്ടോളി കോശങ്ങളിൽ** ആഴ്ത്തിവച്ചിരിക്കും. ഇവ **സ്പെർമി**

യേഷൻ എന്ന പ്രക്രിയവഴി പൂർണ വളർച്ച പ്രാപിക്കുകയും ബീജോൽപ്പാദന നളികകളിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

പ്രായപൂർത്തിയാകുമ്പോഴാണ് പുംബീജോൽപ്പാദനം ആരംഭിക്കുന്നത്. ആ കാലയളവിൽ ഗൊണാഡോട്രോപ്പിൻ സ്രവണ ഹോർമോൺ (GnRH) വളരെ കൂടിയ തോതിലുണ്ടാകും. ഹോർമോണിന്റെ അളവ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് പീയൂഷഗ്രന്ഥിയുടെ മുൻഭാഗം പ്രചോദിപ്പിക്കപ്പെടുകയും മറ്റ് രണ്ട് ഗൊണാഡോട്രോപ്പിനുകളായ ല്യൂട്ടിനൈസിംഗ് ഹോർമോൺ (LH), ഫോളിക്കിൾ ഉത്തേജക ഹോർമോൺ (FSH) എന്നിവ സ്രവിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ല്യൂട്ടിനൈസിംഗ് ഹോർമോണുകൾ ലെയ്ഡിഗ് കോശങ്ങളെ പ്രചോദിപ്പിക്കുകയും പുരുഷജന്യ ഹോർമോണുകൾ (Androgen) സ്രവിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പുരുഷജന്യ ഹോർമോണുകളാണ് പുംബീജോൽപ്പാദനത്തെ പ്രചോദിപ്പിക്കുന്നത്. ഫോളിക്കിൾ ഉത്തേജക ഹോർമോണുകൾ സെർറ്റോളി കോശങ്ങളെ പ്രചോദിപ്പിക്കുകയും പുംബീജോൽപ്പത്തിക്ക് സഹായകരമായ ചില ഘടകങ്ങളെ സ്രവിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

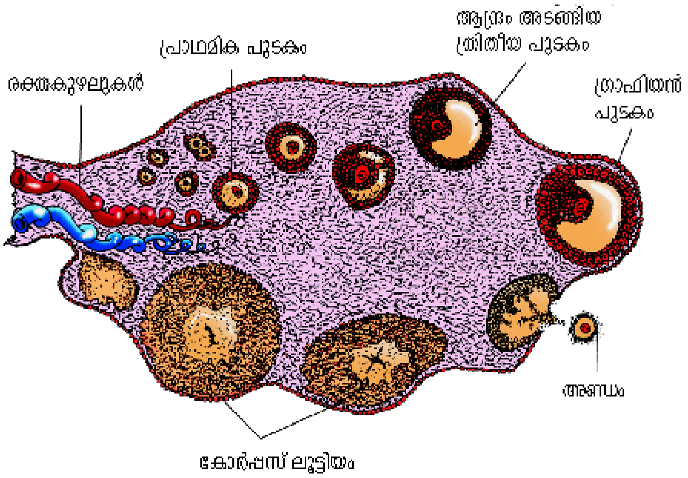


ചിത്രം 3.6 പുംബീജത്തിന്റെ ഘടന

ചിത്രം 3.6 നിരീക്ഷിച്ച് പുംബീജത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങൾ ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ ചർച്ച ചെയ്യുക.

ഒരു പുംബീജത്തിന്റെ സൂക്ഷ്മ ഘടന പരിശോധിച്ചാൽ അതിന് **തല (Head), കഴുത്ത് (Neck), മധ്യഖണ്ഡം (Middle piece), വാൽ (Tail)** എന്നിവയുള്ളതായി കാണാം (ചിത്രം 3.6). പുംബീജത്തെ പൂർണമായും ആവരണം ചെയ്തുകൊണ്ട് ഒരു കോശസ്തരം കാണപ്പെടുന്നു. പുംബീജത്തിന്റെ തലഭാഗത്ത് ഒരു നീളം കൂടിയ ഏകപ്ലോയ്ഡ് മർമ്മവും ഇതിന്റെ മുകൾഭാഗത്തായി തൊപ്പി പോലെ കാണപ്പെടുന്ന **ബീജാഗ്രവും (Acrosome)** ഉണ്ടായിരിക്കും. ബീജാഗ്രം ബീജസംയോഗത്തിന് സഹായകമായ രാസാഗ്നികളാൽ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. മധ്യഖണ്ഡം ധാരാളം മൈറ്റോകോൺട്രിയകളെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതിനാൽ വാലിന്റെ ചലനത്തിനാവശ്യമായ ഊർജത്തെ ഇവ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. വാലിന്റെ ചലനം ബീജസംയോഗത്തിനുവേണ്ടിയുള്ള പുംബീജത്തിന്റെ സഞ്ചാരത്തിന് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ഒരു സ്ഖലനത്തിൽ മാത്രം ഏകദേശം 200 മുതൽ 300 വരെ ദശലക്ഷം പുംബീജങ്ങളുണ്ടാകും. ഏറ്റവും കുറഞ്ഞത് 60 ശതമാനം പുംബീജങ്ങൾക്കും സാധാരണ ആകൃതിയും വലുപ്പവുമുണ്ടായിരിക്കുകയും ഇവയിൽ 40 ശതമാനത്തിനെങ്കിലും ഊർജസ്വലമായി സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയുകയും ചെയ്താൽ അയാൾക്ക് സാധാരണ നിലയിലുള്ള പ്രത്യുൽപ്പാദനശേഷി ഉള്ളതായി കണക്കാക്കാം.

ബീജോൽപ്പാദന നളികകളിൽ നിന്ന് പുറത്തേയ്ക്കു വരുന്ന പുംബീജങ്ങളെ വഹിച്ചുകൊണ്ട് പോകുന്നത് അനുബന്ധ നാളികളാണ്. എപ്പിഡിഡിമിസ് (Epididymis), ബീജവാഹികൾ (Vas deferens), ശുക്ലാശയം (Seminal vesicle), പ്രോസ്റ്റേറ്റ് ഗ്രന്ഥി (Prostate gland) എന്നിവയുടെ സ്രവങ്ങൾ പുംബീജങ്ങളുടെ പൂർണവളർച്ചയ്ക്കും കൃത്യമായ



ചിത്രം 3.7 അണ്ഡാശയത്തിന്റെ ഛേദത്തിന്റെ രേഖാചിത്രം

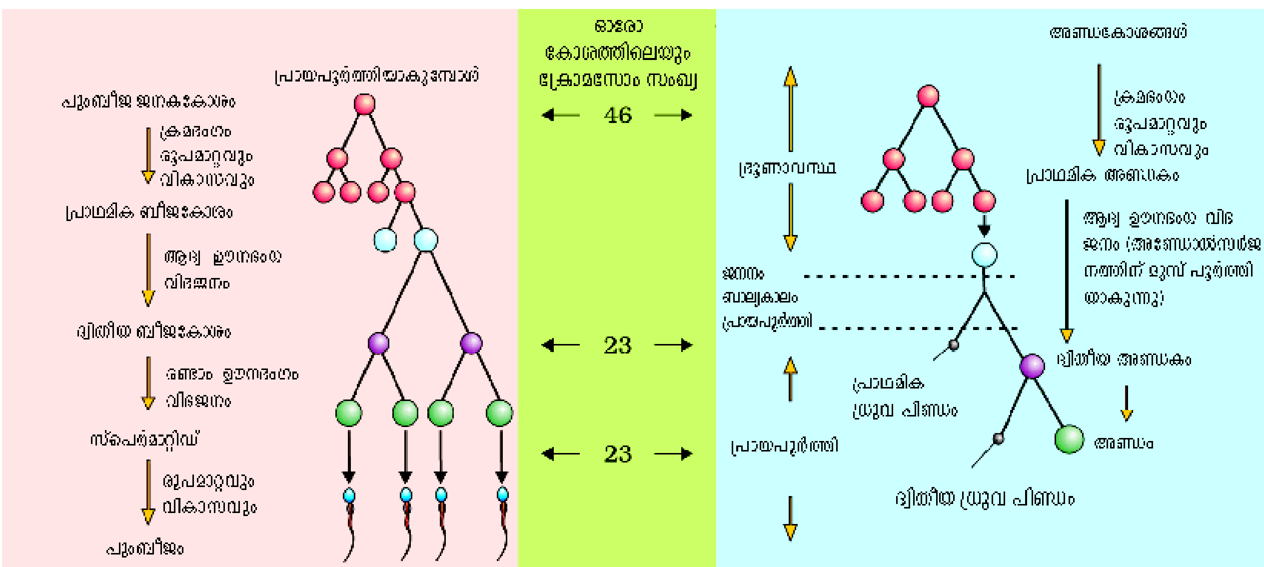
ചലനത്തിനും അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. പുംബീജങ്ങളോട് കൂടിയ ഈ ദ്രാവകമാണ് **ശുക്ലം (Semen)**. പുരുഷലൈംഗിക അനുബന്ധ നാളികളുടെയും ഗ്രന്ഥികളുടെയും ധർമ്മങ്ങൾ നിലനിർത്തുന്നത് ആൻഡ്രോജൻ (Androgen) എന്ന പുരുഷജന്യഹോർമോണുകളാണ്.

സൂക്ഷ്മദർശിനിയുടെ സഹായത്തോടുകൂടി അണ്ഡാശയത്തിന്റെ സ്ലൈഡ് നിരീക്ഷിച്ച് ചിത്രം 3.7ന്റെ സഹായത്താൽ ഭാഗങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാൻ ശ്രമിക്കുക. തിരിച്ചറിഞ്ഞ ഭാഗങ്ങൾ പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക

പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ ഒരു അണ്ഡം രൂപപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **അണ്ഡോൽപ്പാദനം (Oogenesis)**. അണ്ഡോൽപ്പാദനം പുംബീജോൽപ്പാദനത്തിൽ നിന്ന് വളരെയധികം വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. പെൺഭ്രൂണ വളർച്ച നടക്കുന്ന ഘട്ടത്തിൽ തന്നെ അണ്ഡോൽപ്പാദനം ആരംഭിക്കുന്നു. ഒരു ഭ്രൂണത്തിന്റെ അണ്ഡാശയത്തിൽ ഏകദേശം രണ്ട് ദശലക്ഷം **അണ്ഡമാതൃകോശങ്ങൾ** അഥവാ **അണ്ഡകോശങ്ങൾ (Oogonia)** രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ കോശങ്ങളിൽ ഊനഭംഗം ആരംഭിക്കുകയും ഒന്നാം കോശവിഭജന ഘട്ടത്തിൽ (Prophase I) താൽക്കാലികമായി നിർത്തിവയ്ക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ ഇതിനെ **പ്രാഥമിക അണ്ഡകം (Primary oocyte)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഓരോ പ്രാഥമിക അണ്ഡകത്തിനെയും ചുറ്റി കണികാകോശങ്ങൾ **(Granulose cells)** കൊണ്ടുള്ള ഒരു പാളിയുണ്ടാകുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ ഇതിനെ **പ്രാഥമിക പുടകം (Primary follicle)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 3.7). ജനനം മുതൽ പ്രായപൂർത്തിയാകുന്നതുവരെയുള്ള കാലഘട്ടത്തിനിടയ്ക്ക് മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രാഥമിക പുടകങ്ങളിൽ ഏറെയും അവശോഷണത്തിന് **(Degeneration)** വിധേയമാകുന്നു. അതുകൊണ്ടു തന്നെ പ്രായപൂർത്തിയാകുമ്പോൾ 60,000 മുതൽ 80,000 വരെ പ്രാഥമിക പുടകങ്ങൾ മാത്രമേ ഓരോ അണ്ഡാശയത്തിലും അവശേഷിക്കാറുള്ളൂ. പ്രാഥമിക പുടകങ്ങളെ ചുറ്റി കൂടുതൽ കണികാകോശങ്ങളും അതിന്റെ ആവരണവും രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ ഇതിനെ **ദ്വിതീയ പുടകം (Secondary follicle)** എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഈ ദ്വിതീയ പുടകങ്ങൾ വളരെപ്പെട്ടെന്ന് **തൃതീയ പുടകങ്ങൾ (Tertiary follicle)** ആയി മാറ്റപ്പെടുകയും ഇവയിൽ ഒരു ദ്രാവകം നിറഞ്ഞ അറയായ **ആന്ത്രം (Antrum)** രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. തൃതീയ പുടകത്തിന്റെ ആവരണത്തെ ആന്തരികപാളിയെന്നും (Theca interna) ബാഹ്യപാളിയെന്നും (Theca externa) തരംതിരിക്കാം. തൃതീയപുടകങ്ങളായി മാറിയ ഈ ഘട്ടത്തിലാണ് കോശ വിഭജനത്തിൽ താൽക്കാലികമായി നിർത്തിവച്ചിരുന്ന ഊനഭംഗത്തിന്റെ ഒന്നാംഘട്ടം പുനരാരംഭിക്കുന്നത്. ഈ വിഭജനം അസമമായ പുത്രികാകോശങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിൽ വലുത് ഏകപ്ലോയ്ഡ് **ദ്വിതീയ അണ്ഡകവും (Secondary oocyte)** ചെറുത് പ്രാഥമിക ധ്രുവ പിണ്ഡവുമായി **(Primary polar body)** മാറുന്നു (ചിത്രം 3.8 b). പ്രാഥമിക അണ്ഡകത്തിലെ പോഷകങ്ങളടങ്ങിയ കോശദ്രവ്യത്തിന്റെ (Cytoplasm) ഭൂരിഭാഗവും ദ്വിതീയ അണ്ഡകത്തിൽ നിലനിർത്തപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇതിന് എന്തെങ്കിലും നേട്ടങ്ങൾ ഉള്ളതായി നിങ്ങൾക്ക് ചിന്തിക്കാൻ കഴിയുന്നുണ്ടോ? ഊനഭംഗത്തിന്റെ ആദ്യ വിഭജനം മൂലമുണ്ടാകുന്ന പ്രാഥമിക

ധ്രുവ പിണ്ഡം വീണ്ടും വിഭജനത്തിന് വിധേയമാകുമോ അതോ അവശോഷണം സംഭവിക്കുമോ? ഇപ്പോൾ നമുക്ക് ഇക്കാര്യത്തിൽ യാതൊരു വ്യക്തതയുമില്ല. തൃതീയ പുടകങ്ങൾക്ക് വീണ്ടും മാറ്റമുണ്ടാകുകയും പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ പുടകങ്ങളായ **ഗ്രാഫിയൻ പുടകങ്ങൾ (Graphian follicle)** ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ദ്വിതീയ അണ്ഡകത്തിന് (Secondary oocyte) ചുറ്റും ഒരു പുതിയ സ്തരം രൂപപ്പെടുന്നു. അതിനെ **അണ്ഡസ്തരം (Zona pellucida)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഗ്രാഫിയൻ പുടകം തകരുകയും ദ്വിതീയ അണ്ഡകത്തെ അഥവാ അണ്ഡത്തെ (Ovum) അണ്ഡാശയത്തിൽ നിന്നും പുറന്തള്ളുകയും ചെയ്യുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **അണ്ഡോൽസർജനം (Ovulation)**. പുംബീജോൽപ്പാദനവും അണ്ഡോൽപ്പാദനവും തമ്മിലുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട വ്യത്യാസങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നുണ്ടോ? (ചിത്രം 3.8).



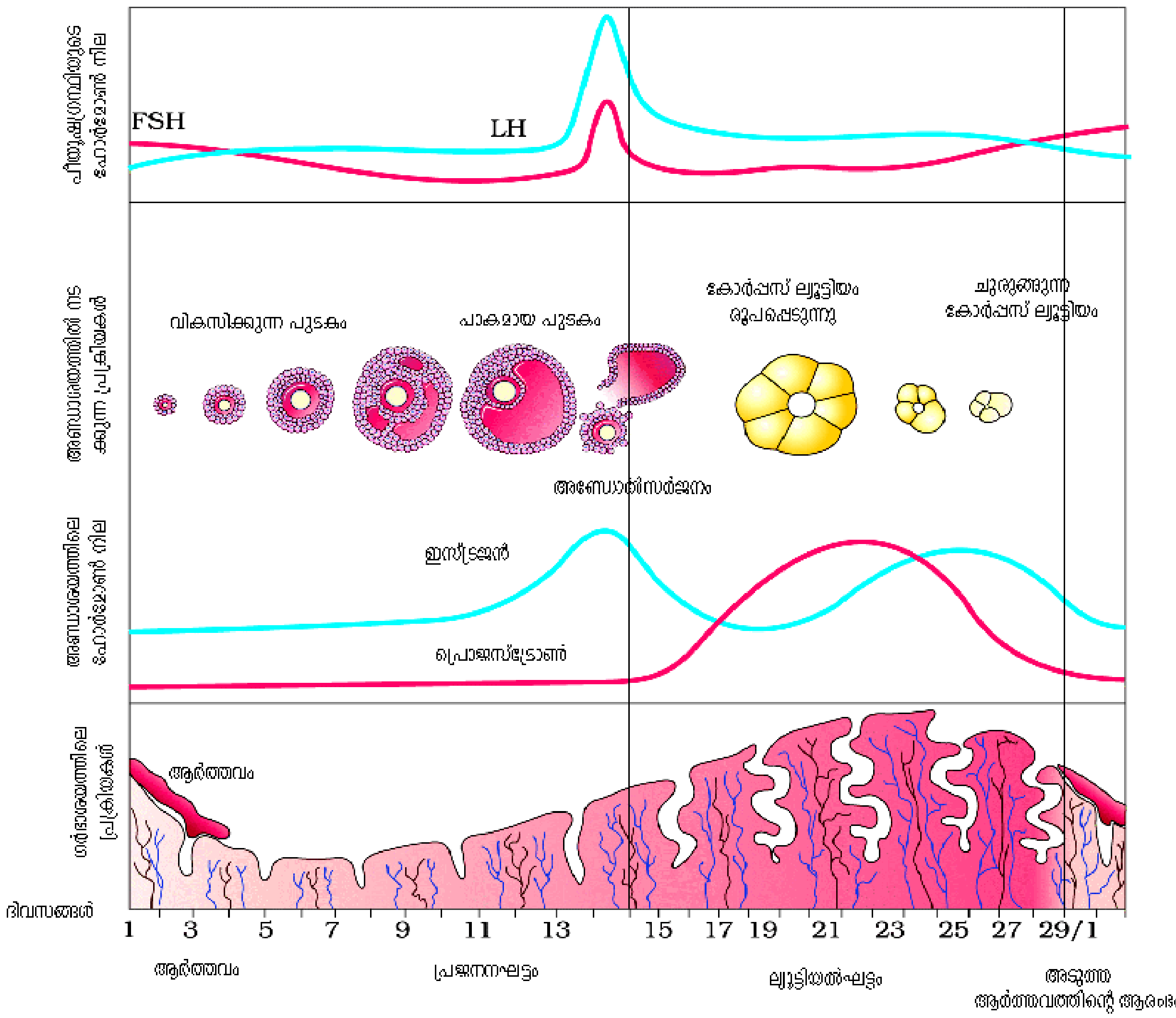
ചിത്രം 3.8 (a) പുംബീജോൽപ്പാദനം (b) അണ്ഡോൽപ്പാദനം ചിത്രീകരണം

പുംബീജോൽപ്പാദനത്തിന്റെയും അണ്ഡോൽപ്പാദനത്തിന്റെയും വിവിധ ഘട്ടങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്ന പട്ടിക പൂർത്തീകരിച്ച് അവ തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തുക.

പുംബീജോൽപ്പാദനം	അണ്ഡോൽപ്പാദനം
പുരുഷൻമാരിൽ	സ്ത്രീകളിൽ
വൃഷണങ്ങളിൽ	അണ്ഡാശയത്തിൽ
പുംബീജ ജനകകോശം	അണ്ഡമാതൃകോശങ്ങൾ
പ്രാഥമിക ബീജകോശം	പ്രാഥമിക അണ്ഡകം
ദ്വിതീയ ബീജകോശം	--------------------
സ്പെർമാറ്റിഡ്	--------------------
4 പുംബീജങ്ങൾ	1 അണ്ഡം
ധ്രുവ പിണ്ഡമുണ്ടാകില്ല	ധ്രുവ പിണ്ഡമുണ്ടാകും

3.4 ആർത്തവ ചക്രം (MENSTRUAL CYCLE)

കുരങ്ങുകൾ, വാലില്ലാക്കുരങ്ങുകൾ, മനുഷ്യർ എന്നിവർ ഉൾപ്പെടുന്ന പെൺ പ്രൈമേറ്റുകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന പ്രത്യുൽപ്പാദന ചക്രമാണ് ആർത്തവചക്രം (ചിത്രം 3.9). പ്രായപൂർത്തിയാകുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ആദ്യത്തെ ആർത്തവത്തെ **ആർത്തവാരംഭം (Menarche)** എന്ന് പറയുന്നു. സ്ത്രീകളിൽ ആർത്തവം ആവർത്തിക്കുന്നത് ഏകദേശം 28 അല്ലെങ്കിൽ 29 ദിവസം വരെയുള്ള ഇടവേളകളിലാണ്. ഒരു ആർത്തവം മുതൽ അടുത്ത ആർത്തവം വരെയുള്ള കാലയളവിൽ നടക്കുന്ന ചാക്രികമായ മാറ്റങ്ങളാണ് **ആർത്തവ ചക്രം.** ഓരോ ആർത്തവ ചക്രത്തിന്റേയും മധ്യേയാണ് അണ്ഡം ഉൽസർജിക്കപ്പെടുന്നത്. ഇതിനെയാണ് **അണ്ഡോൽസർജനം (Ovulation)** എന്ന് പറയുന്നത്. ആർത്തവ ചക്രത്തിലെ പ്രധാനഘട്ടങ്ങൾ കാണിക്കുന്ന ചിത്രം 3.9. നിരീക്ഷിക്കുക. (ഈ ചക്രം ആരംഭിക്കുന്നത് 3 മുതൽ 5 ദിവസം വരെ നീണ്ടു നിൽക്കുന്ന ആർത്തവ രക്തസ്രാവത്തോടു കൂടിയാണ്). ഗർഭാശയത്തിലെ ഗർഭാശയാന്തരപാളിയും അതിലെ രക്തക്കുഴലുകളും പൊട്ടുന്നതിന്റെ ഫലമായി രക്തം ഉൾപ്പെടെയുള്ള മറ്റ് ഘടകങ്ങൾ അടങ്ങിയ ദ്രാവകം യോനി വഴി പുറത്തു വരുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ആർത്തവം. ഉൽസർജിക്കപ്പെട്ട അണ്ഡം ബീജസംയോഗത്തിന് വിധേയമാകാതിരിക്കുമ്പോൾ മാത്രമാണ് ആർത്തവമുണ്ടാകുന്നത്. ആർത്തവമില്ലാത്ത അവസ്ഥ ഗർഭധാരണത്തിന്റെ സൂചനയായി വേണമെങ്കിൽ കാണാവുന്നതാണ്. എങ്കിലും പിരിമുറുക്കങ്ങളും അനാരോഗ്യവും ആർത്തവമില്ലാത്ത അവസ്ഥ സംജാതമാക്കാം. ആർത്തവഘട്ടത്തിനെ തുടർന്ന് പ്രജനന ഘട്ടം (Follicular phase or proliferative) കാണപ്പെടുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ അണ്ഡാശയത്തിലെ പ്രാഥമിക പുടകങ്ങൾ വളർന്ന് ഒരു പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ ഗ്രാഫിയൻ പുടകമായി മാറുന്നു. ഇതേ സമയത്തു തന്നെ ഗർഭാശയത്തിന്റെ ഗർഭാശയാന്തരപാളിയിൽ കോശപ്രജനനം നടക്കുകയും ഇത് പുനർ നിർമ്മിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. പീയൂഷ ഗ്രന്ഥിയും ഗർഭാശയവും സ്രവിക്കുന്ന ഹോർമോണുകളുടെ അളവിലുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾക്കനുസരിച്ചാണ് അണ്ഡാശയത്തിലും ഗർഭാശയത്തിലും ഉണ്ടാകുന്ന ഈ മാറ്റങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നത്. പ്രജനനഘട്ടത്തിൽ ഗോണാഡോ ട്രോഫിക് ഹോർമോണുകളായ ലൂട്ടിനൈസിങ് ഹോർമോണിന്റേയും, പുടക ഉത്തേജക ഹോർമോണിന്റേയും (LH & FSH) അളവ് ക്രമേണ വർധിക്കുന്നു (ചിത്രം 3.9). അത് പുടകങ്ങളുടെ വളർച്ചയ്ക്കും വികാസത്തിനും കാരണമാവുകയും പുടകങ്ങളിൽ നിന്ന് ഈസ്ട്രജൻ എന്ന ഹോർമോൺ സ്രവിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ലൂട്ടിനൈസിങ് ഹോർമോണിന്റേയും പുടക ഉത്തേജകഹോർമോണിന്റേയും അളവ് ഉച്ചസ്ഥായിയിലെത്തുന്നത് ആർത്തവ ചക്രത്തിന്റെ മധ്യേയാണ് (ഏകദേശം 14-ാം) ദിവസം. ഇതിനെ എൽ.എച്ച് വർധനം (LH surge) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇതുമൂലം ഗ്രാഫിയൻ പുടകം തകരുകയും അതുവഴി അണ്ഡോൽസർജനം (ovulation) സാധ്യമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്റെ തുടർച്ചയാണ് ല്യൂട്ടിയൽ ഘട്ടം. ഈ ഘട്ടത്തിൽ ഗ്രാഫിയൻ പുടകത്തിന്റെ അവശേഷിക്കുന്ന ഭാഗം **കോർപ്പസ് ല്യൂട്ടിയമായി** മാറുന്നു. (ചിത്രം 3.9) ഗർഭാശയാന്തരപാളിയുടെ പരിപാലനത്തിന് അത്യന്താപേക്ഷിതമായ പ്രൊജസ്റ്റിറോൺ എന്ന ഹോർമോൺ കോർപ്പസ് ല്യൂട്ടിയം സ്രവിപ്പിക്കുന്നു. അങ്ങനെയുള്ള ഒരു ഗർഭാശയാന്തരപാളി ബീജസംയോഗം നടന്ന അണ്ഡത്തെ ഉള്ളിൽ ഉറപ്പിക്കുന്നതിനും ഗർഭാവസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന മറ്റ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ സുഗമമാക്കുന്നതിനും അത്യാവശ്യമാണ്. ഗർഭാവസ്ഥയിൽ ആർത്തവവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട എല്ലാ പ്രക്രിയകളും നിലയ്ക്കുകയും ആർത്തവമില്ലാത്ത അവസ്ഥ



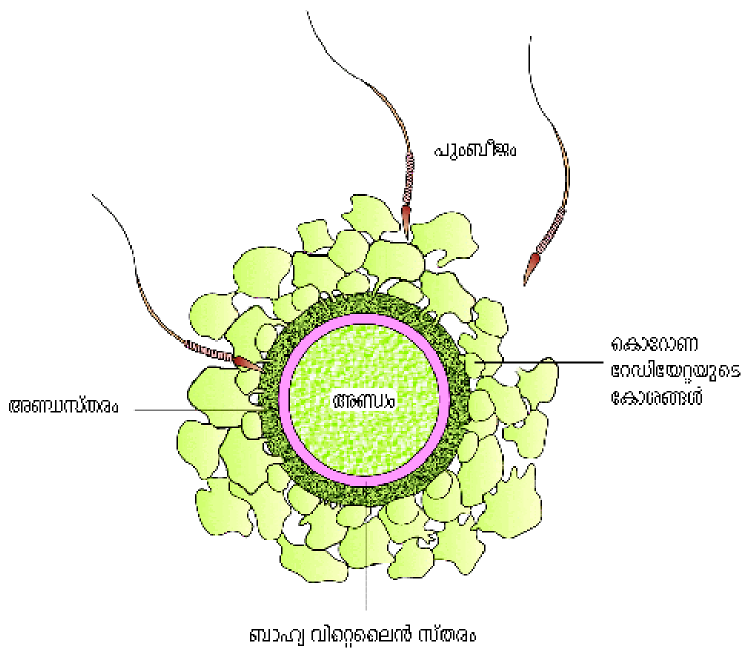
ചിത്രം 3.9 ആർത്തവ ചക്രത്തിന്റെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങൾ കാണിക്കുന്ന ചിത്രീകരണം

സംജാതമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ബീജസംയോഗം നടക്കാത്ത ഘട്ടങ്ങളിൽ കോർപ്പസ് ല്യൂട്ടിയം ഇല്ലാതാകുന്നു. ബീജസംയോഗത്തിന്റെ അഭാവത്തിൽ ഗർഭാശയാന്തരപാളി അവശോഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ഇതുമൂലം ഗർഭാശയാന്തരപാളി ശിഥിലീകരിക്കപ്പെടുകയും ആർത്തവമുണ്ടാകുകയും അതിനുശേഷം പുതിയ ഒരു ചക്രം ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മനുഷ്യരിൽ, ആർത്തവചക്രം പൂർണമായും നിലയ്ക്കുന്നത് അൻപത് വയസ്സിനോടടുത്ത പ്രായത്തിലായിരിക്കും. ഇതിനെ **ആർത്തവവിരാമം (Menopause)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ചാക്രികമായി നടക്കുന്ന ആർത്തവം ഒരു സാധാരണ പ്രത്യുൽപ്പാദന ഘട്ടത്തെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുകയും അത് ആർത്തവാരംഭം മുതൽ ആർത്തവവിരാമം വരെ നീണ്ടുനിൽക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

3.5 ബീജസംയോഗവും (Fertilization) ഉള്ളിൽ ഉറപ്പിക്കലും (Implantation)

ലൈംഗികബന്ധത്തിൽ ഏർപ്പെടുമ്പോൾ ശിശ്നത്തിൽ നിന്നും പുറത്തുവരുന്ന ശുക്ലം യോനിയിലേക്ക് നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ ബീജാധാനം (Insemination) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചലനശേഷിയുള്ള പുംബീജങ്ങൾ വേഗത്തിൽ നീന്തി, ഗർഭാശയഗളത്തെ കടന്ന് ഗർഭാശയത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. അവസാനം അണ്ഡവാഹിയിലെ ഇസ്ത്മസും ആംപുല്ലയും യോജിക്കുന്ന ഭാഗത്ത് (Ampullary isthmus junction) എത്തിച്ചേരുന്നു (ചിത്രം3.11ബി).

എല്ലാ ലൈംഗിക ബന്ധങ്ങളും ബീജസംയോഗത്തിലും ഗർഭധാരണത്തിലും എത്തിച്ചേരുന്നില്ല. എന്തുകൊണ്ട്? കാരണം പാഠഭാഗത്തുനിന്നും കണ്ടെത്തി പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.

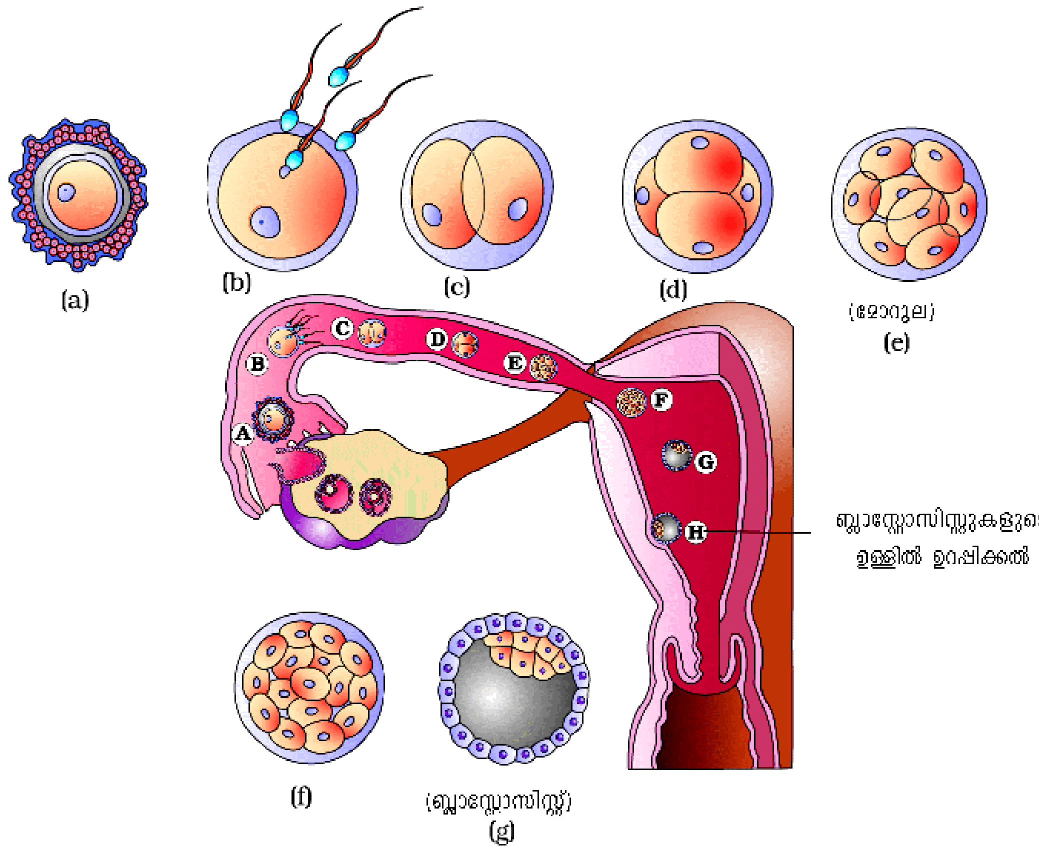


ചിത്രം 3.10 അണ്ഡത്തിനു ചുറ്റും പുംബീജങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം

അണ്ഡാശയത്തിൽ നിന്നും ഉൽസർജിക്കുന്ന അണ്ഡം, ആംപുല്ലറി ഇസ്ത്മസ് സന്ധിയിൽ എത്തിച്ചേരുകയും അവിടെ വച്ച് ബീജസംയോഗം നടക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പുംബീജവും അണ്ഡവും സംയോജിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ബീജസംയോഗം. പുംബീജവും അണ്ഡവും ഒരേ സമയത്ത് ആംപുല്ലറി - ഇസ്ത്മസ് സന്ധിയിൽ എത്തിച്ചേർന്നാൽ മാത്രമേ ബീജസംയോഗം സാധ്യമാകുകയുള്ളൂ.

ബീജസംയോഗം നടക്കുമ്പോൾ ഒരു പുംബീജം അണ്ഡത്തിന്റെ പുറം പാളിയായ അണ്ഡസ്തരവുമായി (Zona pellucida) സമ്പർക്കത്തിൽ വരുകയും അണ്ഡസ്തരത്തിനെ രാസമാറ്റങ്ങൾക്ക് വിധേയമാക്കി ഒന്നിൽ കൂടുതൽ പുംബീജങ്ങളുടെ പ്രവേശനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 3.10). ഇതുവഴി ഒരു പുംബീജവും ഒരു അണ്ഡവും മാത്രമേ ബീജസംയോഗത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിട്ടുള്ളൂ എന്ന് ഉറപ്പു വരുത്താൻ കഴിയും.

ബീജാഗ്രത്തിൽ (Acrosome) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന സ്രവങ്ങൾ അണ്ഡസ്തരവും കോശസ്തരവും ഭേദിച്ച് കോശദ്രവ്യത്തിനുള്ളിലേക്ക് ബീജകോശത്തെ കടത്തിവിടുന്നു. ദ്വിതീയ അണ്ഡകത്തിന്റെ ഊനഭംഗം പൂർത്തീകരിക്കുന്നതിന് ഇത് പ്രചോദനമാകുന്നു. ഊനഭംഗത്തിന്റെ രണ്ടാമത്തെ വിഭജനവും തുല്യമല്ലാത്തതിനാൽ ഒരു **ദ്വിതീയ ധ്രുവ പിണ്ഡവും (Second polarbody)** ഒരു ഏകപ്ലോയ്ഡ് അണ്ഡവും രൂപപ്പെടുന്നു. പുംബീജത്തിന്റെ ഏകപ്ലോയ്ഡ് മർമ്മവും അണ്ഡത്തിന്റെ ഏകപ്ലോയ്ഡ് മർമ്മവും കൂടിച്ചേർന്ന് ഒരു **സിക്താണ്ഡം (Zygote)** രൂപംകൊള്ളുന്നു. സിക്താണ്ഡത്തിൽ എത്ര ക്രോമസോമുകൾ ഉണ്ടാകും?



ചിത്രം 3.11 അണ്ഡത്തിന്റെ സഞ്ചാരം, ബീജസംയോഗം, അണ്ഡവാഹി വഴിയുള്ള ഭ്രൂണത്തിന്റെ സഞ്ചാരം

ഈ ഘട്ടത്തിൽത്തന്നെ കുഞ്ഞിന്റെ ലിംഗം നിർണയിക്കപ്പെടുന്നു എന്ന് ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇത് എങ്ങനെയെന്ന് നമുക്ക് നോക്കാം. മനുഷ്യരിൽ സ്ത്രീകളുടെ ലിംഗനിർണയ ക്രോമസോമുകൾ XX എന്നും പുരുഷന്മാരുടെ ലിംഗനിർണയ ക്രോമസോമുകൾ XY എന്നും നിങ്ങൾക്ക് അറിവുള്ളതാണല്ലോ. അതുകൊണ്ട് സ്ത്രീകളിലുണ്ടാകുന്ന ഏകപ്ലോയ്ഡ് അണ്ഡങ്ങളിലെ ലിംഗ ക്രോമസോമുകൾ X ഉം പുരുഷന്മാരിലെ ഏകപ്ലോയ്ഡ് പുംബീജങ്ങളിലെ ലിംഗക്രോമസോമുകൾ ഒന്നുകിൽ X അല്ലെങ്കിൽ Y ആയിരിക്കും. അങ്ങനെയെങ്കിൽ 50 ശതമാനം പുംബീജങ്ങളിൽ X ലിംഗക്രോമസോമുകളും, ശേഷിച്ച 50 ശതമാനത്തിൽ Y ലിംഗക്രോമസോമുകളുമാകും ഉണ്ടാകുക. X ലിംഗക്രോമസോമുകളുള്ള പുംബീജമാണോ അതോ Y ലിംഗക്രോമസോമുകളുള്ള പുംബീജമാണോ അണ്ഡവുമായി കൂടിച്ചേർന്നത് എന്നതിനെ അനുസരിച്ചായിരിക്കും സിക്താണ്ഡം XX അല്ലെങ്കിൽ XY ആകുന്നത്. XX എന്ന ലിംഗനിർണയ ക്രോമസോം ഉള്ള സിക്താണ്ഡം വളർന്ന് പെൺകുഞ്ഞും XY എന്ന ലിംഗനിർണയ ക്രോമസോം ഉള്ള സിക്താണ്ഡം വളർന്ന് ആൺകുഞ്ഞും ഉണ്ടാകുന്നു. (ക്രോമസോം വിന്യാസത്തെക്കുറിച്ചുള്ള കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ നിങ്ങൾ അധ്യായം 5 ൽ പഠിക്കുന്നതാണ്.) കുഞ്ഞിന്റെ ലിംഗം നിർണയിക്കുന്നതിൽ പുംബീജകോശത്തിന്റെ ക്രോമസോം ഘടനയാണ് നിദാനം എന്ന ശാസ്ത്രീയ സത്യം തിരിച്ചറിയേണ്ടതാണ്.

അമ്മമാർ പെൺകുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് ജന്മം നൽകുന്നതുകൊണ്ട് പഴിചാരപ്പെടുന്നുണ്ട്. നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായം രേഖപ്പെടുത്തുക.

സിക്താണ്ഡം അണ്ഡവാഹിയുടെ ഇസ്ത്മസിലൂടെ കടന്നു പോകുമ്പോൾ ക്രമഭംഗത്തിന് (Mitosis) വിധേയമാകുന്നു (ചിത്രം 3.11). തുടരെയുള്ള ഈ വിഭജന പ്രക്രിയയെ **സിക്താണ്ഡഖണ്ഡനം (Cleavage)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 3.11). തുടർന്ന് ഗർഭാശയത്തിലേക്ക് നീങ്ങുമ്പോൾ 2, 4, 8, 16 എന്ന ക്രമത്തിൽ പുത്രികാ കോശങ്ങൾ വർധിക്കുന്നു. ഈ കോശങ്ങളെ **ഭ്രൂണഖണ്ഡം (Blastomeres)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. 8 മുതൽ 16 വരെ ഭ്രൂണഖണ്ഡങ്ങൾ ചേർന്ന കോശസമൂഹമാണ് മോറുല (Morula) (ചിത്രം 3.11 ഇ). ഗർഭാശയത്തിലേക്ക് നീങ്ങുന്നതിനിടയിൽ മോറുല വിഭജനം തുടരുകയും അത് ബ്ലാസ്റ്റോസിസ്റ്റ് ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം3.11 ജി). ബ്ലാസ്റ്റോസിസ്റ്റിലെ ഭ്രൂണഖണ്ഡങ്ങൾ ക്രമീകരിച്ച് **പോഷകാരകം (Trophoblast)** എന്ന ഒരു പുറംപാളിയും പോഷകകാരകത്തോട് ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന **ആന്തരകോശ സമൂഹവും (Inner cell mass)** രൂപപ്പെടുന്നു. അനന്തരം പോഷകാരകപാളി ഗർഭാശയാന്തരപാളിയിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുകയും ആന്തരകോശസമൂഹം ഒരു ഭ്രൂണമായി രൂപാന്തരപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെട്ടതിനുശേഷം ഗർഭാശയകോശങ്ങൾ വളരെ വേഗം വിഭജിക്കപ്പെടുകയും ബ്ലാസ്റ്റോസിസ്റ്റിനെ ആവരണം ചെയ്യുകയും ചെയ്യുന്നു. തൽഫലമായി ബ്ലാസ്റ്റോസിസ്റ്റുകൾ ഗർഭാശയത്തിലെ ഗർഭാശയാന്തര പാളിയിൽ ഉറപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിനെയാണ് **ഉള്ളിൽ ഉറപ്പിയ്ക്കൽ (Implantation)** എന്ന് വിളിക്കുന്നത് (ചിത്രം 3.11 എച്ച്). ഇത് ഗർഭാവസ്ഥയിലേക്ക് നയിക്കുന്നു.

3.6 ഗർഭാവസ്ഥയും ഭ്രൂണത്തിന്റെ വികാസവും

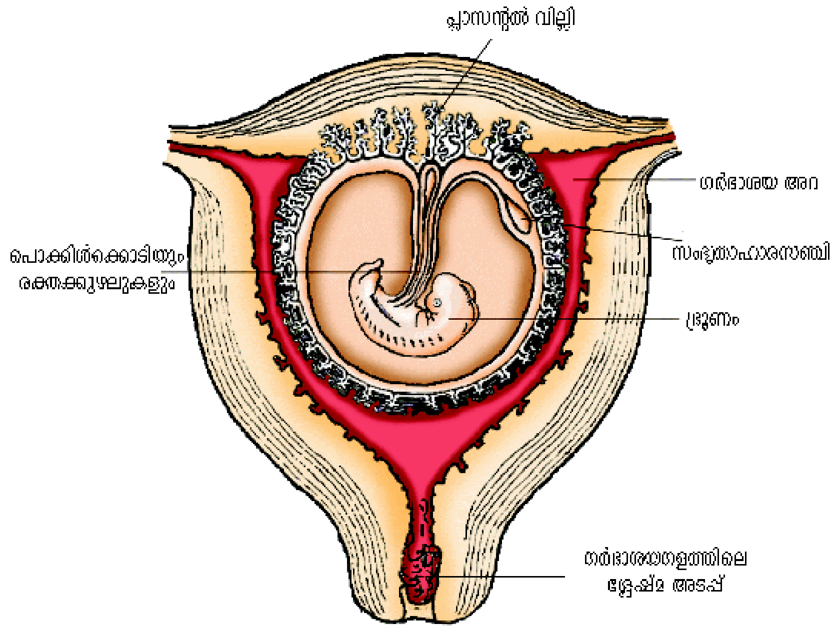
ഉള്ളിൽ ഉറപ്പിക്കലിനു ശേഷം പോഷകാരകത്തിൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന വിരലുകൾ പോലുള്ള മുഴകളാണ് **കോറിയോണിക് വില്ലസുകൾ (Chorionic villi)**. ഇവ ഗർഭാശയകലകളും മാതൃരക്തക്കുഴലുകളും കൊണ്ട് സമ്പുഷ്ടമായിരിക്കും. വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഭ്രൂണത്തിനും മാതൃശരീരത്തിനുമിടയ്ക്ക് കോറിയോണിക് വില്ലസുകളും ഗർഭാശയ കലകളും കൂടിച്ചേർന്ന് ഘടനാപരവും ജീവധർമപരവുമായ ഒരു സംവിധാനം രൂപപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ **പ്ലാസന്റ (Placenta)** എന്നുപറയുന്നു.

അണ്ഡവാഹിക്കുള്ളിലെ ഗർഭം (Tubal pregnancy/ Ectopic Pregnancy)

- സങ്കീർണമായ ഗർഭാവസ്ഥ.
- ഗർഭാശയത്തിനു വെളിയിൽ ഭ്രൂണം വളരുന്നു.
- അണ്ഡവാഹിക്കു പുറമേ ഗർഭാശയ ഗളത്തിലും, ഭ്രൂണം പറ്റിപ്പിടിക്കാൻ സാധ്യതയുണ്ട്.

ഓക്സിജനും പോഷകങ്ങളും ഭ്രൂണത്തിനെത്തിച്ചുകൊടുക്കുന്നതും ഭ്രൂണത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡും, വിസർജ്യ വസ്തുക്കളും പുറന്തള്ളുന്നതും പ്ലാസന്റയാണ്. പ്ലാസന്റ ഒരു അന്തഃസ്രാവി കലയായി പ്രവർത്തിക്കുകയും, **ഹ്യൂമൺ കോറിയോണിക് ഗൊണാഡോട്രോപ്പിൻ (hCG), ഹ്യൂമൺ പ്ലാസന്റൽ ലാക്ടോജൻ (hPL), ഈസ്ട്രജൻ, പ്രൊജസ്റ്റജൻ** തുടങ്ങിയ ഹോർമോണുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗർഭത്തിന്റെ അവസാനഘട്ടത്തിൽ അണ്ഡാശയത്തിൽ നിന്നും **റിലാക്സിൻ** എന്ന ഒരു ഹോർമോൺ സ്രവിക്കപ്പെടുന്നു. കോറിയോണിക് ഗൊണോഡോ ട്രോപ്പിക് ഹോർമോൺ, ഹ്യൂമൺ പ്ലാസന്റൽ ലാക്ടോജൻ, റിലാക്സിൻ എന്നീ ഹോർമോണുകൾ ഗർഭകാലത്ത് മാത്രമാണ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത്. ഇതു കൂടാതെ, ഗർഭകാലത്ത് ഈസ്ട്രോജൻ, പ്രൊജസ്റ്റജൻ, കോർട്ടിസോൾ, പ്രൊലാക്ടിൻ, തൈറോക്സിൻ

തുടങ്ങിയ മറ്റ് ഹോർമോണുകളുടെ അളവും മാതൃരക്തത്തിൽ പല മടങ്ങ് വർധിച്ചിരിക്കും. ഈ ഹോർമോണുകളുടെ വർധിതമായ ഉൽപ്പാദനം, ഭ്രൂണ വളർച്ച, മാതാവിന്റെ ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ എന്നിവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും ഗർഭത്തെ പരിപാലിക്കുന്നതിനും അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.



ചിത്രം 3.12 ഗർഭാശയത്തിനകത്തെ മനുഷ്യഭ്രൂണം

ഉള്ളിൽ ഉറപ്പിക്കലിനോട് അനുബന്ധിച്ച് ആന്തരകോശസമൂഹത്തിൽ അഥവാ ഭ്രൂണത്തിൽ നിന്ന് **എക്ടോഡേം** എന്ന ബാഹ്യപാളിയും **എൻഡോഡേം** എന്ന ആന്തര പാളിയും രൂപപ്പെടുന്നു. വളരെപ്പെട്ടെന്ന് തന്നെ എക്ടോഡേമിനും എൻഡോ ഡേമിനും ഇടയിൽ ഒരു **മധ്യപാളി അഥവാ മിസോഡേം** പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. വളർച്ച പ്രാപിച്ച എല്ലാത്തരം കലകളും അവയവങ്ങളും രൂപപ്പെടുന്നത് ഈ മൂന്ന് പാളികളിൽ നിന്നുമാണ്. ആന്തരകോശസമൂഹത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ചില കോശങ്ങളെ **വിത്തു കോശങ്ങൾ (Stem cell)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അവ എല്ലാത്തരം കലകളായും അവയവങ്ങളായും രൂപപ്പെടാൻ കഴിവുള്ളവയാണ്.

ഭ്രൂണവികാസത്തിൽ സവിശേഷമായ എന്തൊക്കെ മാറ്റങ്ങളാണ് ഗർഭകാലത്ത് സംഭവിക്കുന്നത്? മനുഷ്യരിലെ ഗർഭകാലം ഒൻപത് മാസം നീണ്ടുനിൽക്കുന്നതാണ്. *നായ, ആന, പൂച്ച തുടങ്ങിയവയിലെ ഗർഭകാലം നിങ്ങൾ കണ്ടെത്തി പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.* ഒരു മാസം വളർച്ചയെത്തുമ്പോൾ മനുഷ്യ ഭ്രൂണത്തിൽ ഹൃദയം രൂപപ്പെടുന്നു. സ്റ്റെതസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് വളരെ ശ്രദ്ധയോടെ കേൾക്കാൻ കഴിയുന്ന ഹൃദയമിടിപ്പ് ഭ്രൂണത്തിന്റെ വളർച്ചയുടെ ആദ്യസൂചനയാണ്. ഗർഭകാലത്തിന്റെ രണ്ടാം മാസത്തിന്റെ അവസാനത്തോടെ ഭ്രൂണത്തിൽ കൈകാലുകളും വിരലുകളും വളരാൻ തുടങ്ങുന്നു. 12 ആഴ്ചകൾ (ആദ്യ ത്രൈമാസം) അവസാനിക്കുമ്പോൾ മിക്കവാറും എല്ലാ പ്രധാനപ്പെട്ട അവയവവ്യവസ്ഥകളും രൂപപ്പെട്ടിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി, കൈകാലുകളും ബാഹ്യജനനേന്ദ്രിയ അവയവങ്ങളും നന്നായി വികസിച്ചിരിക്കും. അഞ്ചാം മാസത്തോടുകൂടി ഭ്രൂണത്തിന്റെ ആദ്യചലനങ്ങളും തലമുടിയും രൂപപ്പെടുന്നും. 24 ആഴ്ചകൾ കഴിയുമ്പോൾ (രണ്ടാം ത്രൈമാസം) ശരീരത്തെ പൊതിഞ്ഞ് മൃദുരോമങ്ങൾ വളരുകയും, കൺപോളകൾ വേർതിരിയുകയും, കൺപീലികൾ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗർഭത്തിന്റെ ഒൻപതാം മാസത്തിന്റെ അവസാനത്തോടെ ഭ്രൂണം പൂർണ വളർച്ചയെത്തുകയും പ്രസവത്തിനുവേണ്ടി തയാറാകുകയും ചെയ്യും.

വിവിധ ജന്തുക്കളുടെ ഗർഭകാലം സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന പട്ടിക പരിശോധിക്കുകയും നിങ്ങൾക്ക് അറിയാവുന്ന മറ്റ് സസ്തനികളുടേത് കണ്ടെത്തി പട്ടിക വിപുലീകരിക്കുകയും ചെയ്യുക.

ജീവി	ഗർഭകാലം
ആട്	150 ദിവസം
പന്നി	114 ദിവസം
സിംഹം	110 ദിവസം
കടുവ	93 – 112 ദിവസം
എലി	21 – 24 ദിവസം
പശു	283 ദിവസം
നായ	....
ആന	....
പൂച്ച	....
....	....
....	....
....	....
....	....

3.7 പ്രസവവും പാൽചുരത്തലും (Parturition and Lactation)

മനുഷ്യഗർഭത്തിന്റെ ശരാശരി ദൈർഘ്യം ഏകദേശം 9 മാസമാണ്. ഇത് ഗർഭകാലം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഗർഭകാലം അവസാനിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഗർഭാശയത്തിന്റെ ശക്തിയേറിയതും കരുത്തുള്ളതുമായ സങ്കോചങ്ങൾ ഗർഭസ്ഥ ശിശുവിന്റെ പുറന്തള്ളലിന് കാരണമാകുന്നു. ഗർഭാശയത്തിൽ നിന്ന് ഗർഭസ്ഥശിശുവിനെ പുറന്തള്ളുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **പ്രസവം (Parturition)**. സങ്കീർണമായ നാഡീ- അന്തഃസ്രാവീ സംവിധാനത്തിന്റെ പ്രചോദനത്തിലൂടെയാണ് പ്രസവം നടക്കുന്നത്. പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ ഗർഭസ്ഥശിശുവിൽ നിന്നുമാണ് പ്രസവത്തിനുള്ള ആദ്യ സൂചനകൾ ലഭിക്കുന്നത്. പ്ലാസന്റയും പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ ഗർഭസ്ഥശിശുവും ഗർഭാശയ സങ്കോചനത്തിനുതകുന്ന മൃദുസന്ദേശങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. ഇത് **ഗർഭസ്ഥശിശുവിനെ പുറന്തള്ളുന്ന ഉദ്ദീപനങ്ങൾ (Foetal ejection reflex)** എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഈ ഉദ്ദീപനങ്ങൾ മാതാവിന്റെ പീയൂഷ ഗ്രന്ഥിയിൽ നിന്നും ഓക്സീടോസിൻ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. ഓക്സീടോസിൻ ഗർഭാശയ പേശികളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി അതിശക്തമായ ഗർഭാശയ സങ്കോചമുണ്ടാകുകയും ഓക്സീടോസിൻ വീണ്ടും സ്രവിക്കുന്നതിന് പ്രചോദനമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗർഭാശയ സങ്കോചവും ഓക്സീടോസിന്റെ സ്രവിക്കലും പ്രചോദന ഉദ്ദീപനങ്ങളാകയാൽ, അതിശക്തമായ സങ്കോചങ്ങൾ തുടർന്നു കൊണ്ടേയിരിക്കും. ജനനനാളി വഴി കുഞ്ഞ് ഗർഭാശയത്തിന് പുറത്തേക്ക് വരുന്നു. ഇതാണ് പ്രസവം. കുഞ്ഞിനെ പ്രസവിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ വളരെ പെട്ടെന്ന് തന്നെ പ്ലാസന്റയും ഗർഭാശയത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തേക്കെത്തുന്നു. ഇതിനെ മറുപിള്ള

(After birth) എന്നും വിളിക്കുന്നു. പ്രസവത്തെ ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നതിന് നൽകുന്ന കുത്തിവയ്പ്പിലെ പ്രധാന ഘടകം എന്താണെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ?

ഗർഭാവസ്ഥയിൽ സ്ത്രീകളിലെ സ്തനങ്ങളുടെ ഘടനാമാറ്റം സംഭവിക്കുകയും പാലുൽപ്പാദനം ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെയാണ് **പാൽചുരത്തൽ (Lactation)** എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. നവജാത ശിശുവിന് ആഹാരം നൽകാൻ ഇത് അമ്മയെ സഹായിക്കുന്നു. പാൽചുരത്തലിന്റെ ആദ്യ കുറച്ച് ദിവസങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പാലിനെയാണ് **കന്നിപ്പാൽ (Colostrum)** എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. കന്നിപ്പാലിൽ കാണുന്ന പല പ്രതിരോധ വസ്തുക്കളും (Antibody) നവജാത ശിശുവിന്റെ രോഗപ്രതിരോധശക്തിയുടെ വികാസത്തിന് അനിവാര്യമാണ്. കുഞ്ഞിന്റെ ആരോഗ്യകരമായ വളർച്ചയ്ക്ക് മുലയൂട്ടൽ അനിവാര്യമാണ്.

സംഗ്രഹം

മനുഷ്യർ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിലൂടെ അടുത്ത തലമുറയെ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഒരു ജോഡി വൃഷണങ്ങൾ, അനുബന്ധ നാളികകൾ, സഹായക ഗ്രന്ഥികൾ, ബാഹ്യജനനേന്ദ്രിയങ്ങൾ എന്നിവയാണ് പുരുഷപ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ പ്രധാനഭാഗങ്ങൾ. ഓരോ വൃഷണത്തിലും വൃഷണാന്തര ഇതളുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന 250 അറകൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഓരോ അറയിലും 3 വീതം ചുരുണ്ടു വളഞ്ഞ ബീജോൽപ്പാദന നളികകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഓരോ ബീജോൽപ്പാദന നളികയുടെയും ഉൾവശത്ത് കാണപ്പെടുന്ന പുംബീജജനക കോശങ്ങൾ ഊനഭംഗത്തിലൂടെ പുംബീജങ്ങളുണ്ടാകാൻ സഹായിക്കുന്നു. വിഭജനത്തിനു വിധേയമാകുന്ന പ്രത്യുൽപ്പാദന കോശങ്ങൾക്ക് പോഷണം നൽകുന്നത് സെർട്ടോളി കോശങ്ങളാണ്. ബീജോൽപ്പാദന നളികകളിലെ ലെയ്ഡിഗ് കോശങ്ങൾ വൃഷണഹോർമോണുകളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ശിശ്നം പുരുഷന്റെ ബാഹ്യലൈംഗികാവയവമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

സ്ത്രീയുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയിൽ ഒരു ജോഡി അണ്ഡാശയങ്ങൾ, ഒരു ജോഡി അണ്ഡവാഹി, ഗർഭാശയം, യോനി, ബാഹ്യജനനേന്ദ്രിയം, ഒരു ജോഡി സ്തനങ്ങൾ എന്നിവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. സ്ത്രീലിംഗ കോശമായ അണ്ഡം, സ്റ്റീറോയ്ഡ് ഹോർമോണുകൾ എന്നിവ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത് അണ്ഡാശയമാണ്. വികാസത്തിന്റെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങളിലുള്ള അണ്ഡാശയ പുടകങ്ങൾ സ്ട്രോമയിൽ ഉള്ളടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

അണ്ഡവാഹികൾ, ഗർഭാശയം, യോനി എന്നിവ അനുബന്ധ നാളികളാണ്. ഗർഭാശയത്തിന് പെരിമെട്രിയം, മയോമെട്രിയം, ഗർഭാശയാന്തര പാളി എന്നിങ്ങനെ മൂന്ന് പാളികളുണ്ട്. സ്ത്രീബാഹ്യജനനേന്ദ്രിയത്തിന്റെ പ്രധാന ഭാഗങ്ങൾ മോൺസ് പ്യുബിസ്, ലേബിയ മേജോറ, ലേബിയ മൈനോറ, കന്യാചർമം, ശിശ്നിക എന്നിവയാണ്. സ്തനങ്ങൾ സ്ത്രീകളിലെ ദ്വിതീയ ലൈംഗിക അവയവങ്ങളാണ്. പുംബീജോൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന പുംബീജങ്ങൾ പുരുഷ ലൈംഗികാനുബന്ധ നാളികളിലേക്ക് വഹിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരു സാധാരണ പുംബീജത്തിന് തല, കഴുത്ത്, മധ്യഖണ്ഡം, വാൽ എന്നീ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. പക്വമായ സ്ത്രീ ബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയെ അണ്ഡോൽപ്പാദനം (Oogenesis) എന്നുപറയുന്നു. പെൺ പ്രൈമേറ്റുകളുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദന ചക്രമാണ് ആർത്തവചക്രം. ലൈംഗികപക്വത (Pubetry) ആർജിച്ചതിനുശേഷം മാത്രമാണ് ആർത്തവചക്രം ആരംഭിക്കുന്നത്. അണ്ഡോൽസർജനത്തിൽ ഒരു അണ്ഡം ഉൽസർജിക്കപ്പെടുന്നു. ആർത്തവചക്രത്തോടനുബന്ധിച്ച് അണ്ഡാശയത്തിലും ഗർഭാശയത്തിലുമുണ്ടാകുന്ന ചാക്രിക മാറ്റങ്ങൾക്കു കാരണം പീയുഷഗ്രന്ഥിയിലെയും, അണ്ഡാശയത്തിലെയും ഹോർമോണുകളുടെ അളവിലുള്ള വ്യതിയാനമാണ്.

ലൈംഗിക ബന്ധത്തിനുശേഷം, പുംബീജങ്ങൾ ഇസ്തുമസും ആംപ്യുല്ലയും ചേരുന്ന ഭാഗത്തേക്കെത്തിച്ചേരുന്നു. അവിടെ വച്ച് പുംബീജവും അണ്ഡവും തമ്മിൽ ബീജസംയോഗം വഴി ഒരു ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് സിക്താണ്ഡം ഉണ്ടാകുന്നു. പുംബീജത്തിലുള്ള X, Y ലിംഗനിർണയ ക്രോമസോമുകൾ ആണ് ഭ്രൂണത്തിന്റെ ലിംഗം നിർണയിക്കുന്നത്. സിക്താണ്ഡം തുടർച്ചയായി ക്രമഭംഗത്തിന് വിധേയമായി ബ്ലാസ്റ്റോസിസ്റ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് ഗർഭാശയത്തിൽ പറ്റിപ്പിടിക്കുകയും ഗർഭാവസ്ഥയിലേക്ക് നയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. 9 മാസത്തെ ഗർഭകാലത്തിനുശേഷം പൂർണ വളർച്ചയെത്തിയ ഭ്രൂണം പ്രസവത്തിന് തയാറാകുന്നു. കുഞ്ഞ് ജനിക്കുന്ന പ്രക്രിയയെ പ്രസവം എന്നു പറയുന്നു. കോർട്ടിസോൾ, ഈസ്ട്രജൻ, ഓക്സിടോസിൻ എന്നീ ഹോർമോണുകൾ ഉൾപ്പെട്ട സങ്കീർണമായ നാഡീയവും അന്തസ്രാവീയവുമായ പ്രക്രിയയുടെ ഫലമായാണ് പ്രസവം നടക്കുന്നത്. ഗർഭകാലത്ത് പ്രവർത്തനക്ഷമമാകുന്ന ക്ഷീരഗ്രന്ഥികൾ പ്രസവാനന്തരം പാൽ ചുരത്തുന്നു. വളർച്ചയുടെ ആദ്യഘട്ടങ്ങളിൽ നവജാതശിശുവിനെ അമ്മ പാലൂട്ടുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. വിട്ടുപോയ ഭാഗം പൂരിപ്പിക്കുക

   (എ) മനുഷ്യനിലെ പ്രത്യുൽപ്പാദനം .... ആണ്
   (ലൈംഗികം / അലൈംഗികം)

   (ബി) മനുഷ്യൻ ഒരു ....ജീവി ആണ്
   (മുട്ടയിടുന്ന, പ്രസവിക്കുന്ന, മുട്ടയിടുന്ന സസ്തനിയിൽപ്പെട്ട)

   (സി) മനുഷ്യനിലെ ബീജസങ്കലനം ....ആണ്
   (ആന്തരികം / ബാഹ്യം)

   (ഡി) പുംബീജവും അണ്ഡവും .... ആണ്
   (ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് / ഏകപ്ലോയ്ഡ്)

   (ഇ) സിക്താണ്ഡം .... ആകുന്നു
   (ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് / ഏകപ്ലോയ്ഡ്)

   (എഫ്) പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ പുടകങ്ങളിൽ നിന്നും അണ്ഡം പുറന്തള്ളുന്ന പ്രക്രിയയെ .... എന്നു വിളിക്കുന്നു.

   (ജി) അണ്ഡോൽസർജനത്തെ പ്രചോദിപ്പിക്കുന്ന ഹോർമോണാണ് ....

   (എച്ച്) പുംബീജത്തിന്റെയും അണ്ഡത്തിന്റെയും സംയോജനമാണ് ....

   (ഐ) ബീജസംയോഗം നടക്കുന്നത് ....ൽ വച്ചാണ്

   (ജെ) സിക്താണ്ഡം വിഭജിച്ച് ....ഉണ്ടാകുകയും, അത് ഗർഭാശയത്തിന്റെ ഉള്ളിൽ ഉറപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

   (കെ) ഗർഭാശയത്തിനും ഭ്രൂണത്തിനുമിടയിൽ സംവഹനബന്ധമുണ്ടാകുന്ന ഭാഗത്തിന്റെ പേരാണ് ....

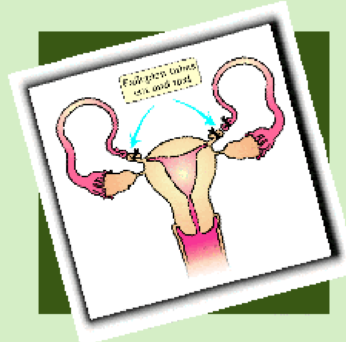
2. പുരുഷ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക
3. സ്ത്രീയുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയുടെ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക.
4. വൃഷണങ്ങളുടെയും അണ്ഡാശയത്തിന്റെയും രണ്ട് പ്രധാന ധർമ്മങ്ങൾ വീതം എഴുതുക.
5. ബീജോൽപ്പാദന നളികകളുടെ ഘടന വിവരിക്കുക.

6. പുംബീജോൽപ്പാദനം എന്നാലെന്ത്? പുംബീജോൽപ്പാദന പ്രക്രിയയെക്കുറിച്ച് ഒരു ലഘുവിവരണം തയാറാക്കുക.
7. പുംബീജോൽപ്പാദന പ്രക്രിയയുടെ നിയന്ത്രണത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന ഹോർമോണിന്റെ പേരെഴുതുക.
8. പുംബീജോൽപ്പത്തിയും സ്പെർമിയേഷനും നിർവചിക്കുക.
9. പുംബീജത്തിന്റെ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക.
10. ശുക്ലത്തിന്റെ പ്രധാന ഘടകങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ്?
11. പുരുഷ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയിലെ അനുബന്ധനാളികളുടെയും ഗ്രന്ഥികളുടെയും പ്രധാനധർമ്മങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ്?
12. അണ്ഡോൽപ്പാദനം എന്നാലെന്ത്? അണ്ഡോൽപ്പാദനത്തെക്കുറിച്ച് ഒരു സംക്ഷിപ്തവിവരണം തയാറാക്കുക.
13. അണ്ഡാശയഛേദത്തിന്റെ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക.
14. ഗ്രാഫിയൻ പുടകത്തിന്റെ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക.
15. താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയുടെ ധർമ്മങ്ങൾ എഴുതുക.

(എ) കോർപ്പസ് ല്യൂട്ടിയം
(ബി) എൻഡോമെട്രിയം (ഗർഭാശയാന്തര പാളി)
(സി) ബീജാഗ്രം
(ഡി) പുംബീജത്തിന്റെ വാൽ
(ഇ) ഫിംബ്രിയേ

16. പ്രസ്താവനകൾ ശരിയോ തെറ്റോ എന്ന് തിരിച്ചറിയുക. തെറ്റായ ഓരോ പ്രസ്താവനയും തിരുത്തിയെഴുതുക.
    (എ) സെർറ്റോളി കോശങ്ങളാണ് പുരുഷഹോർമോണുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. (ശരി / തെറ്റ്)
    (ബി) പുംബീജത്തിന് പോഷണം ലഭിക്കുന്നത് സെർറ്റോളി കോശങ്ങളിൽ നിന്നാണ്. (ശരി / തെറ്റ്)
    (സി) അണ്ഡാശയങ്ങളിലാണ് ലെയ്ഡിഗ് കോശങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നത്. (ശരി / തെറ്റ്)
    (ഡി) ലെയ്ഡിഗ് കോശങ്ങളാണ് പുരുഷഹോർമോണുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. (ശരി / തെറ്റ്)
    (ഇ) കോർപ്പസ് ല്യൂട്ടിയത്തിലാണ് അണ്ഡോൽപ്പാദനം നടക്കുന്നത്. (ശരി / തെറ്റ്)
    (എഫ്) ഗർഭധാരണം നടക്കുമ്പോൾ ആർത്തവചക്രം നിലയ്ക്കുന്നു. (ശരി/തെറ്റ്)
    (ജി) കന്യകാത്വത്തിന്റെയോ ലൈംഗിക അനുഭവത്തിന്റെയോ വിശ്വസനീയ സൂചകമാകില്ല കന്യാചർമം. (ശരി/തെറ്റ്)
17. ആർത്തവചക്രം എന്നാലെന്ത്? ആർത്തവചക്രത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഹോർമോണുകൾ ഏതെല്ലാമാണ്?
18. പ്രസവം എന്നാലെന്ത്? പ്രസവത്തെ പ്രചോദിപ്പിക്കുന്നതിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന (ഏർപ്പെടുന്ന) ഹോർമോണുകൾ ഏതെല്ലാം?
19. നമ്മുടെ സമൂഹത്തിലെ സ്ത്രീകൾ പെൺകുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് ജന്മം നൽകുന്നതുകൊണ്ട് പഴിചാരപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇത് ശരിയല്ല എന്ന് നിങ്ങൾക്കെങ്ങനെ സമർത്ഥിക്കാം.
20. ഒരു മനുഷ്യ അണ്ഡാശയത്തിൽ നിന്നും ഒരു മാസത്തിൽ എത്ര അണ്ഡങ്ങൾ ഉൽസർജ്ജിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഒരു മാതാവിന് സമജാത ഇരട്ടകൾ (Identical twins) ജനിക്കുന്നതിന് എത്രഅണ്ഡങ്ങൾ പുറന്തള്ളേണ്ടി വരുമെന്നാണ് നിങ്ങൾ ചിന്തിക്കുന്നത്? സഹജാത ഇരട്ടകൾ (Fraternal twins) ആണ് ജനിക്കുന്നതെങ്കിൽ താങ്കളുടെ ഉത്തരത്തിൽ എന്ത് മാറ്റമാണുണ്ടാകുക.
21. ഒരു പെൺപട്ടിക്ക് 6 പട്ടിക്കുട്ടികൾ ജനിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ അണ്ഡാശയത്തിൽ നിന്നും എത്ര അണ്ഡങ്ങൾ പുറന്തള്ളിയിരിക്കണമെന്നാണ് നിങ്ങൾ ചിന്തിക്കുന്നത്.

അധ്യായം 4



പ്രജനനാരോഗ്യം
(REPRODUCTIVE HEALTH)

4.1 പ്രജനനാരോഗ്യം - പ്രശ്നങ്ങളും പരിഹാരങ്ങളും

4.2 ജനസംഖ്യാവിസ്ഫോടനവും ജനനനിയന്ത്രണവും

4.3 ഗർഭഛിദ്രം, ഗർഭം അലസിപ്പിക്കൽ

4.4 ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ

4.5 വന്ധ്യത

അധ്യായം 3 ൽ മനുഷ്യനിലെ പ്രത്യുൽപ്പാദന വ്യവസ്ഥയെക്കുറിച്ചും അതിന്റെ ധർമങ്ങളെക്കുറിച്ചും നിങ്ങൾ പഠിച്ചുകഴിഞ്ഞല്ലോ? ഇനി നമുക്ക് ഇതുമായി ഏറ്റവും അധികം ബന്ധമുള്ള പ്രജനനാരോഗ്യം (Reproductive health) എന്ന വിഷയം ചർച്ചചെയ്യാം. പ്രജനനാരോഗ്യം എന്ന പദം കൊണ്ട് എന്താണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത്? ലളിതമായി പറഞ്ഞാൽ, ശരിയായ രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആരോഗ്യമുള്ള പ്രത്യുൽപ്പാദന അവയവങ്ങൾ എന്നാണ് ഇത് കൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത്. എങ്കിലും ഈ വിഷയത്തിന് വൈകാരികവും സാമൂഹികവുമായ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ കാഴ്ചപ്പാടുകളുണ്ട്. ലോകാരോഗ്യ സംഘടന (World Health Organisation-WHO) പ്രജനനാരോഗ്യം എന്നത് കൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നത് പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന്റെ എല്ലാ തലങ്ങളിലും, അതായത് ശാരീരികം, വൈകാരികം, സ്വഭാവപരം, സാമൂഹികം എന്നിങ്ങനെ എല്ലാതലങ്ങളിലും ഉള്ള സുസ്ഥിതിയാണ്. ഒരു സമൂഹത്തിൽ ജനങ്ങൾക്ക് ശാരീരികമായും ധർമപരമായും പ്രവർത്തനക്ഷമമായ പ്രത്യുൽപ്പാദനാവയവങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കുകയും അവർ പ്രത്യുൽപ്പാദന സംബന്ധിയായ വിഷയങ്ങളിൽ ശരിയായ വൈകാരികതയും പെരുമാറ്റരീതികളും പുലർത്തുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അത്തരം അവസ്ഥ നിലനിൽക്കുന്ന സമൂഹത്തെ പ്രജനനാരോഗ്യമുള്ള സമൂഹം എന്ന് വിലയിരുത്താനാവുന്നത്. പ്രജനനാരോഗ്യം നിലനിർത്തേണ്ടതിന്റെ പ്രാധാന്യമെന്ത്? ഇത് നേടിയെടുക്കാൻ അവലംബിക്കേണ്ട മാർഗങ്ങൾ എന്തെല്ലാം? നമുക്ക് അവ പരിശോധിക്കാം.

4.1 പ്രജനനാരോഗ്യം - പ്രശ്നങ്ങളും പരിഹാരങ്ങളും

സമഗ്രമായ പ്രജനനാരോഗ്യം ഒരു സാമൂഹിക ലക്ഷ്യമാക്കിക്കൊണ്ട് ദേശീയതലത്തിൽ വിവിധ പ്രവർത്തനപദ്ധതികളും, പരിപാടികളും നടപ്പിലാക്കിയ ലോകത്തിലെ തന്നെ ആദ്യ രാജ്യമാണ് ഇന്ത്യ. 'കുടുംബാസൂത്രണം' എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്ന ഈ പദ്ധതി 1951 ൽ തുടങ്ങി. പ്രത്യുൽപ്പാദന അനുബന്ധ മേഖലകളിൽ നിലവിൽ പ്രാവർത്തികമാക്കപ്പെട്ട ഏറ്റവും മെച്ചപ്പെട്ട പരിപാടിയാണ് 'പ്രജനനാരോഗ്യ ശിശുആരോഗ്യ പരിചരണം' (Reproductive and Child Health Care) അഥവാ RCH എന്ന പദ്ധതി. പ്രത്യുൽപ്പാദനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിവിധ വശങ്ങളെക്കുറിച്ച് ജനങ്ങളിൽ അവബോധം സൃഷ്ടിക്കുക, പ്രജനനാരോഗ്യമുള്ള സമൂഹത്തെ വാർത്തെടുക്കുന്നതിന് ആവശ്യമായ സൗകര്യങ്ങളും പിന്തുണയും നൽകുക എന്നിവയാണ് ഈ പരിപാടിയുടെ പ്രധാന ലക്ഷ്യങ്ങൾ.

സർക്കാരും സർക്കാരിതര ഏജൻസികളും ദൃശ്യ-ശ്രാവ്യ അച്ചടി മാധ്യമങ്ങളിലൂടെ പ്രത്യുൽപ്പാദന സംബന്ധിയായ കാര്യങ്ങളെക്കുറിച്ച് ജനങ്ങളിൽ അവബോധം സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനായി വിവിധ നടപടികൾ സ്വീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. മാതാപിതാക്കൾ, അടുത്ത ബന്ധുക്കൾ, അധ്യാപകർ, സുഹൃത്തുക്കൾ എന്നിവർക്ക് മേൽപറഞ്ഞ വിവരങ്ങൾ പ്രചരിപ്പിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കാനുണ്ട്. സ്കൂളുകളിൽ കൗമാരവിദ്യാഭ്യാസം നൽകുന്നത് പ്രത്യുൽപ്പാദന സംബന്ധിയായ വിഷയങ്ങളെക്കുറിച്ച് കുട്ടികൾക്ക് ഉണ്ടാകുന്ന അന്ധവിശ്വാസങ്ങളും തെറ്റിദ്ധാരണകളും ഇല്ലാതാക്കാനും അവർക്ക് ശരിയായ വിവരങ്ങൾ എത്തിച്ചുകൊടുക്കുന്നതിനുമാണ്. പ്രത്യുൽപ്പാദന അവയവങ്ങൾ, കൗമാരവും അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ടുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ, സുരക്ഷിതവും ശുചിത്വപൂർണവുമായ ലൈംഗികബന്ധം, ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ, എയ്ഡ്സ് (AIDS) മുതലായവയെക്കുറിച്ചുള്ള ശരിയായ വിവരങ്ങൾ ജനങ്ങൾക്ക്, പ്രത്യേകിച്ച് കൗമാര പ്രായക്കാർക്ക്, നൽകിയാൽ പ്രജനനാരോഗ്യമുള്ള ജീവിതം നയിക്കുവാൻ അവർ പ്രാപ്തരാകും. ജനങ്ങൾക്ക് പ്രത്യേകിച്ച് പ്രത്യുൽപ്പാദനക്ഷമതയുള്ളവർക്കും വിവാഹപ്രായമെത്തിയവർക്കും ജനനനിയന്ത്രണ മാർഗങ്ങൾ, ഗർഭിണിയെ പരിചരിക്കൽ, പ്രസവശേഷം അമ്മയ്ക്കും കുഞ്ഞിനും നൽകേണ്ട പരിരക്ഷ, മുലയൂട്ടലിന്റെ പ്രാധാന്യം, ആൺകുട്ടികൾക്കും പെൺകുട്ടികൾക്കും തുല്യ അവസരം മുതലായവയുടെ പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ച് ധാരണയുണ്ടായാൽ സാമൂഹ്യബോധമുള്ളതും ആരോഗ്യമുള്ളതുമായ കുടുംബങ്ങളെ വളർത്തിയെടുക്കാൻ സാധിക്കും. അനിയന്ത്രിതമായ ജനസംഖ്യാ വർധനവ്, സാമൂഹിക വിപത്തുകളായ ലൈംഗിക ദുരുപയോഗങ്ങൾ, ലൈംഗികതയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട കുറ്റകൃത്യങ്ങൾ മുതലായവയെക്കുറിച്ച് ബോധവൽക്കരണം നടത്തുന്നതുവഴി ഇവ തടയാനും ആവശ്യമായ കരുതൽ നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളാനും സാധിക്കും.

പ്രജനനാരോഗ്യം പോലെയുള്ള വിഷയങ്ങളിൽ വ്യക്തമായ കർമ പദ്ധതികൾ വിജയകരമായി നടപ്പിലാക്കുന്നതിന് അടിസ്ഥാന സൗകര്യങ്ങളും, ഭൗതികസാഹചര്യങ്ങളും സാങ്കേതിക വൈദഗ്ധ്യവും അനിവാര്യമാണ്. ഗർഭം, പ്രസവം, ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ, ഗർഭഛിദ്രം, ഗർഭനിരോധനം, ആർത്തവ തകരാറുകൾ, വന്ധ്യത തുടങ്ങിയ പ്രത്യുൽപ്പാദനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിഷയങ്ങളെക്കുറിച്ച് ജനങ്ങൾക്കാവശ്യമായ വൈദ്യസഹായവും സംരക്ഷണവും യഥാവിധി നൽകുന്നതിന് ഇത്തരം കർമപദ്ധതികൾ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. കാലഘട്ടങ്ങൾക്കനുസരിച്ചുള്ള പുതിയ തന്ത്രങ്ങളും

സാങ്കേതികവിദ്യകളും നടപ്പിലാക്കുന്നതിലൂടെ ജനങ്ങൾക്ക് കാര്യക്ഷമമായ ശ്രദ്ധയും പരിപാലനവും ലഭിക്കും. എന്നാൽ പുത്തൻ സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ ദുരുപയോഗം തടയേണ്ടതും ആവശ്യമാണ്.

ആമ്നിയോട്ടിക് ദ്രവ പരിശോധനയിലൂടെയുള്ള ലിംഗനിർണയം (**Amniocentesis**- ഭ്രൂണത്തിന്റെ ചുറ്റുമുള്ള ആംമ്നിയോട്ടിക് ദ്രവത്തിലെ ക്രോമസോമുകളുടെ ക്രമം അനുസരിച്ച് ഒരു ഭ്രൂണത്തിന്റെ ലിംഗം നിർണയിക്കുന്നരീതി). നിയമം മൂലം നിരോധിച്ചതിലൂടെ പെൺഭ്രൂണഹത്യകൾ നിയന്ത്രിച്ചതും ശിശുക്കൾക്ക് വലിയതോതിൽ രോഗപ്രതിരോധശേഷി ഉറപ്പുവരുത്തിയതും ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് പരാമർശിക്കേണ്ട മികച്ച പരിപാടികളാണ്.

പ്രത്യുൽപ്പാദനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട മേഖലകളിൽ പുതിയ രീതികൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനോ, നിലവിലുള്ളവ മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനോ വേണ്ടി നടത്തുന്ന ഗവേഷണങ്ങളെ സർക്കാരും സർക്കാരിതര ഏജൻസികളും പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുകയും പിന്തുണയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. *ഉത്തർപ്രദേശിലെ ലക്നൗവിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന കേന്ദ്ര ഔഷധ ഗവേഷണ സ്ഥാപനത്തിലെ (Central Drug Research Institute, CDRI) ശാസ്ത്രജ്ഞർ സ്ത്രീകൾക്കുവേണ്ടി വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ഒരു ഗർഭ നിരോധന ഗുളികയാണ് 'സഹേലി'.* ലൈംഗിക സംബന്ധിയായ ശരിയായ അവബോധം വളർത്തിയെടുക്കുക, വൈദ്യസഹായത്തോടെയുള്ള പ്രസവത്തിന്റെ എണ്ണം വർധിപ്പിക്കുക, പ്രസവാനന്തര ശുശ്രൂഷ നൽകുക, മാതൃ-ശിശു മരണനിരക്കുകൾ കുറയ്ക്കുക, കുടുംബങ്ങളിൽ സന്തതികളുടെ എണ്ണം നിയന്ത്രിക്കുക, ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികളുടെ കൃത്യമായ നിർണയവും ഭേദമാക്കലും ഉറപ്പുവരുത്തുക, ലൈംഗിക സംബന്ധിയായ പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് ആതുര സേവന സൗകര്യങ്ങൾ വർധിപ്പിക്കുക തുടങ്ങിയവയെല്ലാം മെച്ചപ്പെട്ട സാമൂഹിക പ്രജനനാരോഗ്യം കൈവരിക്കുന്നതിന് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

4.2 ജനസംഖ്യാവിസ്ഫോടനവും ജനനനിയന്ത്രണവും

കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിൽ വിവിധ മേഖലകളിലുണ്ടായ സാർവത്രികമായ വികസനവും പുരോഗതിയും ജനങ്ങളുടെ ജീവിതനിലവാരം ഉയർത്താനിടയാക്കി. വർധിച്ച ആരോഗ്യ സംരക്ഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെയും ജീവിത നിലവാരം മെച്ചപ്പെട്ടതിന്റെയും ഫലമായി ജനസംഖ്യയിൽ അഭൂതപൂർവമായ വളർച്ചയാണുണ്ടായത്.

1900-ാം ആണ്ടിൽ ലോകജനസംഖ്യ 200 കോടി ആയിരുന്നെങ്കിൽ 2000-ാം ആണ്ട് മേയ് മാസത്തോടെ ഏകദേശം 600 കോടി ആയി അത് കുത്തനെ ഉയർന്നു. ഇന്ത്യയിലും ഇതേ പ്രവണത ദൃശ്യമായിരുന്നു. നമുക്ക് സ്വാതന്ത്ര്യം ലഭിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ രാജ്യത്തെ ജനസംഖ്യ ഏകദേശം 35 കോടി മാത്രമായിരുന്നു. എന്നാൽ അത് 2000-ാം ആണ്ടോടെ 100 കോടി മറികടന്നു. അതായത് ലോകത്തിലെ ആറുപേരിൽ ഒരാൾ ഇന്ത്യക്കാരനായിരിക്കും. മാതൃമരണസംഖ്യാനിരക്ക് (Maternal mortality rate), ശിശുമരണസംഖ്യാനിരക്ക് (Infant mortality rate) എന്നിവയുൾപ്പെടെ മരണനിരക്കിലെ ക്രമാനുഗതമായ കുറവ്, അതോടൊപ്പം പ്രത്യുൽപ്പാദനക്ഷമതയുള്ളവരുടെ എണ്ണത്തിലുണ്ടായ വർദ്ധനവ് എന്നിവയെല്ലാം ഇതിനു കാരണമാകുന്നു. പ്രജനനാരോഗ്യ ശിശുആരോഗ്യ പരിചരണ (RCH) പരിപാടികളുടെ ഭാഗമായി ജനസംഖ്യാവളർച്ചാനിരക്ക് കുറയ്ക്കുന്നതിന് സാധിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും അത് വളരെ നേരിയതോതിലാണ്. 2001 ലെ കാനേഷുമാരി പ്രകാരം ജനസംഖ്യാവളർച്ചാനിരക്ക് 1.7% ആയിരുന്നു,

അതായത് 17/1000/വർഷം. ഈ നിരക്കിലാണെങ്കിൽ നമ്മുടെ ജനസംഖ്യ 33 വർഷം കൊണ്ട് ഇരട്ടിയാകും. അടിസ്ഥാനാവശ്യങ്ങളായ ആഹാരം, വസ്ത്രം, പാർപ്പിടം എന്നീ മേഖലകളിൽ അർഥപൂർണമായ പുരോഗതി ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഇത്തരമൊരു ഭയാനകമായ വളർച്ചാനിരക്ക് ഇവയ്ക്ക് പരിപൂർണമായ ദൗർലഭ്യമുണ്ടാക്കും. അതിനാൽ ജനസംഖ്യാവളർച്ചാനിരക്ക് നിയന്ത്രിക്കുന്നതിന് സർക്കാർ ശക്തമായ നടപടികൾ സ്വീകരിക്കേണ്ടതായി വരും.

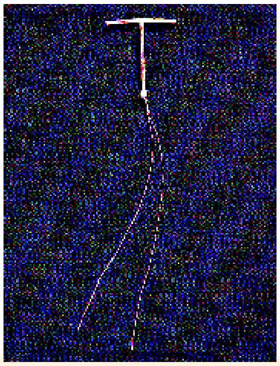
ഈ പ്രശ്നം മറികടക്കുവാനുള്ള ഏറ്റവും സുപ്രധാനമായ ചുവടുവയ്പ് വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഗർഭനിരോധനമാർഗങ്ങൾ പ്രചരിപ്പിക്കുക എന്നതാണ്. രണ്ടു കുഞ്ഞുങ്ങളും മാതാപിതാക്കളും അടങ്ങുന്ന സന്തുഷ്ട കുടുംബത്തിന്റെ പരസ്യചിത്രങ്ങൾ, ലഘുലേഖകൾ എന്നിവ ഉദാഹരണമാണ്. ഇവ 'നാം രണ്ട്, നമുക്ക് രണ്ട്' എന്ന മുദ്രാവാകൃത്തോടെ വിവിധ മാധ്യമങ്ങൾ വഴി പരസ്യപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ? ഈ വസ്തുതകൾ മനസ്സിലാക്കിയ പലരും 'ഏകസന്തതി നയം' സ്വീകരിച്ചുകഴിഞ്ഞു. സ്ത്രീകളുടെ വിവാഹപ്രായം 18 ഉം പുരുഷന്മാരുടേത് 21 ഉം ആയി നിജപ്പെടുത്തുക, ചെറുകുടുംബമുള്ള ദമ്പതികൾക്ക് പ്രോത്സാഹന ആനുകൂല്യങ്ങൾ നൽകുക എന്നിവയാണ് ഈ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കുന്നതിനായി നടപ്പിലാക്കിയ മറ്റു മാർഗങ്ങൾ

സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ചില ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണെന്ന് നോക്കാം. ഗർഭനിരോധനമാർഗം ഫലപ്രദവും, എളുപ്പത്തിൽ ലഭ്യമാകുന്നതും പാർശ്വഫലങ്ങൾ ഇല്ലാത്തതുമായിരിക്കണം. ഗർഭനിരോധനമാർഗങ്ങളെ താഴെപ്പറയുന്ന വിഭാഗങ്ങളായി തരംതിരിക്കാം. പ്രകൃതിദത്ത മാർഗങ്ങൾ/പരമ്പരാഗതമായ മാർഗങ്ങൾ, തടസ്സമാർഗ്ഗങ്ങൾ, ഗർഭാശയത്തിനുള്ളിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്ന ഗർഭനിരോധന ഉപാധികൾ, ഗർഭനിരോധന ഗുളികകൾ, കുത്തിവയ്പുകൾ, നിവേശിതവസ്തുക്കൾ, ശസ്ത്രക്രിയമാർഗങ്ങൾ എന്നിവയാണവ.

അണ്ഡത്തിന്റെയും പുംബീജത്തിന്റെയും സംയോഗത്തെ തടയുക എന്ന തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണ് **പ്രകൃതിദത്ത മാർഗങ്ങൾ.** ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു മാർഗമാണ് **പീരിയോഡിക് അബ്സ്റ്റിനൻസ്.** ആർത്തവത്തിന്റെ 10 മുതൽ 17 വരെയുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ അണ്ഡോൽസർജനം നടക്കുന്നതിനാൽ ലൈംഗികബന്ധത്തിൽ നിന്നും വിട്ടുനിൽക്കുന്ന രീതിയാണിത്. ബീജസംയോഗത്തിനുള്ള സാധ്യതകൾ വളരെയേറെയുള്ള ദിവസങ്ങളാണ് ഇത്. അതുകൊണ്ട് ഈ കാലയളവിനെ പ്രത്യുൽപ്പാദനക്ഷമതാകാലം (Fertile period) എന്നു വിളിക്കുന്നു. **പിൻവാങ്ങൽ (Withdrawal or Coitus interruptus)** എന്നത് മറ്റൊരു മാർഗമാണ്. ഇവിടെ പുരുഷപങ്കാളി ബീജവിസർജനത്തിന് മുമ്പ് ലൈംഗികബന്ധത്തിൽ നിന്ന് പിൻവാങ്ങുന്നു. മുലയൂട്ടൽ കാലയളവിൽ ഗർഭധാരണ സാധ്യത കുറയുന്നു എന്നതാണ് മറ്റൊരു മാർഗം. പ്രസവത്തെത്തുടർന്ന് പാൽ ഉൽപ്പാദനം നടക്കുന്നതിനാൽ അണ്ഡോൽസർജനവും ആർത്തവചക്രവും ഉണ്ടാകാതിരിക്കുകയും ഗർഭധാരണം തടസപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് **മുലയൂട്ടൽ കാലത്തെ ആർത്തവ വിരാമം (Lactational amenorrhea)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. പ്രസവാനന്തരം പരമാവധി ആറ് മാസം വരെ മാത്രമേ ഈ മാർഗം ഫലപ്രദമാകാറുള്ളൂ. മരുന്നുകളോ, ഉപകരണങ്ങളോ ഉപയോഗിക്കാത്തതിനാൽ പാർശ്വഫലങ്ങൾ ഒട്ടുമില്ല. എന്നാൽ ഈ മാർഗവും പരാജയ സാധ്യതയുള്ളതാണ്.

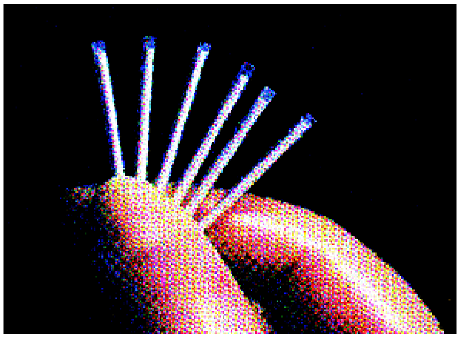
തടസ മാർഗങ്ങളിൽ (Barrier methods) ചില വസ്തുക്കളുടെ സഹായത്താൽ അണ്ഡവും പുംബീജവും തമ്മിൽ സംയോജിക്കുന്നത് തടസപ്പെടുത്തുന്നു. സ്ത്രീകൾക്കും പുരുഷന്മാർക്കും ഉപയോഗിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന നിയന്ത്രണ മാർഗമായ ഗർഭനിരോധന ഉറകൾ (Condoms) ലഭ്യമാണ്. പുരുഷന്മാർക്കു വേണ്ടിയുള്ള ഗർഭനിരോധന ഉറകളിലെ പ്രചാരമേറിയ ഒരു ഉൽപ്പന്നമാണ് 'നിരോധ്'. ഗർഭനിരോധന ഉറകളുടെ ഉപയോഗം ഈ അടുത്ത കാലത്തായി വളരെ കൂടുതലായതിനു കാരണം ഇവയ്ക്ക് എയ്ഡ്സ (AIDS) ഉൾപ്പെടെയുള്ള മിക്ക ലൈംഗിക പകർച്ചാവ്യാധികളെയും പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിയും എന്നത് കൂടിയാണ്. സ്ത്രീകളുടെയും പുരുഷന്മാരുടെയും ഗർഭനിരോധന ഉറകൾ ഒരു പ്രാവശ്യം മാത്രം ഉപയോഗിക്കാവുന്നവയാണ്. **ഡയഫ്രം (Diaphragm), ഗർഭാശയഗള അടപ്പുകൾ (Cervical caps), വാൾട്ടുകൾ (Vaults)** എന്നിവ സ്ത്രീകൾക്ക് ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങളാണ്. ഗർഭാശയഗളം വഴിയുള്ള പുംബീജത്തിന്റെ പ്രവേശനം തടസപ്പെടുത്തി ഗർഭധാരണം തടയുകയാണ് ഇവ ചെയ്യുന്നത്. ഇവ പുനരുപയോഗ സാധ്യത ഉള്ളവയാണ്. പുംബീജങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്ന ക്രീമുകൾ (Creams), ജെല്ലുകൾ (Gel), പതകൾ (Foams) എന്നിവ ഈ തടസ മാർഗങ്ങളോടൊപ്പം ഉപയോഗിച്ചാൽ ഗർഭനിരോധനം കൂടുതൽ ഫലപ്രദമാകും.

ഫലപ്രദവും പ്രചാരമേറിയതുമായ മറ്റൊരു മാർഗമാണ് **ഗർഭാശയത്തിനുള്ളിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്ന ഗർഭനിരോധന ഉപാധികളുടെ (Intra uterine devices- IUDs)** ഉപയോഗം. ഗർഭാശയാന്തര വസ്തുക്കൾ ഇപ്പോൾ ലഭ്യമാകുന്നത് മൂന്ന് തരത്തിലാണ് - സ്രവങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാത്തവ (ഉദാ: ലിപ്പസ് ലൂപ്പ്), ചെമ്പ് സ്രവിപ്പിക്കുന്നവ (ഉദാ: കോപ്പർ ടി, കോപ്പർ 7, മൾട്ടിലോഡ് 375) (ചിത്രം 4.2), ഹോർമോൺ സ്രവിപ്പിക്കുന്നവ (ഉദാ: പ്രൊജസ്റ്റാസേർട്ട്, എൽ.എൻ.ജി.20). IUD കൾ ഗർഭാശയത്തിനകത്ത് വച്ച് പുംബീജങ്ങളെ കോശഭോജനത്തിന് (Phagocytosis) വിധേയമാക്കുകയും, ചെമ്പ് അയോണുകൾ പുറപ്പെടുവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ പുംബീജങ്ങളുടെ ചലനശേഷി കുറയുകയും അങ്ങനെ ബീജസംയോഗ ശേഷി ഇല്ലാതാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിലുപരി, ഹോർമോൺ സ്രവിപ്പിക്കുന്ന ഗർഭാശയാന്തരവസ്തുക്കൾ ഗർഭാശയത്തിൽ ഭ്രൂണം പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നത് ഒഴിവാക്കുകയും ഗർഭാശയഗളത്തെ പുംബീജ ആതിഥേയത്വത്തിന് അനുയോജ്യമല്ലാതാക്കി മാറ്റുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗർഭധാരണം താമസിപ്പിക്കുന്നതിനും അതുവഴി കുട്ടികൾ തമ്മിലുള്ള പ്രായത്തിന്റെ അന്തരം വർധിപ്പിക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്ന ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങളാണ് ഗർഭാശയാന്തര വസ്തുക്കൾ. ഇന്ത്യയിൽ പരക്കെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ഗർഭനിരോധന മാർഗമാണ് ഇത്.



ചിത്രം **4.2** *കോപ്പർ-ടി,* **(CuT)**

സ്ത്രീകൾക്കുള്ള മറ്റൊരു ഗർഭനിരോധന മാർഗമാണ് പ്രൊജസ്റ്റോജൻ അല്ലെങ്കിൽ പ്രൊജസ്റ്റോജനും ഇസ്ട്രോജനും കൂടി ചേർന്ന ഗർഭനിരോധന ഗുളികകൾ (Oral contraceptive pills). ഗർഭനിരോധന ഗുളികകൾ ഓരോ ദിവസവും ഒന്ന് എന്ന തരത്തിൽ 21 ദിവസം കഴിക്കേണ്ടതായുണ്ട്. ആർത്തവത്തിന്റെ ആദ്യ അഞ്ച് ദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ആരംഭിക്കുന്നതാണ് ഉത്തമം. ആർത്തവനാളുകൾ ഉൾപ്പെടെ ഏഴ് ദിവസത്തിന്റെ ഇടവേളയ്ക്ക് ശേഷം ഇതേ രീതിയിൽ ആവർത്തിക്കാവുന്നതാണ്. ഇവ അണ്ഡോൽസർജനവും ഭ്രൂണത്തിന്റെ പറ്റിപ്പിടിക്കലും തടസപ്പെടുത്തുന്നതോടൊപ്പം ഗർഭാശയഗളത്തിലെ ശ്ലേഷ്മ ദ്രവത്തിന്റെ വഴുവഴുപ്പ് വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി

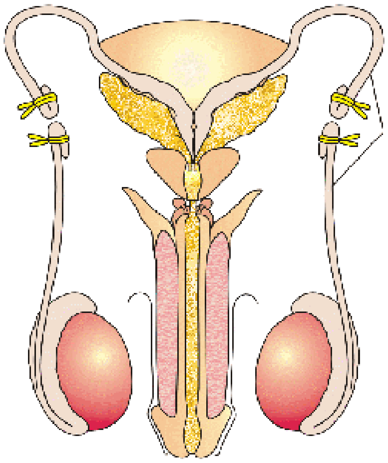


ചിത്രം **4.3** *നിവേശിത വസ്തു*

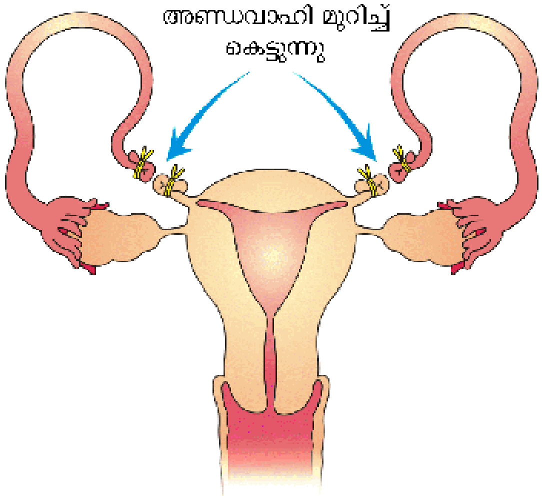
പുംബീജങ്ങളുടെ പ്രവേശനം മന്ദഗതിയിലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സ്റ്റിറോയ്ഡുകൾ ഇല്ലാത്ത ഒരു ഗർഭനിരോധന ഗുളികയാണ് 'സഹേലി'. 'ആഴ്ചയിൽ ഒരെണ്ണം' എന്നതാണ് ഇതിന്റെ ഉപയോഗ ക്രമം. ഇവയ്ക്ക് പാർശ്വഫലങ്ങൾ വളരെ കുറവുമാണ്.

പ്രൊജസ്റ്റോജൻ മാത്രമായോ അല്ലെങ്കിൽ ഇസ്ട്രജനോടൊപ്പമോ, കുത്തിവയ്പ്പുകളായോ (Injections) ത്വക്കിനടിയിൽ നിവേശിത വസ്തുക്കളായോ (Implant) (ചിത്രം 4.3) സ്ത്രീകൾക്ക് ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. ഇവയുടെ പ്രവർത്തനരീതി ഗർഭനിരോധന ഗുളികകളുടേത് പോലെ തന്നെ കൂടുതൽ കാലം ഫലപ്രദമായിരിക്കും. പ്രൊജസ്റ്റോജൻ മാത്രമായോ പ്രൊജസ്റ്റോജനും ഈസ്ട്രജനും ചേർത്തോ ഗർഭാശയാന്തര വസ്തുക്കളായോ ലൈംഗികബന്ധത്തിന് ശേഷം 72 മണിക്കൂറിനകം ഉപയോഗിക്കുന്നത് വളരെ ഫലപ്രദമാണെന്ന് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇവയെ അടിയന്തിര ഗർഭനിരോധന (Emergency contraceptives) മാർഗങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കാം.

വന്ധ്യംകരണം (Sterilization) എന്ന് വിളിക്കുന്ന ശസ്ത്രക്രിയ ഗർഭധാരണം പൂർണമായി തടയുന്നതിന് വേണ്ടി സ്ത്രീകൾക്കും പുരുഷന്മാർക്കും ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്ന മാർഗമാണ്. ശസ്ത്രക്രിയ നടത്തുമ്പോൾ ബീജങ്ങളുടെ സഞ്ചാരം തടസപ്പെടുകയും അങ്ങനെ ഗർഭധാരണ സാധ്യത ഇല്ലാതാകുകയും ചെയ്യും. പുരുഷ വന്ധ്യംകരണ രീതിയെ വാസക്ടമി (Vasectomy) എന്നും സ്ത്രീ വന്ധ്യകരണ രീതിയെ ട്യൂബക്ടമി (Tubectomy) എന്നും വിളിക്കുന്നു. വൃഷണസഞ്ചിയിലുണ്ടാക്കുന്ന ഒരു ചെറു മുറിവിലൂടെ ബീജവാഹിയുടെ ഒരു ചെറു ഭാഗം മുറിച്ച് മാറ്റുന്നതോ മുറിച്ചു കെട്ടി വയ്ക്കുന്നതോ (ചിത്രം 4.4 a) ആണ് പുരുഷ വന്ധ്യംകരണ രീതി. യോനി വഴിയോ ഉദരാശയത്തിലുണ്ടാക്കുന്ന ചെറിയ മുറിവ് വഴിയോ അണ്ഡവാഹിയുടെ ഒരു ചെറുഭാഗം മുറിച്ച് മാറ്റുന്നതോ മുറിച്ച് കെട്ടി വയ്ക്കുന്നതോ (ചിത്രം 4.4 b) ആണ് സ്ത്രീ വന്ധ്യംകരണ രീതി. ഈ രീതി വളരെ ഫലപ്രദമാണെങ്കിലും പിന്നീട് ഗർഭധാരണ ശേഷി തിരിച്ചു ലഭിക്കാനുള്ള സാധ്യത വളരെ വിരളമാണ്.



ചിത്രം **4.4 (a)** *വാസക്ടമി*



ചിത്രം **4.4 (b)** *ട്യൂബക്ടമി*

അനുയോജ്യമായ ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങൾ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നതും ഉപയോഗിക്കുന്നതും മതിയായ യോഗ്യതകളുള്ള ഒരു ആരോഗ്യ വിദഗ്ധന്റെ ഉപദേശം തേടിയതിനു ശേഷമായിരിക്കണം. പ്രജനനാരോഗ്യം നിലനിർത്തുന്നതിനുള്ള ഒരു ഉപാധിയല്ല ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങൾ എന്നതും ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. പ്രകൃതിദത്ത പ്രത്യുൽപ്പാദന പ്രവർത്തനങ്ങളായ ഗർഭധാരണം, ഗർഭം എന്നിവയ്ക്കെതിരായ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് ഇവയെല്ലാം. യഥാർഥത്തിൽ ചില വ്യക്തിപരമായ കാരണങ്ങളാൽ, ഒന്നുകിൽ ഗർഭധാരണം തടയുന്നതിനോ അല്ലെങ്കിൽ വൈകിപ്പിക്കുന്നതിനോ അല്ലെങ്കിൽ കുട്ടികളുടെ ജനനം തമ്മിലുള്ള അകലം കൂട്ടുന്നതിനോ ഒരാൾ ഈ മാർഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കാൻ നിർബന്ധിക്കപ്പെടുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. അനിയന്ത്രിതമായ ജനസംഖ്യാ വർധനവ് തടയുന്നതിന് മുകളിൽ പ്രതിപാദിച്ച വിവിധതരം ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങളുടെ പങ്ക് വളരെ പ്രധാനമാണ്. എന്നിരുന്നാലും മനംപുരട്ടൽ, വയറുവേദന, തുടർച്ചയായ രക്തസ്രാവം, ക്രമം തെറ്റിയ ആർത്തവം, സ്തനാർബുദം എന്നിവ ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങളുടെ ഉപയോഗവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഉണ്ടാകാവുന്ന പാർശ്വഫലങ്ങളാണ്. ഇത് വളരെ പ്രസക്തവും പൂർണമായും അവഗണിക്കാൻ പാടില്ലാത്തതുമായ കാര്യമാണ്.

4.3 ഗർഭഛിദ്രം (Medical Termination of Pregnancy - MTP)

പൂർണ വളർച്ചയെത്തുന്നതിനു മുമ്പ് വൈദ്യശാസ്ത്ര മാർഗങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് സ്വന്തം താൽപ്പര്യപ്രകാരമോ പ്രത്യേക ഉദ്ദേശ്യത്തോടുകൂടിയോ ഗർഭം അലസിപ്പിക്കുന്നതിനെ ഗർഭഛിദ്രം അഥവാ ഗർഭം അലസിപ്പിക്കൽ എന്നുപറയുന്നു. ഒരു വർഷത്തിൽ ഏകദേശം 40 മുതൽ 50 ദശലക്ഷം വരെ ഗർഭഛിദ്രങ്ങൾ ലോകത്താകമാനം നടക്കുന്നുണ്ട്. ഇത് ആകെ ഗർഭധാരണത്തിന്റെ ഏകദേശം 1/5 ആയിരിക്കും. ഗർഭഛിദ്രങ്ങൾ ജനസംഖ്യാ വർധനവ് നിയന്ത്രിക്കുന്നതിൽ നിർണായകപങ്ക് വഹിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽപ്പോലും അവയുടെ ഉദ്ദേശ്യം ഇതല്ല. സാമൂഹികവും മതപരവും ധാർമികവും വൈകാരികവുമായ പല എതിർപ്പുകൾ ഗർഭഛിദ്രവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഉയർന്നുവരാൻ സാധ്യത ഉള്ളതിനാൽ ഇവയെ നിയമപരമായി അംഗീകരിക്കണമോ വേണ്ടയോ എന്നത് പല രാജ്യങ്ങളും ഇന്നും ചർച്ച ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വിഷയമാണ്. 1971-ൽ ഇതിന്റെ വിവേചനരഹിതമായ ദുരുപയോഗങ്ങൾ ഒഴിവാക്കുന്നതിന് ചില കർശന ഉപാധികളുള്ള നിയമം, ഇന്ത്യാ ഗവൺമെന്റ് പ്രാബല്യത്തിൽ വരുത്തി. വിവേചനരഹിതമായും നിയമ വിരുദ്ധമായും പെൺഭ്രൂണഹത്യകൾ വർധിക്കുന്നു എന്ന അവലോകനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇത്തരം പ്രവണതകൾ നടക്കുന്നില്ല എന്ന് ഉറപ്പു വരുത്തുന്നതിന് വേണ്ടിയാണ് നിയന്ത്രണം കൊണ്ടുവന്നിട്ടുള്ളത്.

എന്തുകൊണ്ടാണ് വൈദ്യശാസ്ത്ര മാർഗങ്ങൾ അവലംബിച്ചുള്ള ഗർഭഛിദ്രങ്ങൾ നടക്കുന്നത്? സുരക്ഷിതമല്ലാത്ത ലൈംഗികബന്ധത്തിലൂടെയോ, ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങൾ ഫലപ്രദമാകാതിരുന്നതിനാലോ, ബലാൽക്കാരമായുള്ള ലൈംഗികബന്ധത്തിലൂടെയോ ഉണ്ടാകാവുന്ന ഗർഭത്തെ ഒഴിവാക്കുന്നതിന്

വേണ്ടിയാണ് ഈ മാർഗം അവലംബിക്കേണ്ടിവരുന്നത്. അമ്മയ്ക്കോ കുഞ്ഞിനോ അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടുപേർക്കുമോ മരണഹേതു ആയേക്കാവുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിലും ഗർഭം അലസിപ്പിക്കേണ്ടത് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

ആദ്യത്തെ മൂന്നു മാസത്തെ, അതായത് 12 ആഴ്ചയോളം വളർച്ചയെത്തുന്നതിനു മുൻപ് ഗർഭഛിദ്രം നടത്തുന്നത് താരതമ്യേന സുരക്ഷിതമായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. അതിനുശേഷമുള്ള ഗർഭഛിദ്രങ്ങൾക്ക് അപകടസാധ്യത കൂടുതലാണ്. പ്രാഗത്ഭ്യമില്ലാത്തവർ സുരക്ഷിതത്വമില്ലാതെ നടത്തുന്ന ഗർഭഛിദ്രം നിയമവിരുദ്ധം ആണെന്ന് മാത്രമല്ല മരണ കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭ്രൂണദ്രവ പരിശോധനയിലൂടെ ഗർഭസ്ഥ ശിശുവിന്റെ ലിംഗനിർണയം നടത്തുന്ന തികച്ചും അനഭിലഷണീയമായ ഒരു പ്രവണത ഇന്ന് പലയിടങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്നു. പെൺഭ്രൂണമാണ് എന്നു കണ്ടെത്തി ഗർഭഛിദ്രം നടത്തുന്നത് നിയമപരമായി തെറ്റാണ് എന്ന് മാത്രമല്ല ഇത് അമ്മയ്ക്കും കുഞ്ഞിനും അപകടം വരുത്തിവയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സുരക്ഷിതമല്ലാത്ത ലൈംഗികബന്ധം, നിയമവിരുദ്ധമായ ഗർഭഛിദ്രം എന്നിവയുടെ അപകടസാധ്യതയെക്കുറിച്ച് ഉദ്ബോധിപ്പിക്കുന്നതും ആരോഗ്യസംരക്ഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതും ഇത്തരം പ്രവണതകളെ ദുർബലപ്പെടുത്താൻ സഹായിക്കും.

4.4 ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ (Sexually Transmitted Diseases (STDs)

ലൈംഗികബന്ധങ്ങളിലൂടെ പകരുന്ന രോഗങ്ങളെയും അണുബാധയെയും ഒരുമിച്ച് ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ അല്ലെങ്കിൽ ലൈംഗിക രോഗങ്ങൾ (Veneral diseases, VD) അതുമല്ലെങ്കിൽ പ്രത്യുൽപ്പാദന നാളിയിലെ രോഗാണുബാധ (Reproductive tract infection,RTI) എന്ന് പറയുന്നു. ഗോണറിയ (Gonorrhoea), പറങ്കിപ്പുണ്ണ് (Syphilis), ജനിറ്റൽ ഹെർപിസ് (Genital herpes), ക്ലാമീഡിയാസിസ് (Chlamydiasis), ജനനേന്ദ്രിയ മുഴ (Genital warts), ട്രൈക്കോമോണിയാസിസ് (Trichomoniasis), ഹെപ്പറ്റൈറ്റിസ്-ബി (Hepatitis-B), എയ്ഡ്സ് (AIDS) എന്നിവയാണ് സാധാരണയായി കാണപ്പെടാറുള്ള ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ. സമീപ കാലത്ത് വളരെയധികം ചർച്ചചെയ്തു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതും മനുഷ്യനിലെ രോഗപ്രതിരോധശേഷിയെ താറുമാറാക്കുന്നതുമായ ഹ്യൂമൺ ഇമ്മ്യൂണോ ഡെഫിഷ്യൻസി വൈറസ് (HIV) മൂലമുണ്ടാകുന്ന എയ്ഡ്സ് ആണ് ഇവയിൽ ഏറ്റവും അപകടകരമായത്. അതിനെക്കുറിച്ച് അധ്യായം 8 ൽ വിശദമായി ചർച്ച ചെയ്യാം.

കുത്തിവയ്പ് സൂചികൾ, ശസ്ത്രക്രിയാ ഉപകരണങ്ങൾ എന്നിവ അണുബാധ ഉള്ളവരുമായി പങ്ക് വയ്ക്കുന്നത് കൊണ്ടും രക്തനിവേശനം നടത്തേണ്ടി വരുന്നതുകൊണ്ടും, ഹെപ്പറ്റൈറ്റിസ്-ബി, എച്ച് ഐ വി (HIV) മുതലയാവ പോലെയുള്ള ചില അണുബാധകൾ ഉണ്ടാകാനിടയുണ്ട്. അണുബാധയുള്ള മാതാവിൽ നിന്നും ഗർഭസ്ഥശിശുവിലേക്ക് നേരിട്ടും ഇവ പകരാനിടയുണ്ട്. ഹെപ്പറ്റൈറ്റിസ്-ബി, ജനിറ്റൽ ഹെർപിസ്, എച്ച്.ഐ.വി അണുബാധ എന്നിവ ഒഴിച്ച് മറ്റുള്ള രോഗങ്ങൾ വളരെ നേരത്തേ തന്നെ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടുകയും ഉചിതമായ ചികിത്സ ലഭ്യമാക്കുകയും ചെയ്താൽ പൂർണമായും ഭേദമാക്കാൻ കഴിയും. ജനനേന്ദ്രിയ ഭാഗത്തുണ്ടാകുന്ന ചൊറിച്ചിൽ, നീർക്കെട്ട്,

സ്രവങ്ങളുടെ പുറംതള്ളൽ, ചെറിയ വേദന എന്നിവ ഈ രോഗങ്ങളുടെ ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടാതെ പോകുന്ന പ്രാഥമിക ലക്ഷണങ്ങളാണ്. അണുബാധയുള്ള സ്ത്രീകളിൽ പ്രകടമായ രോഗലക്ഷണങ്ങൾ ഇല്ലാത്തതിനാൽ നീണ്ടകാലത്തേക്ക് രോഗം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടാതിരിക്കുകയും ചെയ്യാം. അണുബാധയുടെ ആദ്യഘട്ടങ്ങളിൽ ലക്ഷണങ്ങൾ ഉണ്ടാകാതിരിക്കുക അഥവാ അപ്രധാന ലക്ഷണങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുക, ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടുണ്ടാകുന്ന സാമൂഹിക ദുഷ്കീർത്തി എന്നിവ രോഗബാധിതരെ തക്ക സമയത്ത് രോഗം കണ്ടെത്തുന്നതിൽനിന്നും ഉചിതമായ ചികിത്സ ലഭ്യമാക്കുന്നതിൽനിന്നും തടസപ്പെടുത്തുന്നു. ഇത് പിന്നീട് സങ്കീർണമായ പെൽവിക് ഇൻഫ്ളമേറ്ററി രോഗങ്ങൾ (PID), ഗർഭം അലസൽ (Abortion), ചാപിള്ള പ്രസവം (Still birth), അണ്ഡവാഹിയിലെ ഗർഭധാരണം (Ectopic pregnancy), വന്ധ്യത (Infertility), ലൈംഗികാവയവങ്ങളിലേയും നാളികളിലേയും അർബുദം (Cancer of the reproductive tract) എന്നിവയിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. ആരോഗ്യമുള്ള സമൂഹത്തിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ ഭീഷണിയാണ് ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ.

പ്രത്യുൽപ്പാദന - ആരോഗ്യ - സംരക്ഷണ പരിപാടികളിലെ മുഖ്യപരിഗണന ഈ രോഗങ്ങളെ തടയുക അല്ലെങ്കിൽ വളരെ നേരത്തെ കണ്ടുപിടിക്കുക എന്നതാണ്. ഈ അണുബാധകൾ സാധാരണ എല്ലാവരെയും ആക്രമിക്കാനിടയുണ്ടെങ്കിലും, ഇത്തരം സംഭവങ്ങൾ കൂടുതലും രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് 15 വയസ്സുമുതൽ 24 വയസ്സുവരെ ഉള്ളവരിലാണ്. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ലളിതമായ ജീവിത തത്വങ്ങൾ പിന്തുടർന്നാൽ ഈ അണുബാധകളെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിയും:

i) അവിഹിത ലൈംഗികബന്ധം ഒഴിവാക്കുക.

ii) ലൈംഗികബന്ധത്തിലേർപ്പെടുമ്പോൾ ഗർഭനിരോധന ഉറകൾ ഉപയോഗിക്കുക.

iii) അണുബാധ സംശയിക്കുകയാണെങ്കിൽ നേരത്തെ രോഗനിർണയം നടത്തുന്നതിനായി വിദഗ്ധ ഡോക്ടറെ സമീപിക്കുകയും രോഗം സ്ഥിരീകരിച്ചാൽ ചികിത്സ തേടുകയും ചെയ്യുക.

4.5 വന്ധ്യത (Infertility)

വന്ധ്യതയെക്കുറിച്ച് പ്രതിപാദിക്കാതെ പ്രജനനാരോഗ്യത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഒരു ചർച്ച അപൂർണമായിരിക്കും. ഇൻഡ്യയിൽ ഉൾപ്പെടെ, ലോകത്താകമാനം നിരവധി ദമ്പതികൾ വന്ധ്യതയുള്ളവരാണ്. ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാതെ ലൈംഗിക സഹവർത്തിത്വം ഉണ്ടായിരുന്നിട്ടും ദമ്പതികൾക്ക് കുട്ടികൾ ഉണ്ടാകാത്ത അവസ്ഥയാണ് വന്ധ്യത. ഇതിന് ശാരീരിക മാനസിക പാരമ്പര്യ സ്വഭാവങ്ങൾ, പലതരം രോഗങ്ങൾ, ലഹരിയുടെ ഉപയോഗം, സ്വയം പ്രതിരോധ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നീ പല കാരണങ്ങളുണ്ട്. വന്ധ്യതയുള്ളത് പുരുഷ പങ്കാളിക്കാണെങ്കിൽപ്പോലും, ദമ്പതികൾക്ക് കുഞ്ഞുങ്ങളുണ്ടാകുന്നില്ലെങ്കിൽ, സാധാരണയായി ഇക്കാര്യത്തിൽ സ്ത്രീകളെയാണ് കുറ്റപ്പെടുത്തുന്നത്. ചില പ്രത്യേക ആരോഗ്യ സംരക്ഷണ സംവിധാനങ്ങൾക്ക് (വന്ധ്യതാ നിർമാർജന ചികിത്സാലയങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ) രോഗനിർണയത്തിൽ സഹായിക്കുവാനും ചില വൈകല്യങ്ങൾക്കെങ്കിലും പരിഹാരചികിത്സ നൽകി ദമ്പതികളുടെ വന്ധ്യത പരിഹരിക്കുവാനും കഴിയും. എന്നിരുന്നാലും അത്തരം പരിഹാര മാർഗങ്ങൾ സാധ്യമ

ല്ലെങ്കിൽ ദമ്പതികൾക്ക് ചില പ്രത്യേക സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ സഹായത്തോടെ കുഞ്ഞുങ്ങളെ ലഭ്യമാക്കുവാൻ സാധിക്കും. ഇത്തരം വിദ്യകളെയാണ് **പ്രത്യുൽപ്പാദന സഹായ സാങ്കേതികവിദ്യകൾ (Assisted reproductive technology-ART)** എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. ശരീരത്തിനകത്ത് വച്ച് ബീജസംയോഗം നടക്കുന്ന അതേ സാഹചര്യം പരീക്ഷണശാലയിൽ സൃഷ്ടിച്ച് ബീജസംയോഗം ശരീരത്തിന് പുറത്തുവച്ച് നടത്തുന്ന സമ്പ്രദായമായ ***ഇൻവിട്രോ*** **ബീജസംയോഗത്തെ** (IVF) തുടർന്ന് **ഭ്രൂണമാറ്റം നടത്തുന്നതാണ് (Embryo transfer- ET)** ഒരു രീതി. ഈ രീതി പൊതുവേ **ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് ശിശു (Test tube baby)** രീതി എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഭാര്യയിൽ നിന്നോ ദാതാവിൽ നിന്നോ ശേഖരിക്കുന്ന അണ്ഡവും, ഭർത്താവിൽ നിന്നോ ദാതാവിൽ നിന്നോ ശേഖരിക്കുന്ന പുംബീജവും പരീക്ഷണശാലയിൽ വച്ച് ശരീരത്തിലെ സമാന അവസ്ഥയിൽ സിക്താണ്ഡ രൂപീകരണത്തിന് സഹായകരമായവിധത്തിൽ പ്രചോദിപ്പിക്കുന്നു. സിക്താണ്ഡമോ, പ്രാഥമിക ഭ്രൂണമോ (8 ഭ്രൂണഖണ്ഡങ്ങൾ വരെയുള്ളത്) അണ്ഡവാഹി കുഴലിലേക്ക് മാറ്റപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ **സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ ആന്തര അണ്ഡവാഹി സ്ഥാനാന്തരം (Zygote intra fallopian transfer-ZIFT)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഭ്രൂണത്തിന്റെ വിഭജന സമയത്ത് എട്ട് ഭ്രൂണഖണ്ഡങ്ങളിൽ കൂടുതലുള്ള ഭ്രൂണങ്ങൾ നേരിട്ട് ഗർഭാശയത്തിലേക്ക് മാറ്റുന്നു. ഇതിനെ **ആന്തര ഗർഭാശയ സ്ഥാനാന്തരം (Intra uterine transfer - IUT)** എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഗർഭാശയത്തിൽ വച്ച് ഈ ഭ്രൂണം പൂർണ വളർച്ച എത്തുന്നു. ബീജങ്ങളുടെ സംയോഗം സ്ത്രീകളുടെ ശരീരത്തിനകത്തുവച്ച് നടത്തി ഭ്രൂണങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന ***ഇൻവിവോ*** **ബീജസംയോഗം** ഗർഭധാരണം നടത്താൻ കഴിവില്ലാത്ത സ്ത്രീകൾക്ക് വേണ്ടിയുള്ള സഹായ മാർഗമാണ്.

അണ്ഡം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയാത്ത, എന്നാൽ ബീജസംയോഗത്തിനും തുടർന്നുള്ള വികാസത്തിനും അനുയോജ്യമായ ആന്തരിക അവസ്ഥയുള്ള ഒരു സ്ത്രീയിലേക്ക് മറ്റൊരു ദാതാവിൽ നിന്നും ശേഖരിച്ച അണ്ഡം മാറ്റുന്നതിനെയാണ് **അണ്ഡത്തിന്റെ ആന്തര അണ്ഡവാഹി സ്ഥാനാന്തരം (Gamete intra fallopian transfer-GIFT)** എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. അണ്ഡത്തിലേക്ക് പുംബീജം നേരിട്ട് കടത്തിവിട്ട് പരീക്ഷണശാലയിൽ വച്ച് ഒരു പ്രത്യേക സംവിധാനത്തിലൂടെ ഭ്രൂണം രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **കോശാന്തര ബീജപ്രസരണം (Intra cytoplasmic sperm injection-ICSI)**. ഒന്നുകിൽ പുരുഷ പങ്കാളിക്ക് ശുക്ലം നിക്ഷേപിക്കാൻ കഴിയാതെ വരുമ്പോഴോ അല്ലെങ്കിൽ സ്ഖലനത്തിൽ വളരെ കുറച്ച് മാത്രം പുംബീജം ഉള്ളപ്പോഴോ പരിഗണിക്കുന്ന രീതിയാണ് **കൃത്രിമ ബീജാധാനം (Artificial insemination-AI).** ഈ രീതിയിൽ, ഒന്നുകിൽ ഭർത്താവിൽ നിന്നോ അല്ലെങ്കിൽ ആരോഗ്യമുള്ള ദാതാവിൽ നിന്നോ ശുക്ലം ശേഖരിക്കുകയും യോനിയിലേക്കോ അല്ലെങ്കിൽ ഗർഭാശയത്തിലേക്കോ കൃത്രിമമായി ഇത് നിക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗർഭാശയത്തിലേക്ക് നേരിട്ട് നിക്ഷേപിക്കുന്നതിനെ **ഗർഭാശയാന്തര ബീജാധാനം (Intra uterine insemination- IUI)** എന്നു വിളിക്കുന്നു.

തിരഞ്ഞെടുക്കുവാൻ മാർഗങ്ങൾ നിരവധിയാണെങ്കിലും എല്ലാ സാങ്കേതികവിദ്യകളും കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടത് ഉയർന്ന സൂക്ഷ്മതയും കൃത്യതയും പാലിക്കാൻ കഴിയുന്ന പ്രത്യേക വൈദഗ്ധ്യം ലഭിച്ചവരാണ്. അതുപോലെ, വളരെ വിലപിടിപ്പുള്ളതും ചെല

വേറിയതുമായ സാങ്കേതിക സാമഗ്രികൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഇതുചെയ്യുന്നത്. നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് വളരെ കുറച്ച് ചികിത്സാകേന്ദ്രങ്ങളിൽ മാത്രമേ ഈ സൗകര്യങ്ങൾ ഇപ്പോൾ ലഭ്യമായുള്ളൂ. ഇതിനുവരുന്ന ഭീമമായ ചെലവ് താങ്ങാൻ കഴിയുന്നത് വളരെ കുറച്ച് ജനങ്ങൾക്ക് മാത്രമാണ്. കൂടാതെ, വൈകാരികവും മതപരവും സാമൂഹികവുമായ ഘടകങ്ങൾ ഇത്തരം നൂതന സാങ്കേതിക മാർഗങ്ങൾ അവലംബിക്കുന്നതിന് പ്രതിബന്ധം സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ രീതികളുടെയെല്ലാം ആത്യന്തികമായ ലക്ഷ്യം വന്ധ്യത പരിഹരിക്കുക എന്നതാണ്. എന്നാൽ ഇന്ത്യയിൽ ധാരാളം അനാഥാലയങ്ങളും അനാഥക്കുഞ്ഞുങ്ങളും ഉണ്ട്. ഒരു പക്ഷേ ഇവിടെ വളരുന്ന കുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് വേണ്ടത്ര ശ്രദ്ധ ലഭിക്കുന്നില്ല എങ്കിൽ അവർ പക്വതയെത്തുന്നതുവരെ ജീവിച്ചിരിക്കാനുള്ള സാധ്യതയില്ല. നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് നിയമാനുസൃതമായ ദത്തെടുക്കൽ അനുവദിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മാതാപിതാക്കൾ ആകാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്ന ദമ്പതികൾക്ക് സ്വീകരിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഉദാത്തമായ ഒരു രീതിയാണ് ദത്തെടുക്കൽ. എന്നു മാത്രമല്ല, അത് അനാഥബാല്യങ്ങൾക്ക് അവരുടെ അതിജീവനത്തിനുള്ള ഒരു വാതായനം തുറന്നിടുകയും ചെയ്യുന്നു.

സംഗ്രഹം

പ്രത്യുൽപ്പാദനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ശാരീരിക, വൈകാരിക, സാമൂഹിക, സുസ്ഥിതിയാണ് പ്രജനനാരോഗ്യം എന്നതു കൊണ്ടു ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. പ്രജനനാരോഗ്യമുള്ള ഒരു സമൂഹത്തെ വാർത്തെടുക്കുന്നതിനായി വ്യത്യസ്ത പ്രവർത്തന പദ്ധതികൾ ആസൂത്രണം ചെയ്ത് നടപ്പാക്കിയ ലോകത്തെ ആദ്യരാജ്യം ഇന്ത്യയാണ്. പ്രത്യുൽപ്പാദന അവയവങ്ങൾ, കൗമാരം, കൗമാരത്തിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ സുരക്ഷിതമായ ലൈംഗിക ശീലങ്ങൾ, എയ്ഡ്സ് തുടങ്ങിയ ലൈംഗികരോഗങ്ങൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ച് പൊതുജനങ്ങളെ ബോധവൽക്കരിക്കുകയാണ് പ്രജനനാരോഗ്യത്തിന്റെ പ്രഥമനടപടി. ആർത്തവ പ്രശ്നങ്ങൾ, ഗർഭസംബന്ധമായ പ്രശ്നങ്ങൾ, പ്രസവം, ഗർഭമലസിപ്പിക്കൽ, ലൈംഗികബന്ധത്തിലൂടെ പകരുന്ന രോഗങ്ങൾ, വന്ധ്യത, പ്രസവാനന്തര ശിശുപരിചരണം തുടങ്ങിയവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചികിത്സാ സേവനങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുക എന്നത് പ്രജനനാരോഗ്യ ശിശുആരോഗ്യ പരിചരണപരിപാടികളുടെ പ്രധാന ഉദ്ദേശ്യങ്ങളാണ്.

നമ്മുടെ രാജ്യം പ്രജനനാരോഗ്യരംഗത്ത് വൻപുരോഗതി നേടിയിട്ടുണ്ട്. മാതൃശിശുമരണനിരക്ക് കുറയ്ക്കുക, ലൈംഗിക രോഗനിർണയം നടത്തുക, വന്ധ്യത അനുഭവിക്കുന്ന ദമ്പതിമാർക്ക് വേണ്ട സഹായം നൽകുക എന്നിവ വഴിയാണ് ഈ പുരോഗതി സാധ്യമായത്. ആരോഗ്യ മേഖലയിലെ മെച്ചപ്പെട്ട സൗകര്യങ്ങളും ജീവിത സാഹചര്യങ്ങളും ജനസംഖ്യ വിസ്ഫോടനത്തിന് കാരണമായിട്ടുണ്ട്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ജനസംഖ്യാവർധനവ് ഗർഭനിരോധന ഉപാധികളുടെ പ്രചാരണം അനിവാര്യമാക്കി. ഇന്ന് വ്യത്യസ്തതരം ഗർഭനിരോധന ഉപാധികൾ ലഭ്യമാണ്. പ്രകൃതിദത്ത/പരമ്പരാഗത രീതികൾ, തടസ്സമാർഗങ്ങൾ, ഗർഭാശയത്തിനുള്ളിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്ന ഗർഭനിരോധന ഉപാധികൾ, ഗുളികകൾ, കുത്തിവയ്പ്പുകൾ, ശസ്ത്രക്രിയ, എന്നീരീതികൾ നിലവിലുണ്ട്. പ്രജനനാരോഗ്യത്തിന് ഗർഭനിരോധന ഉപാധികളുടെ സ്ഥിരമായ ഉപയോഗം ആവശ്യമില്ലെങ്കിലും ഗർഭം ഒഴിവാക്കുന്നതിനോ, വൈകിക്കുന്നതിനോ ഇത്തരം ഉപാധികൾ ഉപയോഗിക്കാൻ നിർബന്ധിതമാകുന്നു. നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് ഡോക്ടറുടെ നിർദ്ദേശപ്രകാരം ഗർഭമലസിപ്പിക്കുന്നത് നിയമം മൂലം അംഗീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. സ്ത്രീയുടെ സമ്മതമില്ലാതെയുള്ള ലൈംഗികബന്ധത്തിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന ഗർഭം ഒഴിവാക്കുന്നതിനും, ഗർഭം തുടരുന്നത് അമ്മയുടെയോ കുഞ്ഞിന്റെയോ ജീവന് അപകടം ഉണ്ടാക്കാവുന്ന സാഹചര്യം ഒഴിവാക്കുന്നതിനുമാണ് പൊതുവേ MTP നിർദേശിക്കപ്പെടുന്നത്. ലൈംഗികബന്ധത്തിലൂടെ പകരുന്ന രോഗങ്ങളെയോ അണുബാധകളെയോ STD എന്നു വിളിക്കുന്നു. പെൽവിക്ക് ഇൻഫ്ളമേറ്ററി രോഗങ്ങൾ, ചാപിള്ള, വന്ധ്യത എന്നിവ ഈ അവസ്ഥകളുടെ സങ്കീർണതകളാണ്. നേരത്തെ രോഗനിർണയം നടത്തുന്നത് എളുപ്പത്തിൽ രോഗം ഭേദമാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. അപരിചിതരുമായും ഒന്നിലധികം പങ്കാളികളുമായും ഉള്ള ലൈംഗികബന്ധം ഒഴിവാക്കുക, ലൈംഗികബന്ധത്തിലേർപ്പെടുമ്പോൾ ഗർഭനിരോധന ഉറകൾ ഉപയോഗിക്കുക എന്നിവ ലൈംഗികബന്ധത്തിലൂടെ പകരുന്ന രോഗങ്ങൾ ഒഴിവാക്കാനുള്ള ചില മുൻകരുതലുകളാണ്.

ഗർഭനിരോധന മാർഗങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാതെ ലൈംഗികബന്ധത്തിലേർപ്പെട്ടിട്ടും രണ്ടു വർഷക്കാലം ഗർഭം ധരിക്കുകയോ കുഞ്ഞുങ്ങളുണ്ടാവുകയോ ചെയ്യാത്ത അവസ്ഥയാണ് വന്ധ്യത എന്നുപറയുന്നത്. ഇത്തരം ദമ്പതികളെ സഹായിക്കുന്നതിനായി ഇന്നു ധാരാളം മാർഗങ്ങൾ ലഭ്യമാണ്. ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് ശിശു, ആന്തര ബീജസംയോഗം തുടങ്ങിയവ അത്തരത്തിൽ ചിലതാണ്.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. സമൂഹത്തിൽ പ്രജനനാരോഗ്യത്തിനുള്ള പ്രാധാന്യമെന്ത്?
2. ഇന്നത്തെ അവസ്ഥയിൽ ഏത് തരത്തിലുള്ള പ്രത്യേക ശ്രദ്ധയാണ് പ്രജനനാരോഗ്യത്തെ സംബന്ധിച്ച് ആവശ്യമായി വരുന്നതെന്ന് നിർദേശിക്കുക.
3. സ്കൂളുകളിൽ ലൈംഗിക വിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെ ആവശ്യമുണ്ടോ? എന്തുകൊണ്ട്?
4. കഴിഞ്ഞ 50 വർഷക്കാലത്ത് നമ്മുടെ സമൂഹത്തിൽ പ്രത്യുൽപ്പാദനക്ഷമത മെച്ചപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ? ശരിയാണെങ്കിൽ മെച്ചപ്പെട്ട ചില മേഖലകൾ പരാമർശിക്കുക.
5. ജനസംഖ്യാ വിസ്ഫോടനത്തിന്റെ കാരണങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണെന്ന് വിവരിക്കുക.
6. ലിംഗനിർണയത്തിനുവേണ്ടിയുള്ള ഭ്രൂണദ്രവപരിശോധന നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് നിരോധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ നിരോധനം ആവശ്യമാണോ? അഭിപ്രായമെന്ത്?
7. വന്ധ്യതയുള്ള ദമ്പതികൾക്ക് കുഞ്ഞുങ്ങളുണ്ടാവാൻ സഹായിക്കുന്ന ചില മാർഗങ്ങൾ നിർദ്ദേശിക്കുക.
8. ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികൾ ഉണ്ടാകുന്നതിൽ നിന്നും ഒരാളെ തടയുന്നതിന് സ്വീകരിക്കേണ്ട നടപടികൾ എന്തെല്ലാമാണ്?
9. ശരിയോ തെറ്റോ എന്ന് പ്രസ്താവിച്ച് വിവരണം നൽകുക?
   (എ) ഗർഭച്ഛിദ്രം സ്വാഭാവികമായിപ്പോലും സംഭവിക്കും. (ശരി / തെറ്റ്)
   (ബി) വന്ധ്യത എന്നത് സന്തതികളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയാണെന്ന് നിർവചിക്കാം. സ്ത്രീ പങ്കാളിക്കുണ്ടാകുന്ന അസാധാരണത്വങ്ങളും പോരായ്മകളുമാണ് ഇതിന് കാരണമാകുന്നത്. (ശരി / തെറ്റ്)
   (സി) പൂർണമായ മുലയൂട്ടൽ ഒരു സ്വാഭാവിക ഗർഭനിരോധന മാർഗമാണ്. (ശരി / തെറ്റ്)
   (ഡി) ലൈംഗിക സംബന്ധമായ കാര്യങ്ങളെക്കുറിച്ച് ബോധവൽക്കരണം നടത്തുന്നത് ജനങ്ങളുടെ പ്രജനനാരോഗ്യം മെച്ചപ്പെടുത്താനുള്ള ഫലപ്രദമായ ഒരു മാർഗമാണ്.
   (ശരി / തെറ്റ്)
10. തന്നിരിക്കുന്ന പ്രസ്താവനകളിൽ തെറ്റുണ്ടെങ്കിൽ ശരിയാക്കി എഴുതുക.
   (എ) ശസ്ത്രക്രിയയിലൂടെയുള്ള ഗർഭനിരോധനം ബീജകോശങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത് തടയുന്നു.
   (ബി) എല്ലാ ലൈംഗിക പകർച്ചവ്യാധികളും പൂർണമായും ചികിത്സിച്ച് ഭേദപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്.
   (സി) സ്ത്രീകളിൽ ഗർഭനിരോധന ഗുളികകൾ ഫലപ്രദമായ ഗർഭനിരോധനമാർഗമാണ്.
   (ഡി) ഇ.ടി. സാങ്കേതികവിദ്യയിൽ ഭ്രൂണങ്ങളെ എല്ലായ്പ്പോഴും ഗർഭപാത്രത്തിലേക്കാണ് മാറ്റുന്നത്.

യൂണിറ്റ് VII
ജനിതകശാസ്ത്രവും പരിണാമവും
(GENETICS AND EVOLUTION)

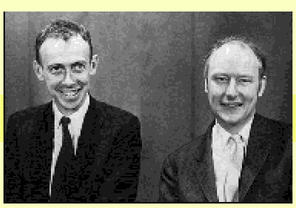
അധ്യായം 5
പാരമ്പര്യത്തിന്റെയും വ്യതിയാനത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങൾ

അധ്യായം 6
പാരമ്പര്യത്തിന്റെ തന്മാത്രാടിസ്ഥാനം

അധ്യായം 7
പരിണാമം

മെൻഡലും അദ്ദേഹത്തിന്റെ പിൻഗാമികളും പാരമ്പര്യ പ്രേഷണരീതിയെപ്പറ്റിയുള്ള ആശയം നമുക്ക് നൽകി. എന്നിരുന്നാലും പ്രകടസ്വഭാവം നിർണയിക്കുന്ന 'ഘടകങ്ങളെ'പ്പറ്റി (Factors) വ്യക്തമായ ഒരു ധാരണ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. ഈ 'ഘടകങ്ങൾ' ജനിതക പ്രേഷണത്തിനുള്ള അടിസ്ഥാനമാകയാൽ, ജനിതക പദാർഥങ്ങളുടെ ഘടനയെക്കുറിച്ചും ജനിതക രൂപത്തിന്റെയും പ്രകടരൂപത്തിന്റെയും ഘടനാപരമായ മാറ്റത്തെക്കുറിച്ചും മനസ്സിലാക്കുക എന്നത് അടുത്ത നൂറ്റാണ്ടിൽ ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ ശ്രദ്ധാകേന്ദ്രമായിമാറി. തന്മാത്രാ ജീവശാസ്ത്രം പൂർണമായും വാട്സൺ, ക്രിക്ക്, നിരൻബർഗ്, ഖൊറാന, കോൺബെർഗ്സ് (അച്ഛനും മകനും), ബെൻസർ, മോണഡ്, ബ്രണ്ണർ തുടങ്ങിയവരുടെ സംഭാവനകളുടെ അനന്തരഫലമാണ്. ഇതിന് സമാന്തരമായി അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടിവന്ന മറ്റൊരു പ്രശ്നം പരിണാമ പ്രക്രിയയാണ്. തന്മാത്രാജനിതക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവിധ മേഖലയിലുള്ള അവബോധവും ഘടനാ ജീവശാസ്ത്രത്തിലും ജൈവ വിവരസാങ്കേതികശാസ്ത്രത്തിലുമുള്ള അവബോധവും ജീവപരിണാമ പ്രക്രിയ മനസ്സിലാക്കുന്നതിൽ നമ്മളെ സമ്പുഷ്ടമാക്കി. ഈ അധ്യായത്തിൽ ഡിഎൻഎ യുടെ ഘടനയും ധർമ്മവും ജീവപരിണാമ പ്രക്രിയയുടെ കഥയും അതിന്റെ സിദ്ധാന്തവും എല്ലാം പരിശോധിക്കുകയും വിശദീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ജയിംസ് ഡെവി വാട്സൺ 1928 ഏപ്രിൽ 6ന് ചിക്കാഗോയിലാണ് ജനിച്ചത്. 1947-ൽ അദ്ദേഹം ജന്തുശാസ്ത്രത്തിൽ ബിരുദം നേടി. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ താൽപര്യം പക്ഷി നിരീക്ഷണത്തിലായിരുന്നു. ഇതിൽ നിന്നും അദ്ദേഹത്തിന് ജനിതക ശാസ്ത്രത്തോട് അടങ്ങാത്ത താൽപര്യം തോന്നി. ഇതിനെ തുടർന്ന് അദ്ദേഹത്തിന് ബ്ലൂമിങ്ടണിലെ ഇൻഡ്യാന സർവകലാശാലയിൽ സുവോളജി ബിരുദാനന്തര പഠനത്തിന് ഉയർന്ന ഫെല്ലോഷിപ്പ് ലഭിക്കുകയും അവിടെവച്ച് ബാക്ടീരിയാഭോജികളുടെ പെരുകൽ പ്രക്രിയയിൽ X- റേയുടെ സ്വാധീനം എന്ന പഠനത്തിന് 1950 ൽ പി.എച്ച്.ഡി. ലഭിക്കുകയും ചെയ്തു. പിന്നീട് അദ്ദേഹം ക്രിക്കിനെ കാണുകയും രണ്ടുപേരുടെയും പൊതുതാൽപര്യത്താൽ ഒരുമിച്ച് ഡി.എൻ.എ. യുടെ ഘടന കണ്ടെത്തുകയുമുണ്ടായി. അവരുടെ ആദ്യ പ്രയത്നങ്ങൾ കഠിനവും തൃപ്തികരവുമായിരുന്നില്ല. എന്നാൽ അവരുടെ രണ്ടാമത്തെ പ്രയത്നം പരീക്ഷണാടിസ്ഥാനത്തിലുള്ളതും കൂടുതൽ പ്രശംസയർഹിക്കുന്നതുമായിരുന്നു. ന്യൂക്ലിക്കാമ്ലത്തിന്റെ ഘടനയും അതിന്റെ അനുപൂരക ചുറ്റു ഗോവണി രൂപരേഖയും ഉരുത്തിരിയുന്നത് 1953 മാർച്ചിലാണ്.



ജയിംസ് വാട്സൺ
ഫ്രാൻസിസ് ക്രിക്ക്

ഫ്രാൻസിസ് ഹാരി കോംപ്ടൺ ക്രിക്ക് 1916 ജൂൺ 8ന് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ നോർത്താംപ്റ്റണിൽ ജനിച്ചു. അദ്ദേഹം 1937 ൽ ലണ്ടനിലെ യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജിൽ നിന്നും ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ബിരുദം നേടി. "എക്സ്റേ ഡിഫ്രാക്ഷൻ - പോളിപെപ്റ്റൈഡുകളും പ്രോട്ടീനുകളും" എന്ന തലക്കെട്ടിലുള്ള പ്രബന്ധത്തിലൂടെ 1954 ൽ അദ്ദേഹം പി.എച്ച്.ഡി. പൂർത്തിയാക്കി.

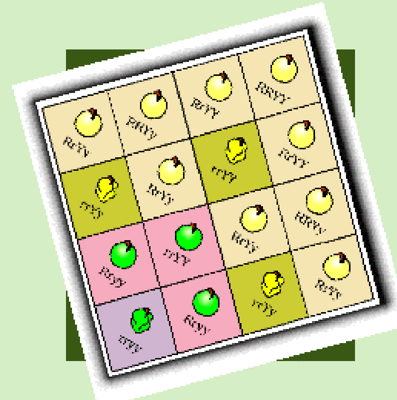
ഇരുപത്തിമൂന്ന് വയസുള്ള ജെ.ഡി വാട്സൺ എന്ന യുവാവുമായുള്ള സൗഹൃദം ക്രിക്കിന്റെ ഔദ്യോഗിക ജീവിതത്തിൽ നിർണായക സ്വാധീനം ചെലുത്തി. ഈ സൗഹൃദം 1953 ൽ ഡി.എൻ.എ.യുടെ ഇരട്ട-ഇഴ ഘടനയുടെയും ഇരട്ടിക്കൽ തന്ത്രത്തിന്റെയും കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് വഴിതെളിച്ചു. ക്രിക്കിന് 1959 ൽ F.R.S. (Fellow of Royal Society) എന്ന ബഹുമതിയും ലഭിച്ചു.

നിരവധി ബഹുമതികൾ വാട്സണും ക്രിക്കിനും ഒരുമിച്ചു ലഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. ജോൺ കോളിൻസ് വാറൻ സമ്മാനം നൽകി 1959-ൽ മസാച്ചുസെറ്റ്സ് ജനറൽ ആശുപത്രി അദ്ദേഹത്തെ ആദരിച്ചു. 1960 -ലെ ലാസ്കർ ബഹുമതി, 1962 -ലെ റിസർച്ച് കോർപറേഷൻ സമ്മാനം, 1962 -ലെ നോബൽ സമ്മാനം തുടങ്ങിയവ ബഹുമതികളിൽ ചിലതാണ്.

അധ്യായം 5

പാരമ്പര്യത്തിന്റെയും വ്യതിയാനത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങൾ

(PRINCIPLES OF INHERITANCE AND VARIATION)



D9D5H4

5.1 മെൻഡലിന്റെ പാരമ്പര്യ സ്വഭാവ നിയമങ്ങൾ

5.2 പാരമ്പര്യത്തിൽ ജീനുകളുടെ പ്രാധാന്യം

5.3 രണ്ടു ജീനുകളുടെ പാരമ്പര്യപ്രേഷണം

5.4 ലിംഗനിർണയം

5.5 ഉൽപ്പരിവർത്തനം

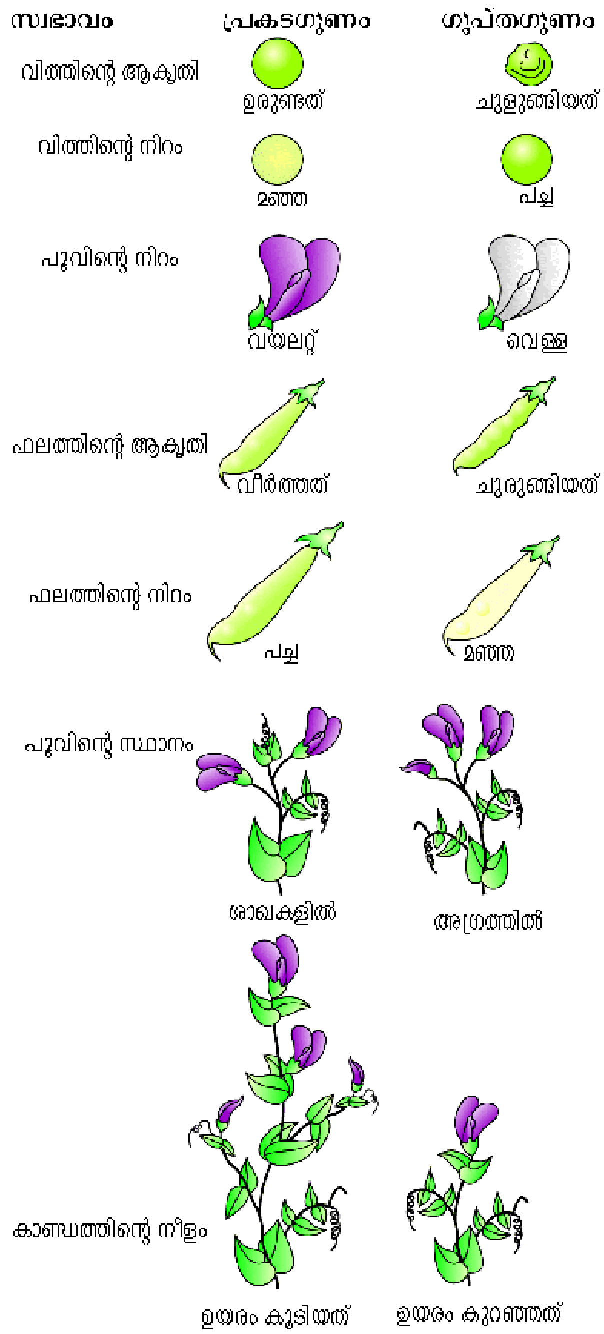
5.6 ജനിതകവൈകല്യങ്ങൾ

ആന, ആനക്കുട്ടിക്ക് ജന്മം നൽകുന്നു. ആനക്കുട്ടി കാഴ്ചയിൽ മറ്റു മൃഗങ്ങളെപ്പോലെയല്ല; അല്ലേ? അതുമല്ലെങ്കിൽ ഒരു മാങ്ങയുടെ വിത്തിൽ നിന്നും മാവു മാത്രമല്ലേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളൂ. എന്തുകൊണ്ട് മറ്റു വൃക്ഷങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നില്ല? നിങ്ങൾ എപ്പോഴെങ്കിലും ഇതേപ്പറ്റി ഓർത്ത് അത്ഭുതപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടോ?

കുഞ്ഞുങ്ങൾ എപ്പോഴും അവരുടെ മാതാപിതാക്കളുമായി സാമ്യമുള്ളവരായിരിക്കുമോ? ചില സ്വഭാവങ്ങളിലെങ്കിലും അവർ വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുന്നില്ലേ? ചില ഇരട്ടക്കുട്ടികൾ കാഴ്ചയിൽ വളരെ സദൃശരാണ്. അല്ലെങ്കിൽ വളരെ വ്യത്യസ്തരാണ്. ഇതൊക്കെ എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

ഇത്തരത്തിലുള്ള നിരവധി ചോദ്യങ്ങളുടെ മറുപടിയാണ്, ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഒരു ശാഖയായ ജനിതകശാസ്ത്രം നമുക്ക് നൽകുന്നത്. മാതാപിതാക്കളിൽനിന്ന് കുഞ്ഞുങ്ങളിലെക്കെത്തുന്ന പാരമ്പര്യ സ്വഭാവങ്ങളെയും വ്യതിയാനങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ് ജനിതകശാസ്ത്രം. അതായത് മാതാപിതാക്കളിൽ നിന്ന് കുഞ്ഞുങ്ങളിലേക്ക് പകർന്നു കിട്ടുന്ന സ്വഭാവങ്ങളെ പാരമ്പര്യം (Inheritance) എന്നും മാതാപിതാക്കളിൽ നിന്നും വ്യതിരിക്തമായി കുഞ്ഞുങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളെ വ്യതിയാനങ്ങൾ (Variation) എന്നും പറയുന്നു.

ഏതാണ്ട് 8000 – 1000 ബി.സി മുതൽക്കേ മനുഷ്യന് അറിയാവുന്ന വസ്തുതയാണ് വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് കാരണം ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം ആണെന്നുള്ളത്. മനുഷ്യർ പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന പല വന്യമൃഗങ്ങളെയും സസ്യങ്ങളെയും ചൂഷണം ചെയ്യുന്നു. അവയെ കൃത്രിമമായി തിരഞ്ഞെടുത്ത് പ്രജനനം നടത്തുകയും ആഗ്രഹിക്കുന്ന സ്വഭാവവിശേഷങ്ങൾ ജീവികളിൽ രൂപപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉദാഹരണമായി പൂർവികരായിട്ടുള്ള കാട്ടുപശുക്കളിൽ കൃത്രിമമായ തിരഞ്ഞെടുപ്പ് നടത്തി അവയെ ഇണക്കിയെടുത്താണ് പ്രസിദ്ധമായ ഇന്ത്യൻ പശു ഇനങ്ങളെ



ചിത്രം 5.1 മെൻഡൽ പയർചെടിയിൽ പഠനവിധേയമാക്കിയ ഏഴ് വിപരീത ഗുണങ്ങളുടെ ജോഡികൾ

നാം സൃഷ്ടിച്ചത്. ഉദാ: പഞ്ചാബിലെ സഹിവാൾ എന്ന ഇനം. നമ്മുടെ പൂർവികർക്ക് പാരമ്പര്യത്തെയും വ്യതിയാനത്തെയും പറ്റി നല്ല അറിവുണ്ടായിരുന്നുവെങ്കിലും ഈ പ്രതിഭാസത്തിന്റെ ശാസ്ത്രീയ അടിസ്ഥാനത്തെക്കുറിച്ച് കാര്യമായ വിവരം ഉണ്ടായിരുന്നില്ല.

5.1 മെൻഡലിന്റെ പാരമ്പര്യ സ്വഭാവ നിയമങ്ങൾ

19-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മധ്യകാലഘട്ടത്തിലാണ് പാരമ്പര്യത്തെപ്പറ്റിയുള്ള അറിവുകളിൽ പുരോഗതിയുണ്ടായത്. ഗ്രിഗർ മെൻഡൽ തുടർച്ചയായി ഏഴ് വർഷം (1856-1863) പയർച്ചെടികളിൽ വർഗസങ്കരണ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും അതിന്റെ ഫലമായി ജീവിവർഗങ്ങളിലെ പാരമ്പര്യ സ്വഭാവനിയമങ്ങൾ ആവിഷ്കരിക്കുകയും ചെയ്തു. ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ ഗണിതശാസ്ത്രവും സംഖ്യാസംബന്ധിയായ അപഗ്രഥനവും ആദ്യമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയത് മെൻഡൽ തന്റെ പരീക്ഷണ നിരീക്ഷണങ്ങൾക്കിടയിലാണ്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പരീക്ഷണങ്ങളിലെ വലുപ്പമേറിയ സാമ്പിളുകളാണ് അദ്ദേഹം ശേഖരിച്ച വസ്തുതകൾക്ക് കൂടുതൽ വിശ്വസനീയത നേടിക്കൊടുത്തത്. പരീക്ഷണം നടത്തിയ ചെടികളുടെ തുടർന്നുള്ള തലമുറകളിലും അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിഗമനങ്ങൾ ആവർത്തിച്ചപ്പോൾ അടിസ്ഥാനമില്ലാത്ത ആശയങ്ങളല്ല മറിച്ച് പാരമ്പര്യത്തിന്റെ പൊതു സ്വഭാവങ്ങളാണ് ഗവേഷണഫലമായുണ്ടായത്. സ്ഥിരമല്ലാത്ത സ്വഭാവ സവിശേഷതകളെ അദ്ദേഹം അവഗണിച്ചു. മെൻഡൽ തന്റെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയത് പ്രത്യക്ഷത്തിൽ വിപരീത സ്വഭാവങ്ങളുള്ള പയറുചെടികളിലാണ്. ഉദാ: ഉയരം കൂടിയതും /കുറഞ്ഞതും, പച്ച/മഞ്ഞ വിത്തുകൾ. ഇത് അദ്ദേഹത്തിന് പാരമ്പര്യസ്വഭാവങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന അടിസ്ഥാന നിയമങ്ങൾ രൂപീകരിക്കാൻ സഹായകമായി. ഈ അടിസ്ഥാന നിയമങ്ങൾ പിന്നീടു വന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് പ്രകൃതിയിലെ വൈവിധ്യങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനും അവയിൽ അന്തർലീനമായിരിക്കുന്ന സങ്കീർണതകളെ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും സഹായിച്ചു.

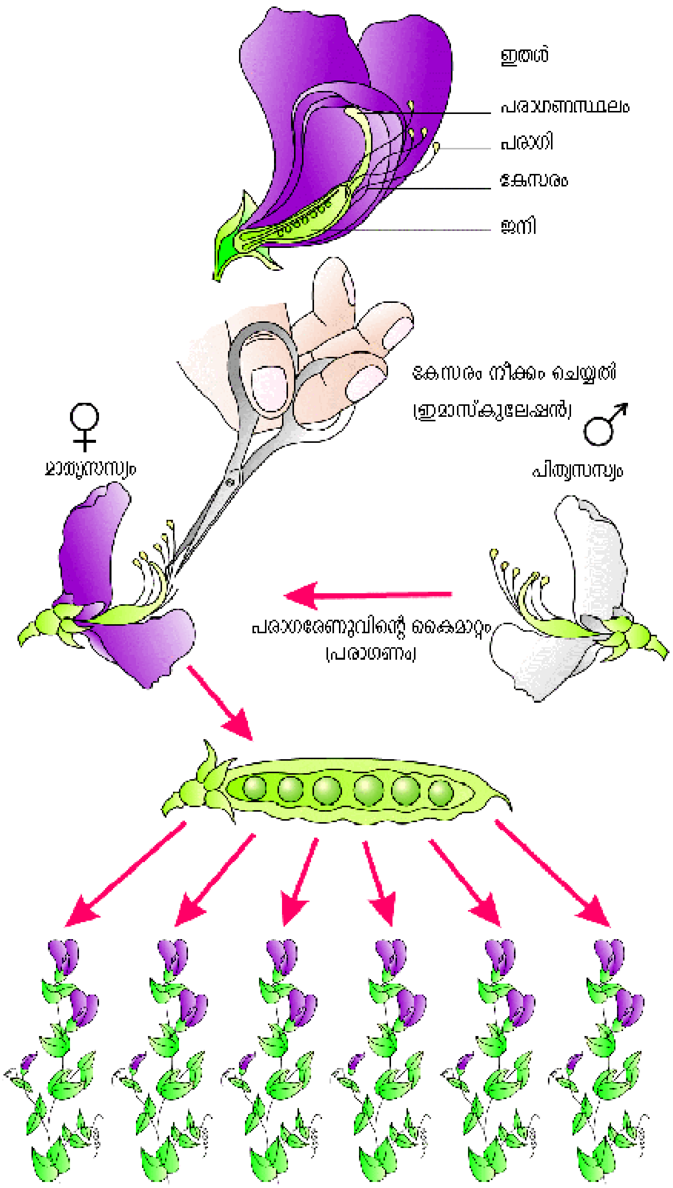
മെൻഡൽ ഒരു കൂട്ടം ശുദ്ധവർഗ (True breeding) പയറുചെടികളിൽ കൃത്രിമ പരാഗണവും പരപരാഗണവും നടത്തി. തുടർച്ചയായ സ്വപരാഗണത്തിന് വിധേയമാകുന്നതും തലമുറകളോളം സ്ഥിരസ്വഭാവങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നവയുമാണ് ശുദ്ധവർഗച്ചെടികൾ. മെൻഡൽ 14 ഇനം ശുദ്ധവർഗച്ചെടികൾ തിരഞ്ഞെടുക്കുകയും അവയിൽ എല്ലാ സ്വഭാവങ്ങളും ഒരുപോലെയുള്ള എന്നാൽ ഒരു കാര്യത്തിൽ മാത്രം വിപരീത ഗുണങ്ങൾ (Contrasting traits) കാണിക്കുന്നതുമായ ഇനങ്ങളെ ജോഡികളാക്കുകയും ചെയ്തു. ഉരുണ്ട/ചുളുങ്ങിയ വിത്തുകൾ, പച്ച/മഞ്ഞ വിത്തുകൾ, വീർത്തത്/ ചുരുങ്ങിയ ആകൃതിയിലുള്ള ഫലങ്ങൾ, പച്ച/മഞ്ഞ നിറമുള്ള ഫലങ്ങൾ, ഉയരം കൂടിയ/ ഉയരം കുറഞ്ഞ ചെടികൾ തുടങ്ങിയവയാണ് മെൻഡൽ തിരഞ്ഞെടുത്ത വിപരീതസ്വഭാവങ്ങൾ.

പട്ടിക 5.1: പയർചെടിയിൽ മെൻഡൽ പഠനവിധേയമാക്കിയ വിപരീത ഗുണങ്ങൾ

നം	സ്വഭാവങ്ങൾ	വിപരീതഗുണങ്ങൾ
1.	കാണ്ഡത്തിന്റെ നീളം	ഉയരം കൂടിയത്/കുറഞ്ഞത്
2.	പൂവിന്റെ നിറം	വയലറ്റ് /വെള്ള
3.	പൂവിന്റെ സ്ഥാനം	ശാഖകളിൽ/അഗ്രത്തിൽ
4.	ഫലത്തിന്റെ ആകൃതി	വീർത്തത്/ ചുരുങ്ങിയത്
5.	ഫലത്തിന്റെ നിറം	പച്ച/മഞ്ഞ
6.	വിത്തിന്റെ ആകൃതി	ഉരുണ്ടത്/ചുളുങ്ങിയത്
7.	വിത്തിന്റെ നിറം	പച്ച/മഞ്ഞ

5.2 പാരമ്പര്യത്തിൽ ജീനുകളുടെ പ്രാധാന്യം

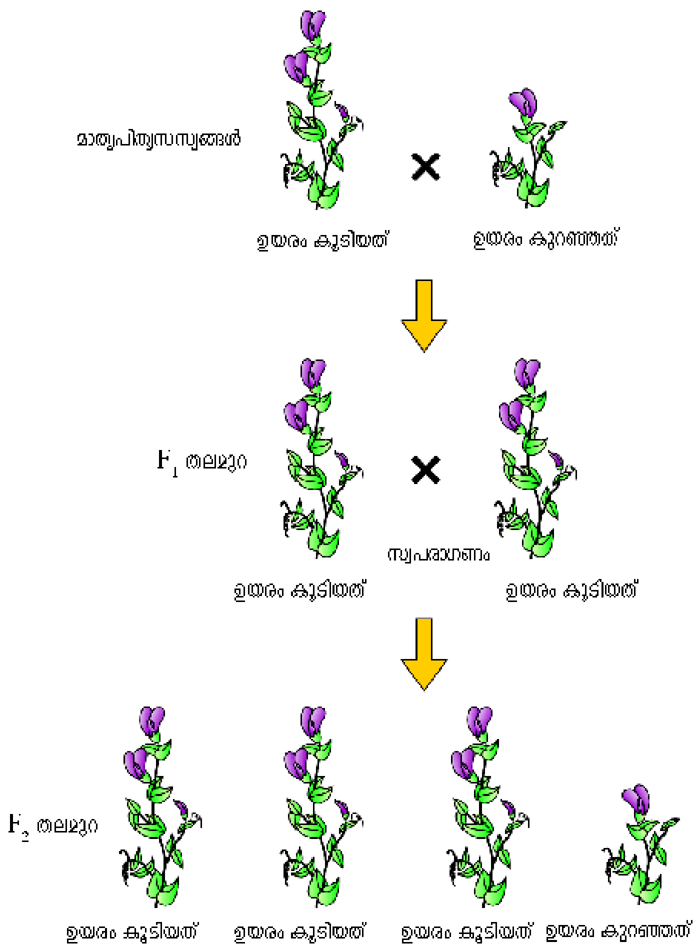
വർഗസങ്കരണത്തിന് ഉദാഹരണമായി മെൻഡൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണം നമുക്കു നോക്കാം. ഒരു ജീനിന്റെ പാരമ്പര്യപ്രേഷണം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുവേണ്ടി അദ്ദേഹം ഒരു സ്വഭാവത്തെ മാത്രം പഠനവിധേയമാക്കി. പൊക്കം കൂടിയതും (Tall) പൊക്കം കുറഞ്ഞതുമായ (Dwarf) പയർച്ചെടികളെയാണ് അദ്ദേഹം വർഗസങ്കരണത്തിനായി ഉപയോഗിച്ചത്. സങ്കരണത്തിന്റെ ഫലമായി ലഭിച്ച വിത്തുകൾ ശേഖരിക്കുകയും അതുപയോഗിച്ച് ഒന്നാം (F_1) തലമുറയിൽപ്പെട്ട സസ്യങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു. F_1 തലമുറയിൽപ്പെട്ട സസ്യങ്ങൾ എല്ലാം തന്നെ പൊക്കം കൂടിയവയായിരുന്നു. അതായത് അതിന്റെ മാതൃപിതൃസസ്യത്തിന്റെ (Parents) ഏതെങ്കിലും ഒരു സ്വഭാവം മാത്രം പ്രകടമാക്കി. F_1 തലമുറയിൽ പൊക്കം കൂടുതൽ എന്ന സ്വഭാവം മാത്രം പ്രകടമാക്കുകയും പൊക്കക്കുറവ് എന്ന സ്വഭാവത്തെ പ്രകടമാക്കാതിരിക്കുകയും ചെയ്തു.



ചിത്രം 5.2 പയർച്ചെടിയുടെ സങ്കരണത്തിലെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങൾ

F1 തലമുറയിലെ സസ്യങ്ങളെ സ്വപരാഗണം നടത്തി ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ച രണ്ടാം തലമുറയിൽ (F_2) ചില സസ്യങ്ങൾ പൊക്കം കുറഞ്ഞവയായിരുന്നു. പൊക്കക്കുറവ് എന്ന സ്വഭാവം F_1 തലമുറയിൽ പ്രകടമായിരുന്നില്ല. F_2 തലമുറയിലുണ്ടായ സ്വഭാവത്തിന്റെ അനുപാതം 3/4 സസ്യങ്ങൾ പൊക്കം കൂടിയവയും 1/4 സസ്യങ്ങൾ പൊക്കം കുറഞ്ഞവയും ആയിരുന്നു. മാതൃപിതൃസസ്യങ്ങളുടെ സ്വഭാവങ്ങളായ പൊക്കക്കൂടുതൽ, പൊക്കക്കുറവ് എന്നിവ അതേപടി രണ്ടാം തലമുറയിലേക്ക് വ്യാപരിക്കുകയും ഒരിക്കൽപ്പോലും രണ്ടു സ്വഭാവങ്ങളും കൂടിക്കലർന്ന് രണ്ടിനും മധ്യേയുള്ള ഒരു സ്വഭാവം പ്രകടമാക്കിയിരുന്നുമില്ല. (ചിത്രം 5.3)

മുകളിലത്തെ പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് സമാനമായി മറ്റു ജോഡി സ്വഭാവങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള പഠനവും അദ്ദേഹം നടത്തുകയും അതേ ഫലം കിട്ടുകയും ചെയ്തു. F_1 തലമുറയിൽ മാതൃപിതൃസസ്യങ്ങളിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നിന്റെ സ്വഭാവം പ്രകടമാക്കുകയും F_2 തലമുറയിൽ രണ്ടുഗുണങ്ങളും കൂടിക്കലരാതെ 3:1 എന്ന അനുപാതത്തിൽ പ്രകടമാ



ചിത്രം 5.3 ഏകസ്വഭാവ സങ്കരണത്തിന്റെ ചിത്രീകരണം

ക്കുകയും ചെയ്യുമെന്ന നിഗമനത്തിൽ അദ്ദേഹം എത്തിച്ചേർന്നു.

മെൻഡൽ തന്റെ നിരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മാതൃപിതൃസസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് സ്വഭാവവിശേഷങ്ങൾ അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് വ്യാപരിക്കുന്നത് ബീജകോശ (gametes) ങ്ങൾ വഴിയാണെന്ന നിഗമനത്തിലെത്തിച്ചേർന്നു. ഓരോ സ്വഭാവത്തിനും കാരണമാവുന്നവയെ അദ്ദേഹം 'ഘടകങ്ങൾ' (Factors) എന്നു വിളിച്ചു. പിന്നീട് ഇവ ജീൻ എന്നറിയപ്പെട്ടു. **ജീനുകളാണ്** പാരമ്പര്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനഘടകം. ഒരു ജീനിൽ അത് പ്രകടിപ്പിക്കേണ്ട സ്വഭാവങ്ങളുടെ വിവരങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അതായത് ജീനുകളിൽ ഒരു ജോഡി വിപരീതഗുണങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ വിവരങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഒരു ജീനിന്റെ വ്യത്യസ്ത രൂപങ്ങളാണ് **അലീലുകൾ.**

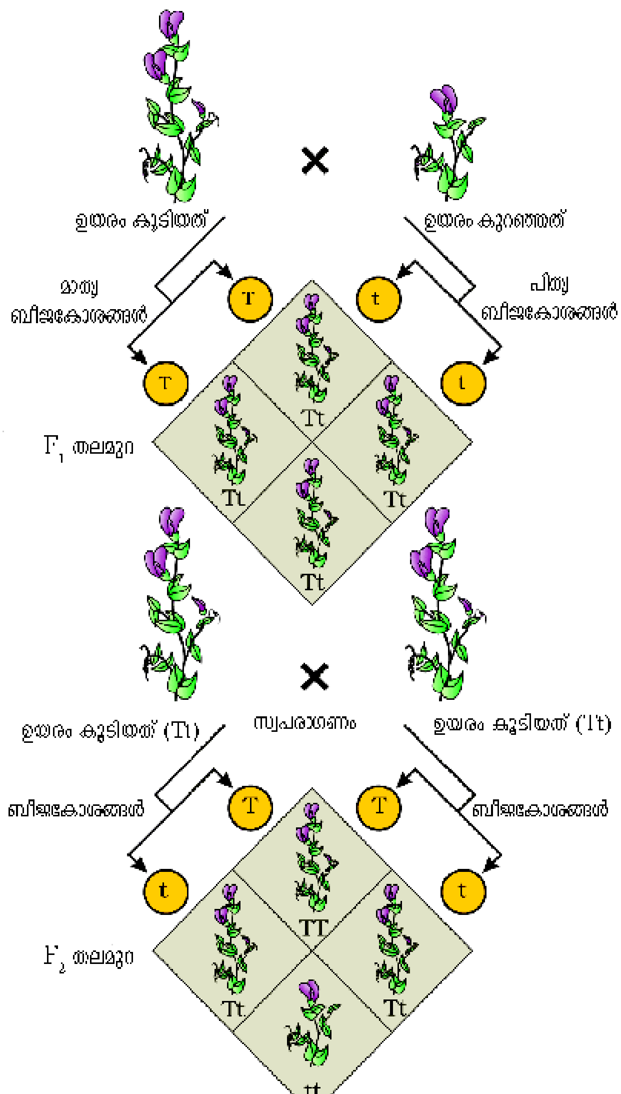
ജീനുകളെ അക്ഷരമാലയിലെ അക്ഷരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കുമ്പോൾ F_1 തലമുറയിലെ പ്രകടസ്വഭാവം ഇംഗ്ലീഷിലെ വലിയ അക്ഷരം (Capital Letter) കൊണ്ടും രണ്ടാമത്തെ ഘടകം ചെറിയ അക്ഷരം കൊണ്ടും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഉയരം കൂടിയത് **'T'** എന്നും ഉയരം കുറഞ്ഞത് **'t'** ഉപയോഗിച്ചും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇവിടെ **'T'** യും **'t'** യും ഒരു ജീനിന്റെ വിവിധ രൂപ (Allele) ങ്ങളാണ്. അതായത് സസ്യങ്ങളിൽ ഉയരത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ജീനുകൾ **TT, Tt, tt** എന്നിവയാണ്. വർഗസങ്കരണത്തിന് തിരഞ്ഞെടുക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ തലമുറകളായി ശുദ്ധമാണെങ്കിൽ (ഉദാഹരണത്തിന് ഉയരം കൂടിയതും ഉയരം കുറഞ്ഞതുമായ പയർച്ചെടികൾ) പൊക്കം സൂചിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകൾ **സമജോഡികൾ (Homozygous)** ആയിരിക്കും. ഉദാ: TT അല്ലെങ്കിൽ **tt** . ഇവിടെ TT യും **tt** യും **ജനിതക രൂപങ്ങളാണ്** (Genotype). എന്നാൽ അവയുടെ **പ്രകടരൂപം (Phentoype)** ഉയരക്കൂടുതലും ഉയരക്കുറവുമാണ്. അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ ജനിതകരൂപം **Tt** യുടെ പ്രകടരൂപം എന്തായിരിക്കും?

മെൻഡലിന്റെ പരീക്ഷണത്തിൽ F_1 തലമുറയിലെ **Tt** യുടെ പ്രകടരൂപം മാതൃപിതൃ സസ്യങ്ങളിൽ ഒന്നായ **TT** യുടെ രൂപത്തിന് സമാനമായിരുന്നു. രണ്ടു വിപരീത ഗുണങ്ങൾ തമ്മിൽ കൂടിച്ചേരുമ്പോൾ ഒരു ഗുണം പ്രകടമാവുകയും മറ്റേത് ഗോപ്യമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും. പ്രകടമാവുന്ന സ്വഭാവത്തെ **പ്രകടഗുണം (Dominant trait)** എന്നും ഗോപ്യമായിരിക്കുന്ന സ്വഭാവത്തെ **ഗുപ്തഗുണം (Recessive trait)** എന്നും പറയുന്നു. ഇവിടെ **T** (ഉയരക്കൂടുതൽ) പ്രകടഗുണത്തേയും **t** (ഉയരക്കുറവ്) ഗുപ്തഗുണത്തേയും സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളാണ്. പഠനവിധേയമാക്കിയ മറ്റ് വിപരീതഗുണജോഡികളിലും സമാനമായ രീതിയാണ് മെൻഡൽ കണ്ടെത്തിയത്.

അനുയോജ്യവും യുക്തിപരവുമായി അക്ഷരമാലയിലെ വലിയ അക്ഷരങ്ങൾ കൊണ്ടുവേണം പ്രകടഗുണങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കേണ്ടത്. അതുപോലെ ചെറിയ അക്ഷരങ്ങൾ കൊണ്ട് ഗുപ്തഗുണത്തെയും സൂചിപ്പിക്കാം. (ഒരിക്കലും Tall എന്നതിനുവേണ്ടി

T യും dwarf എന്നതിനു വേണ്ടി **d** യും ഉപയോഗിക്കരുത്). കാരണം **T** യും **d** യും ഒരു ജീനിന്റെ വിവിധ അലീലുകളാണെന്ന് ഓർത്തിരിക്കാൻ പ്രയാസമായിരിക്കും. സമജോഡി സ്വഭാവങ്ങളിൽ ജീനിന്റെ രണ്ടു രൂപങ്ങളും (അലീലുകൾ) ഒരു പോലെയായിരിക്കും. ഉദാ:- TT യും **tt** യും. എന്നാൽ വിപരീതജോഡി (Heterozygous) സ്വഭാവങ്ങളിൽ ഇവ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ഉദാ: **Tt** സസ്യം രണ്ടു വിപരീതജോഡി ജീനുകളുള്ളതും ഉയരക്കൂടുതൽ എന്ന ഗുണത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതുമാണ്. ഇതിനെ **ഏക സങ്കരയിനമെന്നും (Monohybrid)** TT യും **tt** യും തമ്മിലുള്ള സങ്കരണത്തെ **ഏകസ്വഭാവ സങ്കരണം (Monohybrid cross)** എന്നും പറയുന്നു.

F_2 തലമുറയിൽ വ്യത്യസ്ത ഗുണങ്ങൾ കൂടിക്കലരാതെ ഗുപ്തഗുണം പ്രകടമാവുന്നു. ഇത് സാധ്യമായതെങ്ങനെ എന്ന് വിവരിക്കാം. ഉയരം കൂടിയ ചെടിയും ഉയരം കുറഞ്ഞ ചെടിയും ഊനഭംഗത്തിലൂടെ (Meiosis) ബീജകോശങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഒരു സ്വഭാവത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന രണ്ടു ജീൻരൂപങ്ങൾ (അലീലുകൾ) വേർപിരിയുകയും ഓരോന്നു വീതം ഓരോ ബീജകോശത്തിലേക്ക് വ്യാപരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അലീലുകൾ വേർപിരിയുന്നത് ക്രമരഹിതമായാണ്. അതുകൊണ്ട് ഒരു ബീജകോശത്തിൽ ഒരു ജീനിന്റെ വകഭേദം ഉണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യത 50% മാത്രമാണ്. ഈ രീതിയിൽ പറയുമ്പോൾ ഉയരം കൂടിയ TT സസ്യത്തിന്റെ ബീജകോശത്തിൽ T എന്ന ജീനിന്റെ അലീലും ഉയരം കുറഞ്ഞ **tt** സസ്യത്തിന്റെ ബീജകോശത്തിൽ t എന്ന ജീനിന്റെ അലീലും ഉണ്ടായിരിക്കും. ബീജസങ്കലനസമയത്ത് രണ്ടു വകഭേദങ്ങളും (അതായത് T അലീൽ പൂമ്പൊടി വഴിയും **t** അലീൽ അണ്ഡം വഴിയും) കൂടിക്കലരുകയും Tt എന്ന ജീൻ അടങ്ങിയ സിക്താണ്ഡം ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. അതായത് ഉണ്ടാകുന്ന സങ്കരസന്തതിയുടെ (Hybrid) ജീൻ Tt ആയിരിക്കും. ഇങ്ങനെ രണ്ടു വിപരീതഗുണങ്ങളുടെയും അലീലുകൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ അതിനെ **വിപരീതജോഡി (Heterozygous)** എന്നുപറയുന്നു. F_1 തലമുറയിലെയും F_2 തലമുറയിലെയും സസ്യങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനം താഴെക്കാണുന്ന **പന്നറ്റ് സമചതുരത്തിൽ (Punnet Square)** കൂടി നമുക്ക് വ്യക്തമാകും. (ചിത്രം 5.4)



പ്രകടരൂപ അനുപാതം : ഉയരം കൂടിയത് : ഉയരം കുറഞ്ഞത്
3 : 1

ജനിതകരൂപ അനുപാതം : TT : Tt : tt
1 : 2 : 1

ചിത്രം 5. 4 ചിത്രം നിരീക്ഷിച്ച് ജനിതകരൂപവും പ്രകടരൂപവും തിരിച്ചറിയുക. ഏകസ്വഭാവ സങ്കരണത്തിന്റെ അനുപാതം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കൂ.

പന്നറ്റ് സമചതുരം ഒരു ഗ്രാഫിക സൂചികയാണ്. ഇത് വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത് റെഗിനാൾഡ് സി. പന്നറ്റ് എന്ന ജനിതക ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. ഈ പട്ടികയിലൂടെ ഒരു സങ്കരണത്തിന്റെ ഫലമായി സന്താനങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന ഏകദേശം ജനിതകരൂപങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. സാധ്യമായ ലിംഗകോശങ്ങളെ ഒരു സമചതുരത്തിന്റെ രണ്ടു വശങ്ങളിൽ എഴുതുന്നു. സാധാരണ മുകളിലത്തെ വശത്തും ഇടതുവശത്തുമായാണ് എഴുതാറുള്ളത്. അവ തമ്മിലുള്ള ജോഡികൾ ഓരോ കോളത്തിലും എഴുതുന്നു.

പന്നറ്റ് സമചതുരത്തിൽ ഒരു സസ്യം **TT** (ആൺ) ആയും മറ്റേ സസ്യം tt (പെൺ) ആയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇവയുടെ സങ്കരണത്തിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന F_1 തലമുറയുടെ ജനിതകരൂപം **Tt** ആണ്. F_1 തലമുറയിൽ സ്വപരാഗണം നടത്തുന്നു. ഇവിടെ പുംബീജത്തിന് '♂' അടയാളവും അണ്ഡത്തിന് '♀' അടയാളവും ഉപയോഗിക്കുന്നു. F_1 തലമുറയെ സ്വപരാഗണം നടത്തിയപ്പോൾ കിട്ടിയ ബീജകോശങ്ങൾ രണ്ടുതരത്തിലുള്ളതായിരുന്നു. പൂമ്പൊടി **T** അലീൽ ഉള്ളതും അണ്ഡം **t** അലീൽ ഉള്ളതും. ഇവ തമ്മിൽ ബീജസങ്കലനം നടക്കാനുള്ള സാധ്യത 50% ആണ്. അതുമല്ലെങ്കിൽ പൂമ്പൊടി **t** അലീൽ ഉള്ളതും അണ്ഡം **T** അലീൽ ഉള്ളതും. ഇവ തമ്മിലും ബീജസങ്കലനം നടക്കാനുള്ള സാധ്യത 50% ആണ്. ഇങ്ങനെ ഉണ്ടാകുന്ന സിക്താണ്ഡത്തിന്റെ ജനിതകരൂപം **TT, Tt** അല്ലെങ്കിൽ **tt** ആയിരിക്കും.

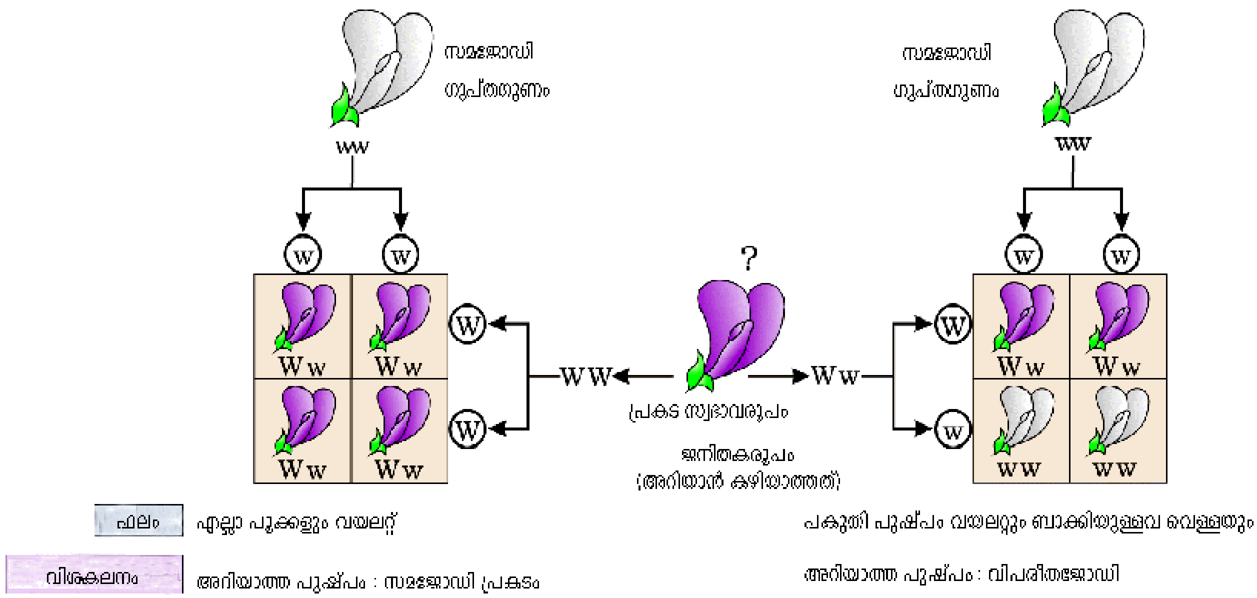
ക്രമരഹിതവും സാധാരണവുമായ ഒരു ബീജസങ്കലനത്തിലൂടെ 1/4 ഭാഗം ജീനുകൾ **TT** ഉം 1/2 ഭാഗം ജീനുകൾ **Tt** യും 1/4 ഭാഗം ജീനുകൾ **tt** യും ആണെന്ന് പന്നറ്റ് സമചതുരത്തിലൂടെ വ്യക്തമാവുന്നുണ്ട്. F_1 തലമുറയിലെ ജനിതകരൂപം Tt യും അതിന്റെ പ്രകടരൂപം ഉയരക്കൂടുതലുമാണ്. F_2 തലമുറയിൽ ഏകദേശം 3/4 ഭാഗം ഉയരം കൂടിയവയാണ്. ഇവയിൽ ചിലത് **TT** യും മറ്റുള്ളവ **Tt** യും ആണ്. ഇവയുടെ ബാഹ്യരൂപം കൊണ്ട് ജനിതകരൂപം കണ്ടെത്താൻ സാധ്യമല്ല. അതായത് **Tt** ജനിതകരൂപത്തിൽ **T** യുടെ സ്വഭാവം മാത്രമേ പ്രകടമാവുന്നുള്ളൂ. അതുകൊണ്ട് **T** എന്ന അലീൽ ഉയരക്കൂടുതൽ സൂചിപ്പിക്കുകയും പ്രകടസ്വഭാവം എന്നു പറയുകയും ചെയ്യുന്നു. **t** എന്ന അലീൽ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഉയരക്കുറവ് എന്ന സ്വഭാവത്തെ അപേക്ഷിച്ച് **T** എന്ന അലീൽ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഉയരക്കൂടുതൽ എന്ന സ്വഭാവം മുൻപന്തിയിൽ വരുന്നു. ഈ ഒരു ഗുണം പ്രകടമാവുന്നതു കൊണ്ട് F_1 തലമുറയിൽ എല്ലാം തന്നെ ഉയരം കൂടിയവ ആയിരിക്കും. F_2 തലമുറയിൽ 3/4 ഭാഗം ഉയരം കൂടിയ സസ്യങ്ങളും 1/4 ഭാഗം ഉയരം കുറഞ്ഞ സസ്യങ്ങളുമാണ്. അവയുടെ പ്രകടഗുണത്തിന്റെ അനുപാതത്തിൽ 3/4 ഉയരം കൂടിയത് (1/4 **TT** + 1/2 **Tt**): 1/4 ഉയരം കുറഞ്ഞത് **tt**. അതായത് 3:1 അനുപാതം. എന്നാൽ അതിന്റെ ജനിതകരൂപത്തിന്റെ അനുപാതം 1 : 2 : 1 ആണ്.

ഗണിത ശാസ്ത്രപ്രകാരം 1/4 :1/2 :1/4 എന്നത് **TT : Tt : tt** എന്ന് ചുരുക്കി എഴുതാം. ദ്വിപദവാചകമനുസരിച്ച് $(ax + by)^2$ എന്ന വാചകത്തെ താഴെ കാണുന്ന രീതിയിൽ വിശദീകരിക്കാം.

$$(1/2T + 1/2t)^2 = (1/2T + 1/2t) \times (1/2T + 1/2t) = 1/4\,TT + 1/2\,Tt + 1/4\,tt$$

F_2 തലമുറയിലുണ്ടായ സസ്യങ്ങളെ സ്വപരാഗണം നടത്തി മെൻഡൽ F_3 യും F_4 തലമുറയും ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചു. F_2 തലമുറയിലെ ഉയരം കുറഞ്ഞ സസ്യങ്ങൾ തുടർന്നുള്ള എല്ലാ തലമുറകളിലും ഉയരം കുറഞ്ഞ സസ്യങ്ങളെ തന്നെ ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചു. അങ്ങനെ ഉയരക്കുറവ് എന്നതിന്റെ ജനിതക രൂപം **tt** ആണെന്ന നിഗമനത്തിലെത്തി. F_2 തലമുറയിലെ ഉയരം കൂടിയ സസ്യങ്ങൾ സ്വപരാഗണം നടത്തിയാൽ അതിന്റെ ഫലം എന്തായിരിക്കുമെന്ന് ചിന്തിക്കൂ.

മുൻ ഖണ്ഡികയിൽ ഇതിനെപ്പറ്റി വിശദീകരിച്ചതു പോലെ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലെ സാധ്യതകൾ ഉപയോഗിച്ച് ജനിതകരൂപങ്ങളുടെ തോത് കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുമെങ്കിലും പ്രകടരൂപത്തിൽ നിന്നും അതിന്റെ ജനിതകരൂപത്തിന്റെ ഘടന നിർണയിക്കാൻ കഴിയില്ല. ഉദാഹരണമായി F_1 തലമുറയിലും F_2 തലമുറയിലും പൊക്കം കൂടുതൽ നിർണയിക്കുന്നത് **TT** അഥവാ **Tt** എന്നിവയിൽ ഏത് ജനിതകരൂപമെന്ന് പ്രവചിക്കാൻ നമുക്ക് സാധ്യമല്ല. ഒരു F_2 തലമുറയിലെ സസ്യത്തിന്റെ ജനിതകരൂപം മനസ്സിലാക്കണമെങ്കിൽ ആ സസ്യത്തെ അതിന്റെ ഗുപ്തഗുണമുള്ള സസ്യം കൊണ്ട് സങ്കരണം നടത്തിയാൽ മതി. ഇതിനെ **ശോധക സങ്കരണം (Test cross)** എന്നുപറയുന്നു. ഇതിലൂടെ സസ്യത്തിന്റെ യഥാർഥ ജനിതകരൂപം നിർണയിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.



ചിത്രം 5.5 വയലറ്റ് നിറമുള്ള പൂവും വെളുത്ത നിറമുള്ള പൂവും തമ്മിലുള്ള ശോധക സങ്കരണം കാണിക്കുന്ന ചിത്രം

ചിത്രം 5.5 ൽ പ്രകടഗുണമുള്ള വയലറ്റ് പൂവും (W) ഗുപ്തഗുണമുള്ള വെളുത്തപൂവും (w) തമ്മിലുള്ള സവിശേഷ ശോധക സങ്കരണം കാണിക്കുന്നു.

പന്നറ്റ് സമചതുരം ഉപയോഗിച്ച് ശോധക സങ്കരണത്തിലൂടെയുണ്ടാകുന്ന സന്താനങ്ങളുടെ സ്വഭാവം കണ്ടുപിടിക്കുക.

ജനിതകരൂപം ഉപയോഗിച്ച് ശോധക സങ്കരണത്തിന് ഒരു പൊതുവായ നിർവചനം കണ്ടുപിടിക്കുകയും പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുക.

മുകളിൽ പറഞ്ഞ നിരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും മെൻഡൽ ഏകസ്വഭാവ സങ്കരണത്തിൽ പാരമ്പര്യ വ്യതിയാനത്തെപ്പറ്റി മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുന്ന മൂന്നു നിയമങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചു. ഇവ **പാരമ്പര്യസ്വഭാവ നിയമങ്ങൾ** എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെട്ടു. ആദ്യത്തേതിനെ **പ്രകടസ്വഭാവ നിയമം** എന്നും രണ്ടാമത്തേതിനെ **വിവേചന നിയമം** എന്നും മൂന്നാമത്തേതിനെ **സ്വതന്ത്ര അപവ്യൂഹന നിയമം** എന്നും പറയുന്നു.

5.2.1 പ്രകടസ്വഭാവ നിയമം (Law of Dominance)

i) സ്വഭാവങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന വ്യക്തമായ ഏകകങ്ങളാണ് **ഘടകങ്ങൾ** (factors).

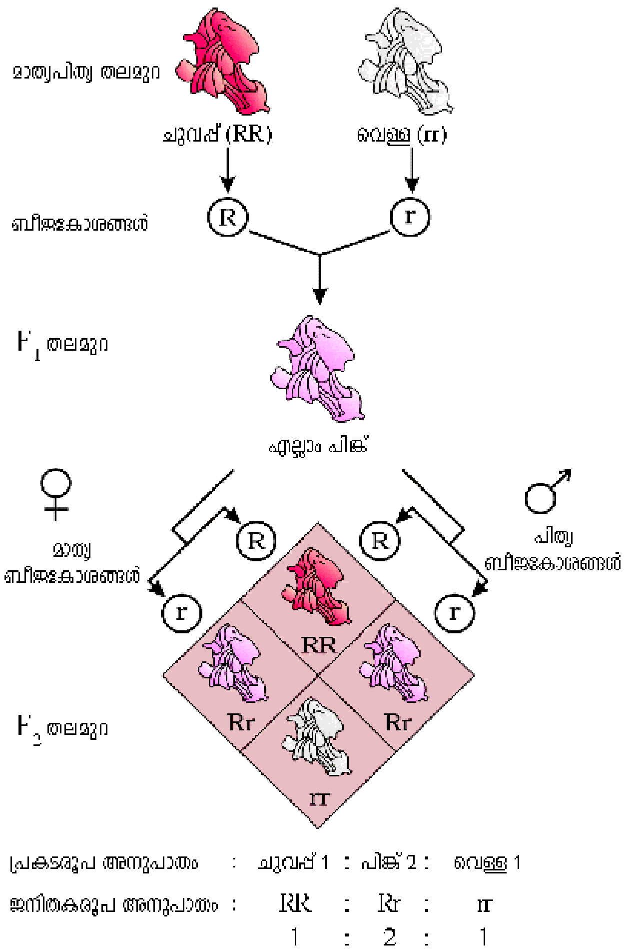
(ii) ഘടകങ്ങൾ ജോഡികളായി കാണുന്നു.

(iii) സാമ്യതയില്ലാത്ത ഒരു ജോഡി ഘടകങ്ങളിൽ ഒന്ന് പ്രകടഗുണത്തെയും മറ്റേത് ഗുപ്തഗുണത്തെയും പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു.

ഒരു ജോഡി വിപരീതഗുണങ്ങൾ തമ്മിൽ സങ്കരണം നടത്തുമ്പോൾ ഒരു ഗുണം മാത്രം F_1 തലമുറയിൽ പ്രകടമാവുകയും F_2 തലമുറയിൽ രണ്ടു ഗുണങ്ങളും പ്രകടമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. F_2 തലമുറയിലെ അനുപാതം 3 : 1 ആയിരിക്കുമെന്നും പ്രകടസ്വഭാവ നിയമത്തിലൂടെ വിശദീകരിക്കാം.

5.2.2 വിവേചന നിയമം (Law of Segregation)

ഒരു ജോഡി വിപരീതഗുണങ്ങൾ തമ്മിൽ സങ്കരണം നടത്തുമ്പോൾ അതിലെ ഘടകങ്ങൾ ഒരിക്കലും കൂടിക്കലരുന്നില്ല. ഇതിൽ F_1 തലമുറയിൽ പ്രകടമാവാത്ത സ്വഭാവം



ചിത്രം 5.6 സ്നാപ് ഡ്രാഗണിലെ ഏകസ്വഭാവ സങ്കരണത്തിന്റെ ഫലം. ഒരു അലീൽ മറ്റൊന്നിനു മേൽ ഭാഗികപ്രകടത കാണിക്കും.

പോലും F_2 തലമുറയിൽ ദൃശ്യമാവുന്നു. ബീജകോശങ്ങളുണ്ടാകുമ്പോൾ മാതൃപിതൃസസ്യങ്ങളിലെ രണ്ട് അലീൽ ഘടകങ്ങളും രണ്ടായി വേർപിരിയുകയും ഓരോന്നും ഓരോ ബീജകോശങ്ങളിൽ എത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതാണ് വിവേചന നിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം. ഒരു സമജോഡി സസ്യം (Homozygous plant) ഒരേപോലെയുള്ള ബീജകോശങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഒരു വിപരീതജോഡി സസ്യം (Heterozygous plant) രണ്ട് തരത്തിലുള്ള ബീജകോശങ്ങൾ തുല്യ അനുപാതത്തിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

5.2.2.1 അപൂർണ്ണ പ്രകടസ്വഭാവം (Incomplete dominance)

പയർച്ചെടിയിൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ മറ്റു സസ്യങ്ങളിൽ വിവിധ സ്വഭാവങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ആവർത്തിക്കപ്പെട്ടു. ഇതിൽ വ്യക്തമായ കാര്യം ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ F_1 തലമുറയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന സസ്യങ്ങൾ ഒന്നും തന്നെ മാതൃപിതൃ സസ്യങ്ങളുടെ പ്രകടസ്വഭാവങ്ങൾ കാണിക്കുന്നില്ല, പകരം രണ്ടു സസ്യങ്ങളുടെയും സ്വഭാവങ്ങളുടെ മധ്യത്തിലുള്ള ഒരു സ്വഭാവമാണ് F_1 തലമുറയിൽ പ്രകടമാകുന്നത്. ഉദാഹരണമായി ഡോഗ് ഫ്ളവർ (Snapdragon or *Antirrhinum sp.*). ഇതിലെ വർഗസങ്കരണം അപൂർണ്ണ പ്രകടസ്വഭാവം മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് ഒരു നല്ല ഉദാഹരണമാണ്. ഇതിന്റെ ശുദ്ധവർഗത്തിൽപ്പെട്ട ചുവന്ന പൂക്കളുള്ള **(RR)** സസ്യങ്ങളും ശുദ്ധവർഗവർഗത്തിൽപ്പെട്ട വെളുത്തപൂക്കളുള്ള **(rr)** സസ്യങ്ങളും തമ്മിൽ സങ്കരണം നടത്തിയപ്പോൾ F_1 തലമുറയിൽ ഉണ്ടായത് പിങ്ക് പൂക്കളുള്ള **(Rr)** സസ്യങ്ങളാണ്. F_1 തലമുറയെ സ്വപരാഗണത്തിനുവിധേയമാക്കി ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ച F_2 തലമുറയിൽ ഉണ്ടായ സസ്യങ്ങളുടെ അനുപാതം 1**RR** (ചുവപ്പ്) : 2**Rr** (പിങ്ക്) 1**rr** (വെളുപ്പ്) ആണ്. ഇവിടെ ജനിതകരൂപത്തിന്റെ അനുപാതം മെൻഡലിന്റെ ഏകസങ്കരാനുപാതത്തിനു തുല്യമാണ്. പക്ഷേ, അതിന്റെ പ്രകടഗുണത്തിന്റെ അനുപാതം 3:1 ൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമാണ്. ഇതിന്റെ കാരണം **R** ന് മുകളിൽ **r** ന് പൂർണപ്രകടശേഷി പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിയാത്തതിനാലാണ്. അതുകൊണ്ട് **RR** (ചുവപ്പ്), **Rr** (പിങ്ക്), **rr** (വെള്ള) ഇവയെ പ്രകടസ്വഭാവത്തിൽ നിന്നു തന്നെ തിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കും.

പ്രകടസ്വഭാവം: കൂടുതൽ വിശദീകരണങ്ങൾ

പ്രകടസ്വഭാവം എന്നാൽ എന്താണ്? എന്തുകൊണ്ടാണ് വിവിധ അലീലുകൾക്ക് പ്രകടഗുണവും ഗുപ്തഗുണവും ഉണ്ടാകുന്നത്? ഇത്തരം ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കിട്ടണമെങ്കിൽ തീർച്ചയായും ജീൻ എന്താണെന്ന് മനസ്സിലാകണം. ഓരോ ജീനും ഒരു സ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ വിവരങ്ങൾ വഹിക്കുന്നു. ഒരു ദ്വിപ്ലോയിഡ് ജീവിയിൽ ഒരു ജീനിന് രണ്ട് പകർപ്പ് ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇവയാണ് അലീലുകൾ. വിപരീതജോഡി (heterozygote) കളിൽ ഈ രണ്ടു അലീലുകൾ ഒരു പോലെയായിരിക്കില്ല. ഒന്ന് മറ്റേതിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ഈ

അലീലുകൾ നിയന്ത്രിക്കുന്ന വിവരങ്ങൾക്കും മാറ്റങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നു.

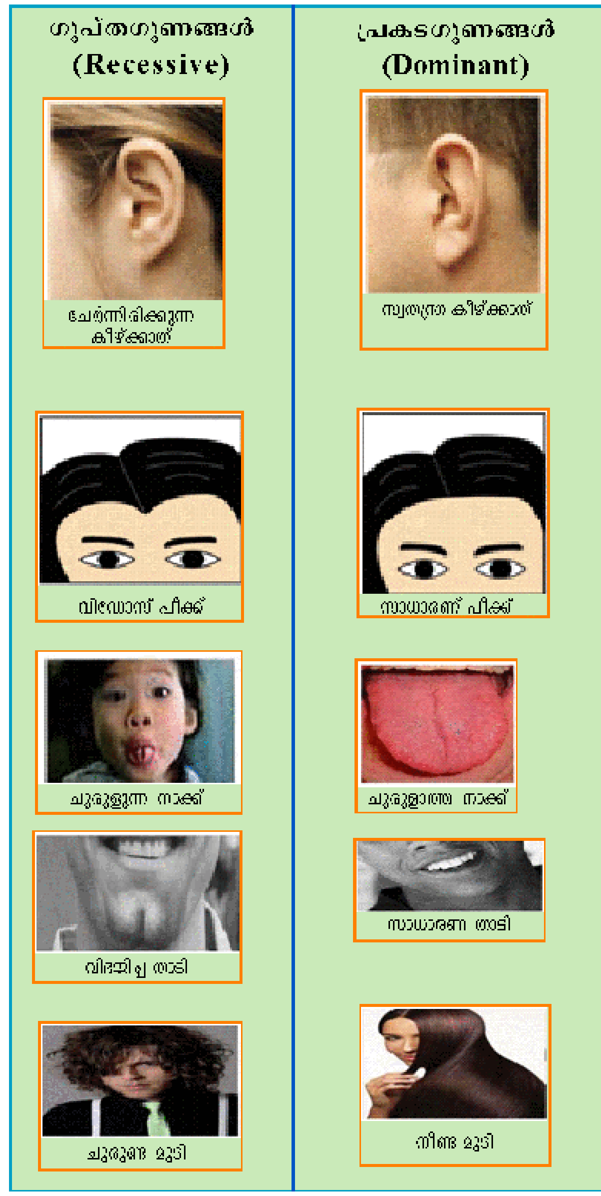
ഉദാഹരണമായി ഒരു ജീൻ ഒരു രാസാഗ്നി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ വിവരങ്ങൾ വഹിക്കുന്നുവെന്ന് വിചാരിക്കുക. ഇവിടെ ഒരു ജീനിന് രണ്ട് അലീലുകളുണ്ട്. ഇവയിലെ ശരിയായ അലീൽ (Normal allele) പൊതുവെ ശരിയായ രാസാഗ്നി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും അതിന് അഭികാരകത്തിൽ (S) (Substrate) രൂപമാറ്റം വരുത്താൻ കഴിയുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ സൈദ്ധാന്തികമായി പറഞ്ഞാൽ മാറ്റംവരുത്തിയ അലീൽ (Modified allele) താഴെ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന അവസ്ഥയ്ക്ക് നിദാനമാകാം.

(1) സാധാരണ ശേഷിയുള്ള അഥവാ കുറച്ചുമാത്രം ശേഷിയുള്ള രാസാഗ്നി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ

(2) സക്രിയമല്ലാത്ത രാസാഗ്നി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ

(3) ഒരു രാസാഗ്നിയും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നില്ല.

ആദ്യത്തേതിൽ, വ്യത്യാസം വരുത്തിയ അലീൽ വ്യത്യാസം വരുത്താത്ത അലീലിനെ പോലെയാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. അതായത്, അഭികാരകത്തിൽ (S) മാറ്റം വരുത്തുക എന്ന പ്രകടസ്വഭാവം മാറുന്നില്ല. ഇത്തരത്തിൽ തുല്യമായി പെരുമാറുന്ന അലീൽ ജോഡികൾ സർവസാധാരണമാണ്. പക്ഷേ വ്യത്യാസമുള്ള അലീൽ പ്രവർത്തനശേഷി ഇല്ലാത്ത രാസാഗ്നി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ രാസാഗ്നികളെ ഒന്നും തന്നെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാതിരിക്കുകയോ ചെയ്താൽ അത് പ്രകടസ്വഭാവത്തെ ബാധിക്കാൻ ഇടയാകുന്നു. ഒരു പ്രകടസ്വഭാവം അതിന്റെ ശരിയായ അലീലിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നർഥം. ഇങ്ങനെ പ്രവർത്തനക്ഷമമായ അലീൽ പ്രകടസ്വഭാവത്തെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു (Dominant allele), വ്യത്യാസമുള്ള അലീൽ ഗുപ്തഗുണത്തെയും പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു (Recessive allele).



ചിത്രം 5.6 (h) മനുഷ്യരിലെ ചില മെൻഡലിയൻ സ്വഭാവങ്ങൾ

5.2.2.2 സഹപ്രകടത (Co- dominance)

F_1 തലമുറയിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന സന്തതികൾ മാതൃജീവിയോട് അല്ലെങ്കിൽ പിതൃജീവിയോട് സാമ്യതയുള്ളതോ (പ്രകടസ്വഭാവം) അല്ലെങ്കിൽ ഇടയിലുള്ള സ്വഭാവം (അപൂർണ്ണ പ്രകടസ്വഭാവം) പ്രകടിപ്പിക്കുന്നവയോ ആയിരിക്കുമെന്നാണ് ഇതുവരെ നമ്മൾ കണ്ടത്. എന്നാൽ സഹപ്രകടതയിൽ F_1 തലമുറയിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സന്തതികൾ മാതൃപിതൃ ജീവികളോട് സാമ്യം കാണിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി വിവിധ ചുവന്ന രക്താണുക്കൾ വഴി മനുഷ്യരിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ABO രക്തഗ്രൂപ്പ്. ABO രക്തഗ്രൂപ്പ് നിയ

ന്ത്രിക്കുന്നത് ജീൻ I ആണ്. ചുവന്ന രക്താണുക്കളുടെ പ്ലാസ്മാസ്തരത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ പഞ്ചസാര പോളിമറുകൾ ഉണ്ട്. ഈ പഞ്ചസാരയുടെ തരം തീരുമാനിക്കുന്നതും ജീൻ I ആണ്. ജീൻ I ന് മൂന്ന് അലീലുകൾ ഉണ്ട്. I^A, I^B, i എന്നിവ. നേരിയ വ്യത്യാസമുള്ള പഞ്ചസാരതന്മാത്രകളെയാണ് I^A, I^B, ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. എന്നാൽ ജീൻ i പഞ്ചസാര ഒന്നും തന്നെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നില്ല. മനുഷ്യൻ ഒരു ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് ജീവിയാണ്. അതിനാൽ ഓരോ മനുഷ്യനും ഈ മൂന്നു അലീലുകളിൽ ഏതെങ്കിലും രണ്ടെണ്ണം വീതം വഹിക്കുന്നു. I^A യും, I^B യും പൂർണമായും പ്രകടസ്വഭാവമുള്ളവയും i ഗുപ്തസ്വഭാവമുള്ളതുമാണ്. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ I^A യും, i യും കൂടിച്ചേരുമ്പോൾ I^A മാത്രം പ്രകടമാവുന്നു. കാരണം അലീൽ i പഞ്ചസാര ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നില്ല. അതുപോലെ I^B യും i യും കൂടിച്ചേരുമ്പോൾ I^B യുടെ ഗുണം മാത്രം പ്രകടമാവുന്നു. പക്ഷേ, I^A യും, I^B യും കൂടിച്ചേരുമ്പോൾ രണ്ടു അലീലുകളും പ്രത്യേകം പഞ്ചസാര ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് സഹപ്രകടത എന്ന പ്രതിഭാസം കൊണ്ടാണ്. ചുവന്ന രക്താണുക്കളിൽ A, B എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു തരത്തിലുള്ള പഞ്ചസാര പോളിമറുകൾ ഉണ്ട്. മൂന്നു തരത്തിലുള്ള അലീലുകൾ കൊണ്ട് ആറ് വ്യത്യസ്ത സംയോജനങ്ങൾ സാധ്യമാവുന്നു. അങ്ങനെ ആകെ ആറ് വിവിധ ജനിതകരൂപങ്ങൾ മനുഷ്യനിലെ ABO

പട്ടിക 5.2 : **മനുഷ്യരിലെ രക്തഗ്രൂപ്പുകളുടെ ജനിതക അടിസ്ഥാനം കാണിക്കുന്ന പട്ടിക**

പിതാവിന്റെ അലീൽ	മാതാവിന്റെ അലീൽ	കുഞ്ഞിന്റെ ജനിതകരൂപം	കുഞ്ഞിന്റെ രക്തഗ്രൂപ്പ്
I^A	I^A	$I^A I^A$	A
I^A	I^B	$I^A I^B$	AB
I^A	i	$I^A i$	A
I^B	I^A	$I^A I^B$	AB
I^B	I^B	$I^B I^B$	B
I^B	i	$I^B i$	B
i	i	$i\, i$	O

രക്തഗ്രൂപ്പിലുണ്ട്. ഇതിൽ നിന്നും ആകെ എത്ര പ്രകടരൂപങ്ങൾ സാധ്യമാവുമെന്ന് പറയാമോ?

അലീലിക ആവൃത്തിക്ക് (Multiple allele) ഉദാഹരണമാണ് ABO രക്തഗ്രൂപ്പിന്റെ ജനിതകസ്വഭാവം. ഇവിടെ ഒരു ജീനിന്റെ രണ്ടിലധികം രൂപഭേദങ്ങൾ നമുക്ക് കാണാൻ കഴിയുന്നു. അതായത് മൂന്ന് അലീലുകൾ ഒരു സ്വഭാവത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. ഒരു ജീവിയിൽ സാധാരണ ഒരു ജീനിന്റെ രണ്ട് അലീലുകൾ ഉണ്ട്. ഈ അലീലിക ആവൃത്തി തിരിച്ചറിയുന്നതിന് ജനസംഖ്യപഠനങ്ങൾ അനിവാര്യമാണ്.

ചിലപ്പോഴൊക്കെ ഒരു ജീനിന് അതിന്റെ ഉൽപ്പന്നം കൊണ്ട് ഒന്നിലധികം സ്വഭാവങ്ങൾ പ്രകടമാക്കാൻ കഴിയുന്നു. ഉദാഹരണമായി പയർ വിത്തിലെ അന്നജ ഉൽപ്പാദനം ഒരു ജീനാണ് നിയന്ത്രിക്കുന്നത്. ഇതിന് രണ്ട് അലീലുകൾ ഉണ്ട്. **B** ആയും **b** യും. രണ്ട് അലീലും ഒരുപോലെയാണെങ്കിൽ **(BB)** ആ സമജോഡി (Homozygote) കൂടുതൽ പ്രയോജനക്ഷമമായി അന്നജം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. തന്മൂലം അന്നജത്തിന്റെ വലിയ തരികൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിന് വിപരീതമായി അലീലുകൾ **bb** ആണെങ്കിൽ കുറഞ്ഞ അളവിലാണ് അന്നജം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത്. ഈ കാരണത്താൽ അന്നജ

ത്തിന്റെ ചെറിയ തരികൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വിത്തുകൾ പാകമാകുമ്പോൾ, **BB** വിത്തുകൾ ഉരുണ്ടതും **bb** വിത്തുകൾ ചുളുങ്ങിയതും ആയിരിക്കും. **Bb** (വിപരീത ജോഡി) അലീലുകൾ ഉരുണ്ട വിത്തുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ **B** ആണ് പ്രകടഅലീൽ എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. പക്ഷേ Bb വിത്തുകളിൽ അന്നജത്തരികളുടെ വലുപ്പം ചെറുതിനും വലുതിനും ഇടയിലുള്ള വലുപ്പത്തിലായിരിക്കും. ഇവിടെ അന്നജത്തരികളുടെ വലുപ്പം എന്ന പ്രകടസ്വഭാവത്തെ കണക്കാക്കിയാൽ, അലീലുകൾ അപൂർണ്ണ പ്രകടസ്വഭാവം കാണിക്കുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

അതുകൊണ്ട് പ്രകടഗുണം (Dominance) എന്നത് ഒരു ജീനിന്റെ സ്വയംഭരണാധികാര ലക്ഷണമോ അതിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വിവരങ്ങളുടെ ഉൽപ്പന്നമോ അല്ല. പ്രകടഗുണം എന്നത് ഒരു ജീനിന്റെ ഉൽപ്പന്നത്തേയും ആ ഉൽപ്പന്നത്തിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രകടരൂപത്തേയും (Phenotype) ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഒരു ജീൻ ഒന്നിൽ കൂടുതൽ പ്രകടരൂപത്തേയും സ്വാധീനിക്കാറുണ്ട്.

5.3 രണ്ടു ജീനുകളുടെ പാരമ്പര്യപ്രേഷണം (Inheritance of two genes)

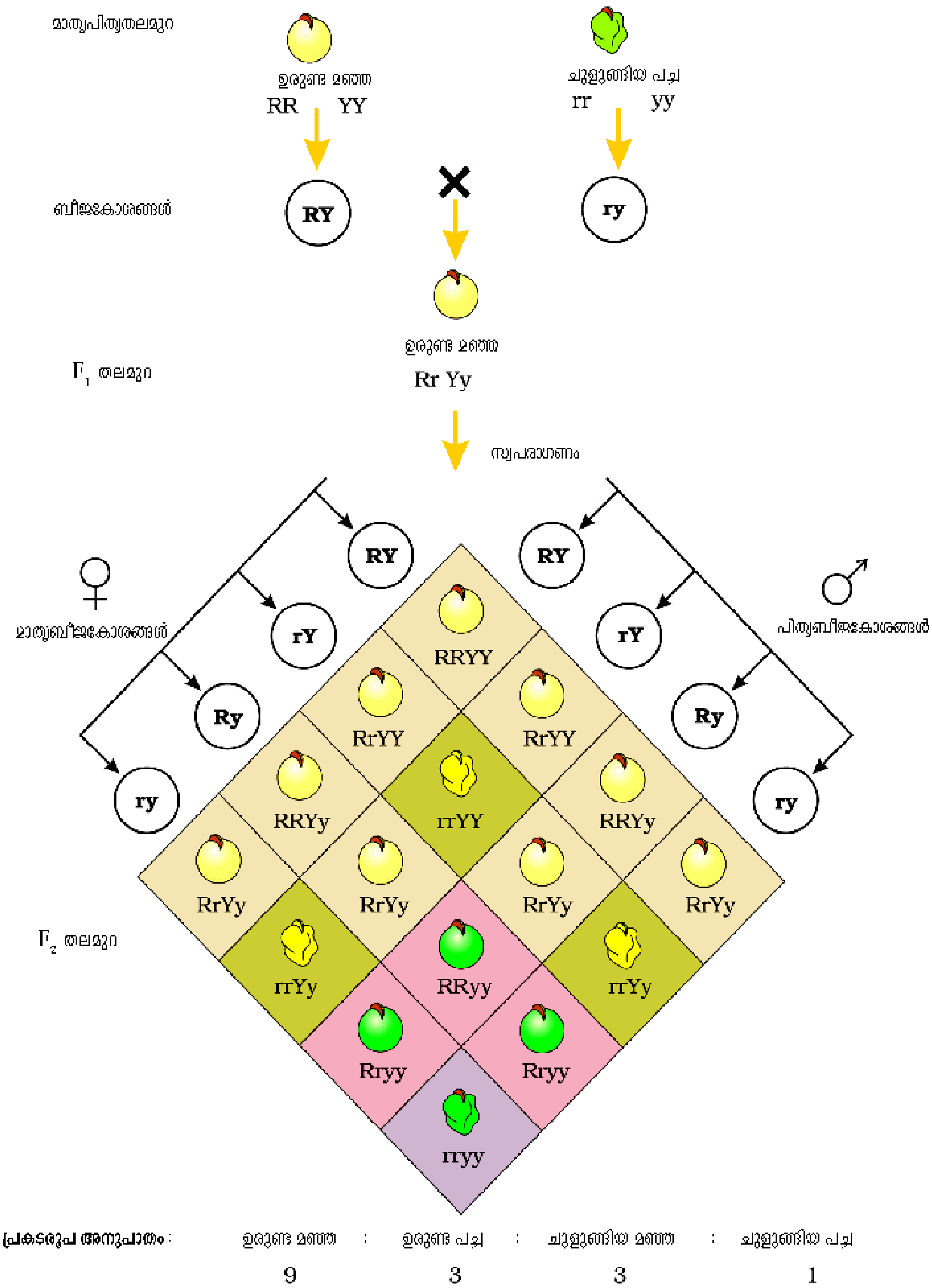
രണ്ടുജോഡി വിപരീത ഗുണങ്ങളുള്ള പയർച്ചെടികളെ തമ്മിൽ സങ്കരണം നടത്തിയും മെൻഡൽ തന്റെ പരീക്ഷണങ്ങൾ തുടർന്നു. മഞ്ഞ നിറമുള്ളതും ഉരുണ്ടതുമായ വിത്തുകളും പച്ചനിറമുള്ളതും ചുളുങ്ങിയതുമായ വിത്തുകളും ഉള്ള പയർച്ചെടികളിലാണ് അദ്ദേഹം പരീക്ഷണം നടത്തിയത്.

ചിത്രം 5.7 നിരീക്ഷിച്ച് പ്രകടരൂപ അനുപാതത്തിലേക്ക് എത്തിച്ചേർന്നതെങ്ങനെയെന്ന് ഗ്രൂപ്പ് ചർച്ചയിലൂടെ കണ്ടെത്തുക.

മേൽപ്പറഞ്ഞ സങ്കരണത്തിൽ നിന്ന് അദ്ദേഹത്തിന് ലഭിച്ചത് മഞ്ഞനിറമുള്ള ഉരുണ്ട പയർ വിത്തുകളെയാണ്. ഇതിൽ മഞ്ഞനിറം/പച്ചനിറം, ഉരുണ്ടത്/ചുളുങ്ങിയത് എന്ന ജോഡികളിൽ പ്രകടസ്വഭാവം ഏത് എന്ന് നിങ്ങൾക്ക് പറയാൻ സാധിക്കുമോ?

ഇവിടെ മഞ്ഞനിറം പച്ചനിറത്തേക്കാൾ പ്രകടമെന്നും ഉരുണ്ടത് ചുളുങ്ങിയതിനേക്കാൾ പ്രകടമെന്നും കാണാം. മഞ്ഞനിറവും പച്ചനിറവുമുള്ള വിത്തുകളുള്ള പയർച്ചെടികളെ ഉപയോഗിച്ച് ഏക സങ്കരണം നടത്തിയപ്പോഴും ഉരുണ്ടതും ചുളുങ്ങിയ വിത്തുകളുമുള്ള ചെടികളെ ഉപയോഗിച്ച് ഏകസങ്കരണം നടത്തിയപ്പോഴും ഇതേ ഫലം തന്നെയെന്നാണ് മെൻഡൽ കണ്ടെത്തിയത്.

മഞ്ഞനിറം (Yellow) എന്ന പ്രകടഗുണത്തെ **Y** എന്ന അക്ഷരവും പച്ച നിറം എന്ന ഗുപ്ത ഗുണത്തെ **y** എന്ന അക്ഷരവും ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കാം. അതുപോലെ ഉരുണ്ട (Round) വിത്തിന് **R** എന്ന അക്ഷരവും ചുളുങ്ങിയ വിത്തിന് **r** എന്ന അക്ഷരവും ഉപയോഗിക്കാം. മാതൃപിതൃസസ്യങ്ങളുടെ ജനിതകരൂപം **RRYY** യും **rryy** യും ആണ്. ഈ രണ്ടു പയർച്ചെടികളുടെയും ജനിതകരൂപങ്ങൾ ചിത്രം 5.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയുടെ ബീജകോശങ്ങളായ **RY** യും **ry** യും തമ്മിലുള്ള ബീജസങ്കലനത്തിൽ നിന്നുണ്ടായ F_1 തലമുറയിലെ സങ്കരസസ്യം (hybrid) **RrYy** ആണ്. മെൻഡൽ F_1 സസ്യത്തെ സ്വപരാഗണം വഴിയുൽപ്പാദിപ്പിച്ച രണ്ടാം (F_2) തലമുറയിൽ 3/4 ഭാഗം മഞ്ഞനിറമുള്ള വിത്തുകളും 1/4 ഭാഗം പച്ചനിറമുള്ള വിത്തുകളുമായിരുന്നു. മഞ്ഞയും, പച്ചയും നിറങ്ങൾ 3:1 എന്ന അനുപാതത്തിൽ വേർതിരിഞ്ഞു. ഉരുണ്ടതും ചുളുങ്ങിയതുമായ ആകൃതിയുള്ള വിത്തുകളുടെ അനുപാതവും 3:1 ആണ്. ഇത് ഏകസങ്കരാനുപാതത്തിന് (Monohybrid ratio) തുല്യമാണ്.



ചിത്രം 5.7 രണ്ടു വ്യത്യസ്തജോഡി വിപരീത ഗുണങ്ങളുള്ള (വിത്തിന്റെ നിറം, ആകൃതി എന്നിവ) മാതൃ പിതൃ സസ്യങ്ങളുടെ ദ്വിസ്വഭാവ സങ്കരണത്തിന്റെ ഫലം.

5.3.1 സ്വതന്ത്ര അപവ്യൂഹന നിയമം (Law of Independent Assortment)

ചിത്രം 5.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നപോലെ F_2 തലമുറയിൽ ഉരുണ്ടതും മഞ്ഞനിറമുള്ളതും, ചുളുങ്ങിയതും മഞ്ഞ നിറമുള്ളതും, ഉരുണ്ടതും പച്ചനിറമുള്ളതും, ചുളുങ്ങിയതും പച്ചനിറമുള്ളതും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം 9:3:3:1 ആണ്. ഇതിനെ ദ്വിസങ്കരാനുപാതം (Dibybrid ratio) എന്നു പറയുന്നു. ഈ അനുപാതം പല സ്വഭാവ ജോഡികൾ നിരീക്ഷിച്ചതിൽ നിന്നും മെൻഡൽ കണ്ടെത്തിയതാണ്.

9 : 3 : 3 : 1 അനുപാതം ഉരുത്തിരിഞ്ഞത് 3 മഞ്ഞ : 1 പച്ചയും 3 ഉരുണ്ടതും: 1 ചുളുങ്ങിയത് എന്ന സംയുക്ത ശ്രേണിയിൽ നിന്നാണ്. ഈ അനുപാതത്തെ താഴെ കാണുന്ന രീതിയിൽ വിശകലനം ചെയ്യാം.

(3 ഉരുണ്ടത് : 1 ചുളുങ്ങിയത്) : (3 മഞ്ഞ : 1 പച്ച) = 9 ഉരുണ്ടത് മഞ്ഞ :: 3 ചുളുങ്ങിയത് മഞ്ഞ : 3 ഉരുണ്ടത് പച്ച : 1 ചുളുങ്ങിയത് പച്ച എന്ന ദ്വിസ്വഭാവസങ്കരണത്തിലെ (Dihybrid cross) (രണ്ടുജോഡി വിപരീത ഗുണങ്ങളുടെ സങ്കരണം) നിരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മെൻഡൽ തന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമം ആവിഷ്കരിച്ചു. ഇത് സ്വതന്ത്ര അപവ്യൂഹന നിയമം എന്നു പറയുന്നു. രണ്ട് വിപരീത ജോഡി സ്വഭാവഗുണങ്ങളുള്ള സസ്യങ്ങൾ തമ്മിൽ വർഗസങ്കരണം നടത്തുമ്പോൾ ഓരോ ജോഡി സ്വഭാവ സവിശേഷതകളും അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമായി വ്യാപരിക്കുന്നു.

സ്വതന്ത്ര അപവ്യൂഹന നിയമം കാര്യക്ഷമമായി മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് പന്നറ്റ് സമചതുരം ഉപയോഗിക്കാം. F_1 തലമുറയിലെ **RrYy** എന്ന രണ്ട് വിപരീതജോഡി ജീനുകൾ ഊനഭംഗ സമയത്ത് വേർപിരിയുകയും അണ്ഡവും പുംബീജവും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ജോഡി ജീനുകൾ വേർപിരിയുന്നത് **R** ഉം **r** ഉം ആയിട്ടാണ് എന്നു കരുതുക. 50% ബീജകോശങ്ങളിൽ **R** ജീനും ശേഷിച്ച 50% ത്തിൽ **r** ജീനും എന്ന രീതിയിൽ കാണുന്നു. ഓരോ ബീജകോശങ്ങളും **R** അല്ലെങ്കിൽ **r** ഉം കൂടാതെ **Y** അല്ലെങ്കിൽ **y** യും വഹിക്കുന്നു. ഇവിടെ ഓർമിക്കേണ്ട ഒരു പ്രധാനകാര്യം എന്തെന്നാൽ 50% **R** ന്റെയും 50% **r** ന്റെയും വേർപിരിയലും, 50% **Y** ന്റെയും 50% **y** ന്റെയും വേർപിരിയലും തികച്ചും സ്വതന്ത്രമായാണ് നടക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ട് **r** നെ വഹിക്കുന്ന 50% ബീജകോശങ്ങൾ **Y** നേയും, ശേഷിച്ച 50% **y** നേയും, വഹിക്കുന്നു. അതുപോലെ തന്നെ **R** നെ വഹിക്കുന്ന 50% ബീജകോശങ്ങൾ **Y** നേയും, ശേഷിച്ച 50% **y** നേയും വഹിക്കുന്നു. അങ്ങനെ നാലു തരം ജനിതക ഘടനയുള്ള ബീജകോശങ്ങൾ (നാലുതരം പുംബീജവും നാലുതരം അണ്ഡവും) ഉണ്ടാകുന്നു. നാലുതരം ബീജകോശങ്ങൾ **RY, Ry, rY, ry** എന്നിവയാണ്. ഇവയുടെ തോത് 25% അല്ലെങ്കിൽ ആകെയുള്ള ബീജകോശങ്ങളുടെ 1/4 ആയിരിക്കും. പന്നറ്റ് സമചതുരത്തിന്റെ രണ്ടു വശത്ത് ഈ നാലു ബീജകോശങ്ങൾ എഴുതിയാൽ F_2 തലമുറയുടെ ഉള്ളടക്കം വളരെ എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും. ചിത്രം 5.7. *ഇവിടെ 16 ചതുരങ്ങളിൽ വിവിധ തരത്തിലുള്ള ജനിതകരൂപങ്ങളുടെയും പ്രകടരൂപങ്ങളുടെയും എണ്ണം കണ്ടുപിടിക്കാൻ സാധിക്കുമോ? അത് തന്നിരിക്കുന്ന മാതൃകയിൽ എഴുതുക.*

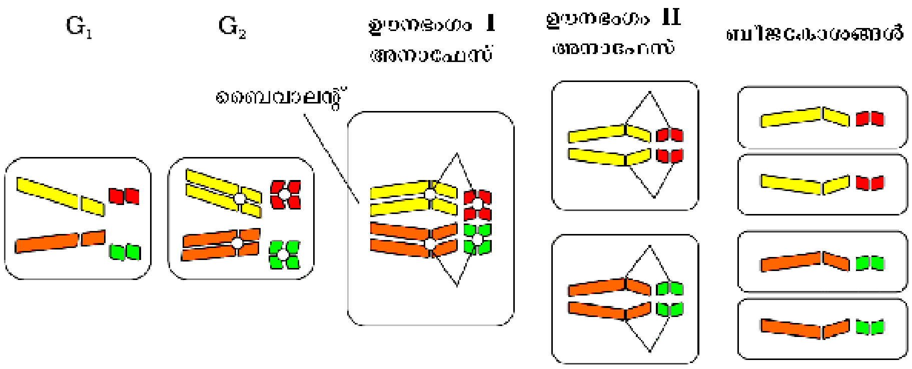
F_2 തലമുറയിലെ വിവരങ്ങൾ പന്നറ്റ് സമചതുരത്തിൽ പൂരിപ്പിക്കാൻ നിങ്ങൾക്ക് കഴിയുമോ? ഇതിന്റെ ജനിതകരൂപത്തിന്റെ അനുപാതം 9:3:3:1 തന്നെയാണോ?

ക്രമ നമ്പർ	F_2 തലമുറയിലെ ജനിതകരൂപങ്ങൾ	പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന പ്രകടരൂപങ്ങൾ

5.3.2 പാരമ്പര്യപ്രേഷണത്തിന്റെ ക്രോമസോം സിദ്ധാന്തങ്ങൾ

പാരമ്പര്യ സ്വഭാവങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള കണ്ടെത്തലുകൾ മെൻഡൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചത് 1865 ൽ ആണ്. പക്ഷേ പല കാരണങ്ങളാൽ 1900-ാമാണ്ട് വരെ ഇത് ആരും തിരിച്ചറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. ഒന്നാമതായി, അക്കാലത്ത് വാർത്താവിനിമയം ഇന്നത്തെപ്പോലെ എളുപ്പമായിരുന്നില്ല. അതിനാൽ ആദ്ദേഹത്തിന്റെ കണ്ടെത്തലുകൾക്ക് വിശാലമായ പ്രചാരം കിട്ടിയില്ല. രണ്ടാമതായി, മെൻഡലിന്റെ ആശയമായ **ജീനുകൾ,** (അദ്ദേഹം **ഘടകങ്ങൾ** എന്ന് വിളിച്ചവ) സ്വഭാവഗുണങ്ങളുടെ പ്രകടനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന സുസ്ഥിരമായ വേറിട്ട ഘടകങ്ങളും പരസ്പരം കലരാത്ത ജോഡികളുമാണ്. മേൽപ്പറഞ്ഞ കാര്യങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിന്റെ സമകാലികർ അംഗീകരിച്ചില്ല. പ്രകൃതിയിൽ തുടർച്ചയായുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് അദ്ദേഹത്തിന്റെ മേൽപ്പറഞ്ഞ വിശദീകരണങ്ങൾ പര്യാപ്തമായിരുന്നില്ല. മൂന്നാമതായി, ജീവശാസ്ത്രപരമായ പ്രതിഭാസങ്ങൾ വിശദീകരിക്കാൻ ഗണിതശാസ്ത്രം ഉപയോഗിക്കുന്ന മെൻഡലിന്റെ സമീപനം തികച്ചും പുതിയതും അന്നത്തെ മിക്ക ജീവശാസ്ത്രകാരന്മാർക്കും അംഗീകരിക്കാൻ കഴിയാത്തതുമായിരുന്നു. അവസാനമായി, മെൻഡൽ തന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ വ്യക്തമാക്കിയ ഘടകങ്ങൾ എന്ന ജീനുകൾ വിഭിന്ന ഏകകങ്ങളായിരുന്നു. ഈ ഘടകങ്ങളുടെ നിലനിൽപ്പിനെപ്പറ്റി ഭൗതികമായ ഒരു തെളിവ് നൽകാനോ അവ എന്ത് പദാർഥം കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത് എന്ന് പറയാനോ അദ്ദേഹത്തിന് കഴിഞ്ഞില്ല.

1900-ത്തിൽ മൂന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞർ, ഡിവ്രീസ് (de Vries). കോറൻസ് (Correns), ഫോൺ ഷെർമാക് (von Tschermak) എന്നിവർ സ്വഭാവസവിശേഷതകളുടെ പാരമ്പര്യപ്രേഷണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള മെൻഡലിന്റെ പഠനഫലങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമായി പുനരാവിഷ്കരിച്ചു. ഈ സമയം മൈക്രോസ്കോപ്പിന്റെ പഠനത്തിലുണ്ടായ പുരോഗതി കാരണം കോശവിഭജനം ശ്രദ്ധയോടെ നിരീക്ഷിക്കാനും ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് കഴിഞ്ഞു. ഇതുവഴി മർമ്മത്തിനുള്ളിലെ ഘടകങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുകയും കോശവിഭജനത്തിന് തൊട്ട് മുമ്പ് ഈ ഘടകങ്ങൾ ഇരട്ടിക്കുന്നുവെന്നും കണ്ടെത്തുകയും ചെയ്തു. ഈ ഘടകങ്ങളെ **ക്രോമസോമുകൾ** എന്നുവിളിച്ചു. (ഇവ നിറമുള്ളതും വർണകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ വ്യക്തമായി കാണാവുന്നതുമാണ്) 1902-ാം ആണ്ടോടെ ഊനഭംഗസമയത്തുള്ള ക്രോമസോമുകളുടെ ചലനങ്ങൾ പഠനവിധേയമായി. വാൾട്ടർ സട്ടനും തിയോഡോർ ബോവറിയും ക്രോമസോമുകളുടെ പെരുമാറ്റവും ജീനുകളുടെ പെരുമാറ്റവും സമാന്തരമാണെന്ന് രേഖപ്പെടുത്തുകയും മെൻഡലിന്റെ നിയമങ്ങളെ ക്രോമസോം ചലനത്തിലൂടെ വിശദീകരിക്കുകയും ചെയ്തു. ക്രോമസോമുകളുടെ സ്വഭാവങ്ങൾ ക്രമഭംഗസമയത്തും (തുല്യവിഭജനം) ഊനഭംഗസമയത്തും (നേർപകുതി വിഭജനം) നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുള്ളത് ഓർക്കുമല്ലോ? ഇവിടെ പ്രധാനമായി ഓർമ്മിക്കേണ്ട കാര്യം ക്രോമസോമുകളും ജീനുകളും ജോഡികളായി കാണുന്നു എന്നതാണ്. ഒരു ജീനിന്റെ രണ്ട് അലീലുകളും സമരൂപസ്ഥാനങ്ങളിൽ സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകളിൽ കാണുന്നു. *പട്ടിക 5.3 ഉം ചിത്രം 5.8 ഉം നിരീക്ഷിച്ച് ജീനുകളുടെയും ക്രോമസോമുകളുടെയും സ്വഭാവങ്ങൾ ഒരുപോലെയാണോയെന്ന് പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.*



ചിത്രം 5.8 നാല് ക്രോമസോമുകളുള്ള ഒരു കോശത്തിന്റെ ഊനഭംഗവും ബീജകോശങ്ങളുടെ രൂപീകരണവും
ബീജകോശങ്ങളുണ്ടാകുമ്പോൾ ക്രോമസോമുകൾ വേർപിരിയുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് കാണാൻ കഴിയുന്നുണ്ടോ?

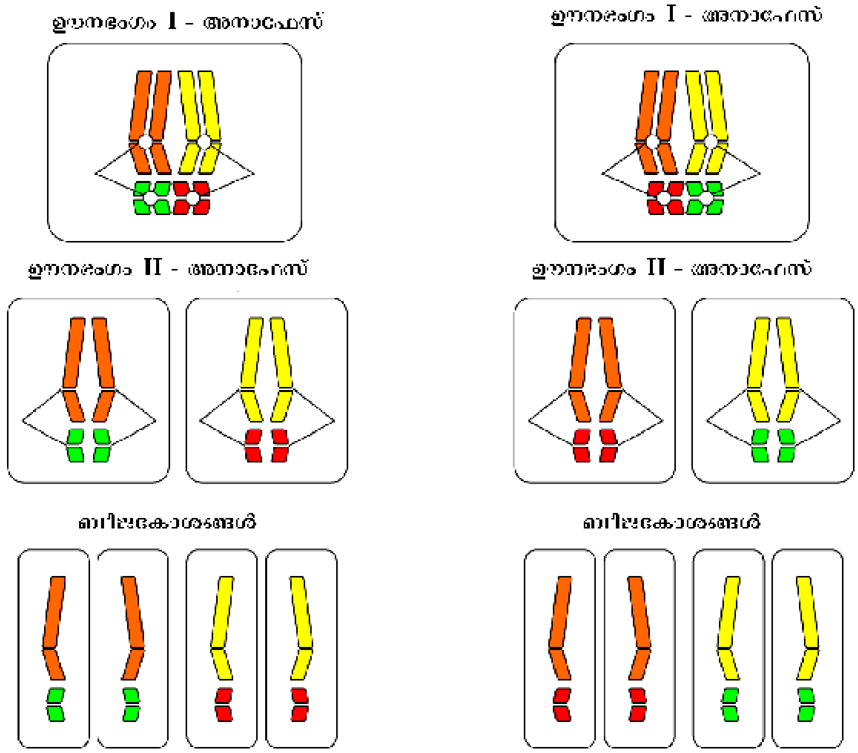
പട്ടിക 5.3: ജീനിന്റെയും ക്രോമസോമുകളുടെയും സ്വഭാവങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള താരതമ്യ പഠനം.

ക്രോമസോം	ജീൻ
ജോഡികളായി കാണുന്നു.	*ജോഡികളായി കാണുന്നു.*
ബീജകോശങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ വേർപിരിയുകയും ഒരു ജോഡിയിലെ ഒരെണ്ണം മാത്രം ബീജകോശത്തിലേക്ക് കടക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.	*ബീജകോശങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഒരു ജോഡിയിൽ ഒന്നുമാത്രം ബീജത്തിലേക്ക് കടക്കുന്നു.*
സ്വതന്ത്രജോഡികൾ സ്വതന്ത്രമായി വിവേചിക്കുന്നു.	*ഒരു ജോഡി മറ്റൊരു ജോഡിയിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രമായി വേർപിരിയുന്നു.*

ഊനഭംഗം I ന്റെ അനാഫേസ് ഘട്ടത്തിൽ രണ്ടു ക്രോമസോം ജോഡികൾ മെറ്റാഫേസ് പ്ലേറ്റിൽ തികച്ചും സ്വതന്ത്രമായി അടുക്കി വയ്ക്കുന്നു. ചിത്രം 5.9 നിരീക്ഷിക്കുക. ഇത് മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് നാലു വ്യത്യസ്ത നിറങ്ങളിലെ ക്രോമസോമുകളെ ഇടതും വലതും പട്ടികയിലായി ക്രമീകരിച്ച് താരതമ്യം ചെയ്യുക. ഇടതു പട്ടികയിൽ (സാധ്യത I) ഓറഞ്ചും പച്ചയും ഒന്നിച്ച് വേർതിരിയുന്നത് കാണാം. വലത്തെ പട്ടികയിൽ ഓറഞ്ചും ചുവപ്പും ഒരുമിച്ച് വേർതിരിയുന്നത് കാണാം.

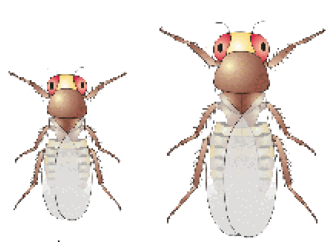
സാധ്യത 1
നീളമുള്ള ഓറഞ്ചും ചെറിയ പച്ച നിറമുള്ള ക്രോമസോമും, നീളമുള്ള മഞ്ഞയും ചെറിയ ചുവന്ന ക്രോമസോമും ഒരേ ധ്രുവത്തിൽ.

സാധ്യത 1I
നീളമുള്ള ഓറഞ്ചും ചെറിയ ചുവപ്പു ക്രോമസോമും, നീളമുള്ള മഞ്ഞയും ചെറിയ പച്ച ക്രോമസോമും ഒരേ ധ്രുവത്തിൽ.



ചിത്രം 5.9 ക്രോമസോമുകളുടെ സ്വതന്ത്ര അപവ്യൂഹനം

ക്രോമസോമുകൾ ജോഡി ചേരുകയും വേർപിരിയുകയും ചെയ്യുന്നത് അതിലെ ഘടകങ്ങൾ വേർപിരിയുന്നതിന് കാരണമാവുമെന്ന് സട്ടനും ബോവറിയും വാദിച്ചു. സട്ടൻ ക്രോമസോമുകളുടെ വേർപിരിയലിനെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് മെൻഡലിന്റെ തത്വങ്ങളോട് യോജിപ്പിച്ച് **പാരമ്പര്യപ്രേഷണത്തിന്റെ ക്രോമസോം സിദ്ധാന്തങ്ങൾ (Chromosomal theory of inheritance)** എന്ന പേരിൽ ഒരു സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചു.


(a) (b)

ചിത്രം 5.10 പഴയീച്ച
(a) ആൺ
(b) പെൺ

മേൽപ്പറഞ്ഞ ആശയങ്ങളെ കോർത്തിണക്കി തോമസ് ഹണ്ട് മോർഗനും അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹപ്രവർത്തകരും പാരമ്പര്യത്തിന് പിന്നിലുള്ള ക്രോമസോം സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പരീക്ഷണത്തെളിവുകൾ കണക്കിലെടുത്ത് ലൈംഗികപ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്ന ജീവികളിലെ വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് കാരണമായ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ കണ്ടെത്തുകയുണ്ടായി. മോർഗൻ തന്റെ പരീക്ഷണങ്ങൾ ചെയ്തത് വളരെ ചെറിയ ഷഡ്പദങ്ങളായ പഴയീച്ചകളിലായിരുന്നു ***(Drosophila melanogaster)*** (ചിത്രം 5.10). ജനിതക പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് ഇവ അനുയോജ്യമാവാൻ കാരണം പരീക്ഷണശാലയിൽ കൃത്രിമമായുണ്ടാക്കുന്ന ലളിതമായ മാധ്യമങ്ങളിൽ ഇവയ്ക്ക് വേഗത്തിൽ വളരാൻ കഴിയുന്നു എന്നതാണ്. ഇവയ്ക്ക് അതിന്റെ ജീവിതകാലം പൂർത്തിയാക്കാൻ രണ്ടാഴ്ച മതിയാകും. അതുപോലെ ഇവയ്ക്ക് ഒരൊറ്റ ബീജസങ്കലനത്തിലൂടെ ധാരാളം കുഞ്ഞുങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാനും കഴി

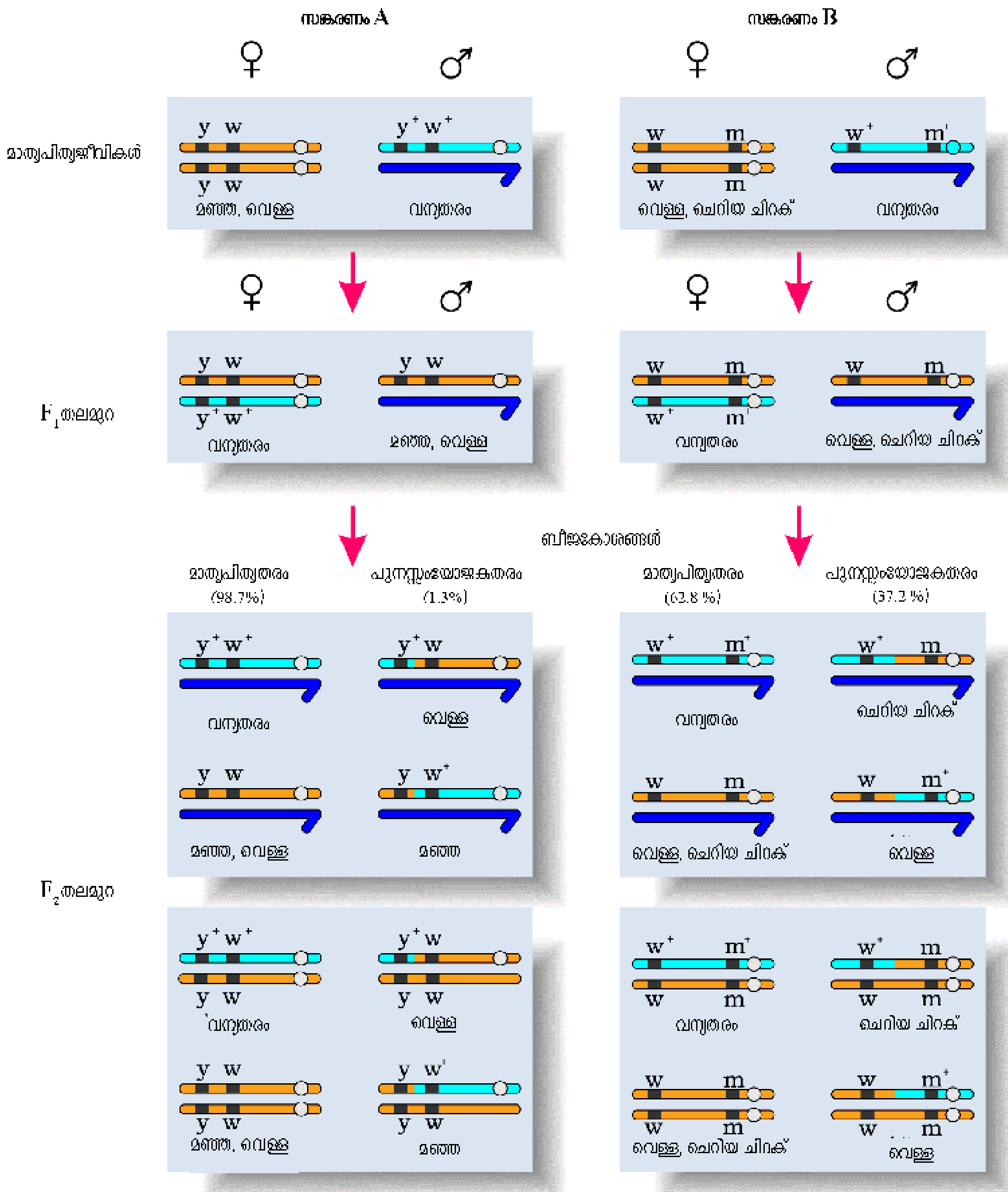
യുന്നു. കൂടാതെ ആണിനെയും പെണ്ണിനെയും വ്യക്തമായി വേർതിരിച്ചറിയാനും സാധിക്കും. ഇവ പ്രകടമാക്കുന്ന വലിയ തോതിലുള്ള പാരമ്പര്യ വ്യത്യാസങ്ങൾ സാധാരണ മൈക്രോസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് നിരീക്ഷിക്കാൻ സാധിക്കും.

5.3.3 ജീനുകളുടെ ബന്ധനവും പുനർസംയോജനവും (Linkage and Recombination)

മെൻഡൽ പയർച്ചെടികളിൽ നടത്തിയതുപോലെ മോർഗൻ പഴയീച്ചയിൽ (ഡ്രോസോഫില്ല) വളരെയധികം ദ്വിസ്വഭാവ സങ്കരണ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും ലിംഗകോശങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടു കിടക്കുന്ന ജീനുകളെപ്പറ്റി പഠനം നടത്തുകയും ചെയ്തു. ഉദാഹരണമായി മഞ്ഞ നിറമുള്ള ശരീരത്തോടും വെളുത്ത നിറമുള്ള കണ്ണുകളോടും കൂടിയ പഴയീച്ചകളെ തവിട്ട് നിറത്തോടുകൂടിയ ശരീരമുള്ളതും ചുവന്ന കണ്ണുകളോടുകൂടിയതുമായ പഴയീച്ചകളുമായി സങ്കരണം നടത്തി F_1 തലമുറ ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചു. മേൽപ്പറഞ്ഞ രണ്ടു ജീനുകളും സ്വതന്ത്രമായി വിവേചിക്കാതെയാണ് F_1 തലമുറ ഉണ്ടാകുന്നതെന്ന് അദ്ദേഹം നിരീക്ഷിച്ചു. F_2 അനുപാതം 9 : 3 : 3 : 1 ൽ നിന്നും വളരെ പ്രത്യക്ഷമായി വ്യതിചലിക്കുന്നുവെന്നും കണ്ടെത്തി. (രണ്ടു ജീനുകളും സ്വതന്ത്രമാണെങ്കിൽ മാത്രമാണ് ഇത് പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്നത്).

X - ക്രോമസോമിൽ കാണപ്പെടുന്ന ജീനുകൾ (ചിത്രം 5.4.) ദ്വിസങ്കരണം നടക്കുമ്പോൾ തൊട്ടടുത്തായാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതെങ്കിൽ മാതൃ പിതൃ സ്വഭാവങ്ങൾ അടുത്ത തലമുറയിൽ മറ്റുക്രോമസോമുകളിലെ ജീനുകളുടെ സങ്കരണ അനുപാതത്തേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കുമെന്ന് മോർഗനും അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹപ്രവർത്തകരും മനസിലാക്കി. രണ്ടു ജീനുകളുടെ ഭൗതികമായ സംയോജനമോ സംബന്ധനമോ (Linkage) ആണ് ഇതിനുകാരണം. മോർഗന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ രണ്ടു ജീനുകളുടെ ഭൗതിക സംയോജനത്തെയോ സംബന്ധനത്തേയോ ലിങ്കേജ് എന്ന പദം കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കാമെന്നും ഈ ജീനുകൾ ഒരു ക്രോമസോമിലാണെങ്കിൽ അതിനെ പുനസംയോജനം (Recombination) എന്ന പദം കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കാമെന്നും നിർദ്ദേശിച്ചു. ഈ രണ്ടു കാര്യങ്ങളും അടുത്ത തലമുറയിൽ മാതൃപിതൃ ക്രോമസോം ഘടനയിലില്ലാത്ത ജീനുക (Non-parental gene combination) ളുടെ സംയോജനത്തെ വിശദീകരിക്കാമെന്നും കണ്ടെത്തി.

ജീനുകൾ ഒരു ക്രോമസോമിൽ തന്നെ കാണപ്പെടുകയും അവ വളരെ അടുത്തടുത്തായി ചേർന്നിരിക്കുകയും ചെയ്താൽ വളരെ ചെറിയതോതിൽ മാത്രമെ പുനസംയോജനം സംഭവിക്കുകയുള്ളുവെന്നും (Fig 5.11 സങ്കരണം A) എന്നാൽ ജീനുകൾ അടുത്തടുത്ത് അല്ലാതെ കാണപ്പെട്ടാൽ വലിയ തോതിൽ പുനസംയോജനം സംഭവിക്കുമെന്നും മോർഗനും അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹപ്രവർത്തകരും കണ്ടെത്തി. (Fig 5.11 സങ്കരണം B). ഉദാഹരണമായി വെളുപ്പും മഞ്ഞയും നിറത്തിന്റെ ജീനുകൾ വളരെ അടുത്തടുത്തായി ചേർന്നിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് 1.3 ശതമാനം മാത്രം പുനസംയോജനം കാണിക്കുന്നു. എന്നാൽ വെളുപ്പും ചെറിയ ചിറകുകളുടെ ജീനുകളും 37.2 ശതമാനം പുനസംയോജനം കാണിക്കുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിദ്യാർഥിയായ ആൽഫ്രഡ് സ്റ്റർട്ടിവന്റ് ഒരു ക്രോമസോമിലെ ജീൻ ജോഡികളുടെ പുനസംയോജനത്തിന്റെ ആവൃത്തി ആ ക്രോമസോമിലെ ജീനുകൾ തമ്മിലുള്ള അകലത്തിന്റെ അളവിനെ ആശ്രയിച്ചാണെന്നും ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ക്രോമസോമിൽ ജീനുകളുടെ സ്ഥാനം 'ചിത്രീകരിക്കാമെന്നും' കണ്ടെത്തി. ഇന്ന് മുഴുവൻ ജീനോമുകളുടെ ശ്രേണീരൂപീകരണത്തിന്റെ ആരംഭത്തിൽ ജീൻ മാപ്പ് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. മനുഷ്യജീനോമിന്റെ ശ്രേണി രൂപീകരണത്തിനും ഇത് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. അതിനെക്കുറിച്ച് പിന്നീട് വിശദീകരിക്കാം.



ചിത്രം 5.12 സംബന്ധനം : മോർഗൻ നടത്തിയ രണ്ട് സ്വഭാവ സങ്കരണത്തിന്റെ ഫലം. സങ്കരണം A യിൽ ജീൻ y യും ജീൻ w തമ്മിലുള്ള സങ്കരണം; സങ്കരണം B യിൽ ജീൻ w ഉം ജീൻ m ഉം തമ്മിലുള്ള സങ്കരണം. ഇവിടെ പ്രകട വന്യതരം അലീലുകളെ + അടയാളം അക്ഷരങ്ങളുടെ മുകളിൽ വരുന്ന രീതിയിൽ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

കുറിപ്പ് : y യും w യും തമ്മിലുള്ള സംബന്ധനത്തിന്റെ ദൃഢത w, m ഇവയേക്കാൾ കൂടുതലാണ്.

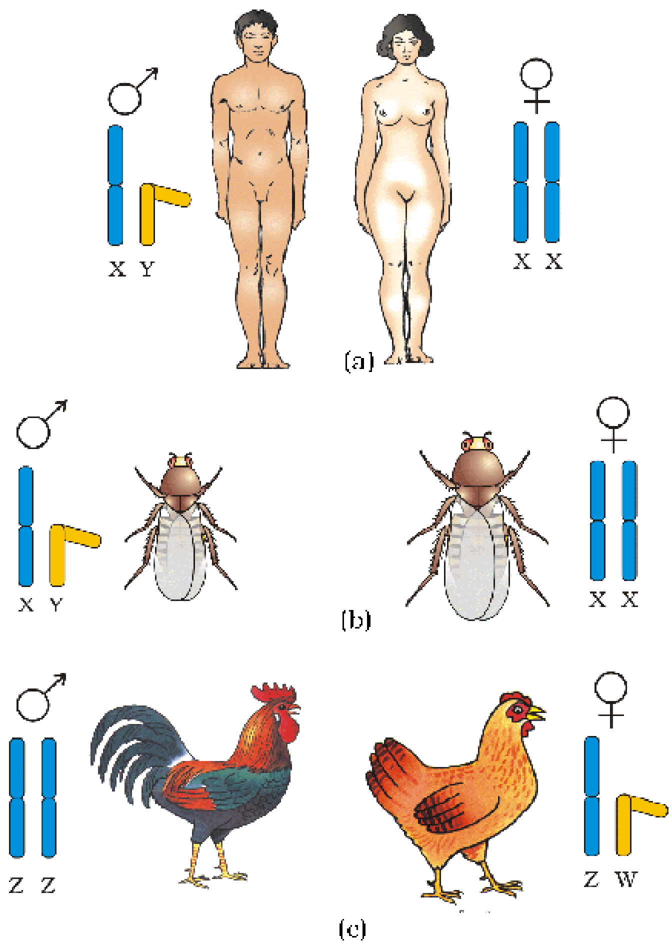
5.3.4 ബഹുജനിതക പ്രേഷണം (Polygenic inheritance)

മെൻഡൽ തന്റെ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ വിശദീകരിച്ച സ്വഭാവങ്ങൾക്ക് വ്യത്യസ്ത ഗുണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നു, ഉദാഹരണത്തിന് ഊത നിറമോ വെളുപ്പ് നിറമോ ഉള്ള പൂക്കൾ. എന്നാൽ നമുക്ക് ചുറ്റും നോക്കിയാൽ സ്വഭാവഗുണങ്ങളിൽ വലിയ വ്യതിയാനങ്ങൾ ഇല്ലാതിരിക്കുകയും എന്നാൽ ഒരു പ്രത്യേക തോതിൽ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതായി കാണുകയും ചെയ്യാം. ഉദാഹരണത്തിന് മനുഷ്യന്റെ ഉയരം കണക്കിലെടുത്താൽ, ഉയരം കൂടിയവരും കുറഞ്ഞവരും എന്ന രണ്ടു വിഭാഗത്തിനുപരി വ്യത്യസ്ത ഉയരങ്ങളുള്ള വ്യക്തികളെ കാണാനാവും. ഇത്തരം സ്വഭാവ സവിശേഷതകളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് മൂന്നോ അതിലധികമോ ജീനുകളായതിനാൽ അവയെ ബഹുജനിതക സ്വഭാവങ്ങൾ (Polygenic traits) എന്ന് വിളിക്കാം. ഇതു കൂടാതെ ബഹുജനിതക പ്രേഷണത്തിൽ പ്രകൃതിയുടെ പങ്കാളിത്തവും എടുത്തുപറയേണ്ടതാണ്. ഇതിന്റെ ഉൽകൃഷ്ട ഉദാഹരണമാണ് മനുഷ്യന്റെ ത്വക്കിന്റെ നിറം. ബഹുജനിതകസ്വഭാവത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന വ്യത്യസ്തങ്ങളായ പ്രകടസ്വഭാവങ്ങൾ സംഭാവന ചെയ്തിട്ടുള്ളത് അതിനുള്ളിലെ ഓരോ അലീലുകളുമാണ്. അതായത് ഇവിടെയുള്ള ഓരോ അലീലിന്റെയും ഗുണങ്ങൾ പരസ്പരം കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുകയും തൻമൂലം പ്രകടഗുണത്തിൽ വ്യതിയാനങ്ങൾ ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. മനുഷ്യന്റെ ത്വക്കിന്റെ നിറം നിയന്ത്രിക്കുന്നത് A, B, C എന്നീ മൂന്ന് ജീനുകളാണെന്ന് കരുതുക. അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ ഈ സ്വഭാവത്തിന് ഹേതുവായ A, B, C ജീനുകൾ പ്രകടാവസ്ഥയേയും a,b,c ജീനുകൾ ഗുപ്താവസ്ഥയേയും നിയന്ത്രിക്കുന്നു. ത്വക്കിന്റെ ഇരുണ്ടനിറത്തിന് A, B, C യും വെളുത്ത നിറത്തിന് a,b,c യും കാരണമാകുന്നു. ജനിതഘടനയിൽ എല്ലാ അലീലുകളും പ്രകടസ്വഭാവമുള്ളതാണെങ്കിൽ (AABBCC) ത്വക്കിന് ഏറ്റവും ഇരുണ്ട നിറവും എല്ലാ അലീലുകളും ഗുപ്തസ്വഭാവമുള്ളതാണെങ്കിൽ (aabbcc) ത്വക്കിന് ഏറ്റവും വെളുത്ത നിറവുമായിരിക്കും. മൂന്ന് അലീലുകൾ പ്രകടസ്വഭാവമുള്ളവയും മൂന്ന് അലീലുകൾ ഗുപ്തസ്വഭാവമുള്ളവയും ആണെങ്കിൽ പ്രതീക്ഷിച്ചതുപോലെ ത്വക്കിന് ഇരുനിറമായിരിക്കും. ഈ വിധത്തിൽ അലീലുകളുടെ സ്വഭാവവും അവയുടെ തോതുമനുസരിച്ച് ജനിതകഘടനയിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം പ്രകടഗുണത്തിൽ ഏറ്റവും ഇരുണ്ട നിറം മുതൽ ഏറ്റവും വെളുത്ത നിറം വരെ വിവിധതരത്തിലുള്ള ത്വക്കിന്റെ നിറം പ്രകടമാക്കപ്പെടുന്നു.

5.3.5 ജീനിന്റെ ബഹുമുഖത്വം (Pleiotropy)

ഇതുവരെയുള്ള പാഠഭാഗങ്ങളിൽ നമ്മൾ പഠിച്ചത് ഒരു ജീൻ ഒരു സ്വഭാവത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു എന്നാണ്. എങ്കിലും ചില ജീനുകൾ വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതായി കാണാൻ കഴിയും. ഈ പ്രതിഭാസത്തെ ജീനിന്റെ ബഹുമുഖത്വം എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാം. സാധാരണയായി ഒരു ജീൻ വ്യത്യസ്ത പ്രകടഗുണങ്ങൾക്ക് കാരണമായ ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതു വഴിയാണ് ഇത് സാധ്യമാകുന്നത്. ഇതിനുദാഹരണമാണ് മനുഷ്യരിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഫെനൈൽകീറ്റോനൂറിയ എന്ന രോഗം. ഫെനൈൽ അലനീൻ ഹൈഡ്രോക്സിലേസ് എന്ന രാസാഗ്നി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ജീനിലുണ്ടായ ഉൽപ്പരിവർത്തനമാണ് ഈ രോഗത്തിന് കാരണം (ഏകജീൻ ഉൽപ്പരിവർത്തനം). ഈ രോഗമുള്ളവരിൽ ബുദ്ധിമാന്ദ്യം, മുടികൊഴിച്ചിൽ, ത്വക്കിന്റെ നിറവ്യത്യാസം തുടങ്ങിയ പ്രകടസ്വഭാവങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു.

5.4 ലിംഗനിർണയം



ചിത്രം 5.12 ക്രോമസോം വ്യതിയാനം അനുസരിച്ചുള്ള ലിംഗ നിർണയം : (a,b) മനുഷ്യനിലും പഴയീച്ചയിലും പെൺജീവിയിൽ ഒരു ജോഡി XX ക്രോമസോമും (സമബീജരീതി) ആൺജീവിയിൽ XY (വിപരീത ബീജരീതി) അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.: (c) എന്നാൽ മിക്ക പക്ഷികളിലും പെൺജീവിയിൽ വ്യത്യസ്ത ക്രോമസോമുകളായ ZW എന്നും ആൺ ജീവിയിൽ ഒരേ പോലെയുള്ള ZZ ക്രോമസോമും കാണുന്നു.

ജനിതകശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ നൂതന കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് ലിംഗനിർണയം ഒരു വലിയ പ്രശ്നമായിരുന്നു. ഇതിന്റെ പ്രാരംഭ അറിവ് ലഭിച്ചത് ഷഡ്പദങ്ങളിൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെയാണ്. കുറെയധികം ഷഡ്പദങ്ങളുടെ കോശങ്ങളിൽ നടത്തിയ നിരീക്ഷണങ്ങൾ ക്രോമസോമുകളെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയോ ജനിതകപരമായോ ലിംഗ നിർണയം നടത്താമെന്ന വസ്തുതയിലേക്ക് നയിച്ചു. 1891-ൽ ഹെൻകിങ് ചില ഷഡ്പദങ്ങളുടെ പുംബീജം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന കോശങ്ങളുടെ മർമ്മത്തിൽ ഒരു സവിശേഷ ഘടന കണ്ടെത്തി. ഉണ്ടാകുന്ന പുംബീജങ്ങളിൽ 50% ഈ ഘടനയോടുകൂടിയതും ബാക്കി 50% ഈ ഘടന ലഭിക്കാത്തവയുമാണെന്നും കണ്ടെത്തി. ഈ ഘടനയ്ക്ക് ഹെൻകിങ് **X ശരീരം (X body)** എന്നു പേരിട്ടു. പക്ഷേ ഇവയുടെ പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കാൻ അദ്ദേഹത്തിന് കഴിഞ്ഞില്ല. പിന്നീട് വന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ വഴി ഹെൻകിങ് കണ്ടെത്തിയ 'X ശരീരം' യഥാർഥത്തിൽ ക്രോമസോമുകളാണെന്ന അനുമാനത്തിൽ എത്തിച്ചേർന്നു. അതുകൊണ്ട് ഇവ X ക്രോമസോമുകൾ എന്ന് നാമകരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു. ധാരാളം ഷഡ്പദങ്ങളുടെ ലിംഗനിർണയം X0 രീതിയിലാണെന്ന് നിരീക്ഷിക്കുകയും ചെയ്തു. അതായത് എല്ലാ അണ്ഡങ്ങളും മറ്റു ക്രോമസോമുകൾ (autosomes) ക്കൊപ്പം അധികമായി ഒരു X ക്രോമസോം കൂടി വഹിക്കുന്നു. മറുവശം നോക്കിയാൽ ചില പുംബീജങ്ങൾ X-ക്രോമസോം വഹിക്കുന്നതും മറ്റു ചിലവ X-ക്രോമസോം ഇല്ലാത്തവയുമാണ്. X-ക്രോമസോം ഉള്ള പുംബീജം അണ്ഡവുമായി ബീജസങ്കലനം നടക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നത് പെൺജീവികളും X-ക്രോമസോമില്ലാത്ത പുംബീജങ്ങൾ അണ്ഡവുമായി ബീജസങ്കലനം നടക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നത് ആൺജീവികളുമാണ്. ആൺ ജീവിയുടെയും പെൺ ജീവിയുടെയും ക്രോമസോം സംഖ്യ തുല്യമായിരിക്കുമോയെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? X-ക്രോമസോമിന്റെ ലിംഗനിർണയത്തിലുള്ള പ്രാധാന്യം കൊണ്ട് അതിനെ **ലിംഗ ക്രോമസോം (Sex chromosome)** എന്ന് വിളിക്കുകയും ബാക്കിയുള്ള ക്രോമസോമുകളെ **സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകൾ (Autosomes)** എന്ന് അറിയപ്പെടുകയും ചെയ്തു. പച്ചക്കുതിര (Grass hopper) X0 തരത്തിലുള്ള ലിംഗനിർണയത്തിനുദാഹരണമാണ്. ഇവയിൽ ആൺ ജീവികളിൽ സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകളൊടൊപ്പം ഒരു X-ക്രോമസോം മാത്രം കാണുന്നു. എന്നാൽ പെൺജീവികളിൽ സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകൾക്കൊപ്പം ഒരു ജോഡി X ക്രോമസോമുകൾ കാണപ്പെടുന്നു.

ഈ നിരീക്ഷണം നിരവധി സ്പീഷിസുകളുടെ ലിംഗനിർണയരീതി മനസ്സിലാക്കാൻ സഹായകമായി. ധാരാളം ഷഡ്പദങ്ങൾ, മനുഷ്യൻ ഉൾപ്പെടെയുള്ള സസ്തനികൾ എന്നിവയിൽ XY രീതിയിലുള്ള ലിംഗനിർണയം കാണാൻ കഴിയും. ഇവയിൽ ആണിലും പെണ്ണിലും തുല്യ എണ്ണം ക്രോമസോമുകളാണുള്ളത്. ആൺ ജീവികളിൽ ഒരു X ക്രോമസോമിനൊടൊപ്പം വ്യക്തമായ ഒരു ചെറിയ മറുഭാഗം കൂടി കാണുന്നു. ഇതിനെ Y ക്രോമസോം എന്നു പറയുന്നു. പെൺജീവികളിൽ ഒരു ജോഡി X ക്രോമസോമുകൾ കാണുന്നു. ആൺജീവികളിലും പെൺജീവികളിലും സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാണ്. അതുകൊണ്ട് ആൺ ജീവികളിൽ സ്വരൂപക്രോമസോമുകൾക്കൊപ്പം XY യും പെൺജീവികളിൽ സ്വരൂപക്രോമസോമുകൾക്കൊപ്പം XX ഉം ആണ്. മനുഷ്യരിലും ഡ്രോസോഫില്ലയിലും (പഴയീച്ച) ആൺജീവികളിൽ ഒരു X ക്രോമസോമും ഒരു Y ക്രോമസോമും കാണുന്നു. എന്നാൽ പെൺ ജീവികളിൽ സ്വരൂപക്രോമസോമുകൾക്കു പുറമെ ഒരു ജോഡി X ക്രോമസോമുകൾ കൂടി കാണുന്നു.

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന വിശദീകരണത്തിൽ നിന്നും നിങ്ങൾ രണ്ട് രീതിയിലുള്ള ലിംഗനിർണയം മനസ്സിലാക്കി. X0 രീതിയും XY രീതിയും. ഈ രണ്ട് രീതികളിലും ആൺ ജീവികൾ രണ്ടു വ്യത്യസ്തതരത്തിലുള്ള ബീജകോശങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. (a) 50% X ക്രോമസോം ഉള്ളതും 50% ക്രോമസോം ഇല്ലാത്തതും അല്ലെങ്കിൽ (b) 50% X ക്രോമസോം ഉള്ള കോശങ്ങളും 50% Y ക്രോമസോം ഉള്ള കോശങ്ങളും. ഈ രീതിയിലുള്ള ലിംഗനിർണയരീതി **ആൺ വിപരീത ലിംഗത (male heterogamety)** യ്ക്ക് ഉദാഹരണമാണ്. മറ്റു ചില ജീവികളിൽ, ഉദാഹരണമായി പക്ഷികളിൽ വ്യത്യസ്തമായ ഒരു ലിംഗനിർണയ രീതി നിരീക്ഷിക്കാൻ (ചിത്രം. 5.12 c) സാധിക്കും. ഇവയിൽ ആകെ ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണം ആൺ ജീവിയിലും പെൺജീവിയിലും തുല്യമാണ്. പക്ഷേ പെൺജീവികൾ രണ്ടു വ്യത്യസ്തതരം ലിംഗകോശങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. അതായത് **പെൺ വിപരീതലിംഗത (female heterogamety)**. മുകളിൽ കൊടുത്തതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി രണ്ട് വ്യത്യസ്തതരം ലിംഗനിർണയ ക്രോമസോമുകൾ പെൺജീവിയിൽ കാണുന്നു. ഈ ജീവികളിൽ പെൺപക്ഷിയിൽ സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകൾക്കുപുറമേ ഒരു Z ക്രോമസോമും ഒരു W ക്രോമസോമും ആൺപക്ഷിയിൽ സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകൾക്കു പുറമേ ഒരു ജോഡി Z ക്രോമസോമുകളും കാണുന്നു.

5.4.1 മനുഷ്യനിലെ ലിംഗനിർണയം

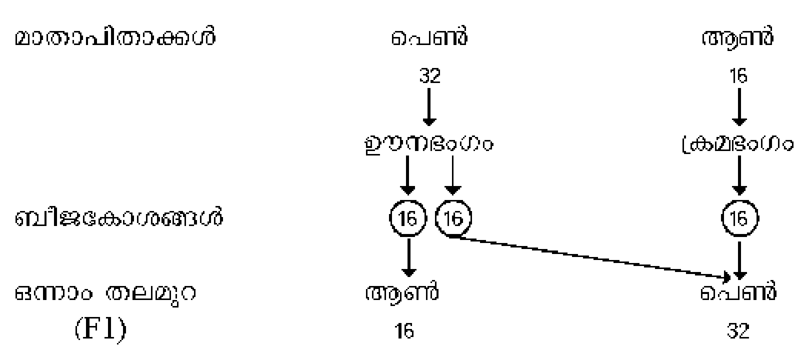
മനുഷ്യനിലെ ലിംഗനിർണയം XY ക്രോമസോമുകളാണ് നടത്തുന്നത് എന്ന് നേരത്തേ സൂചിപ്പിച്ചിരുന്നല്ലോ. 23 ജോഡി ക്രോമസോമുകളിൽ 22 ജോഡിയും സ്ത്രീകളിലും പുരുഷന്മാരിലും ഒരു പോലെ കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയാണ് സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകൾ. ഇവയെ കൂടാതെ സ്ത്രീകളിൽ ഒരു ജോഡി X ക്രോമസോമുകളും പുരുഷന്മാരിൽ ഒരു X ക്രോമസോമും ഒരു Y ക്രോമസോമും കാണുന്നു. പുരുഷന്മാരിൽ പുംബീജോൽപ്പാദനത്തിൽ രണ്ടു തരം ബീജകോശങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ആകെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന പുംബീജങ്ങളുടെ 50% X ക്രോമസോം വഹിക്കുന്നവയും ബാക്കി 50% പുംബീജങ്ങൾ Y ക്രോമസോം വഹിക്കുന്നവയുമായിരിക്കും. ഇവിടെ X വഹിക്കുന്ന പുംബീജത്തിനും Y വഹിക്കുന്ന പുംബീജത്തിനും അണ്ഡവുമായി ബീജസങ്കലനം നടത്തുന്നതിന് തുല്യസാധ്യത ആണുള്ളത്. X ക്രോമസോം വഹിക്കുന്ന പുംബീജം അണ്ഡവുമായി സംയോജിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന സിക്താണ്ഡം പെൺകുഞ്ഞായി വളരും. അതുപോലെ Y ക്രോമസോം വഹിക്കുന്ന പുംബീജം അണ്ഡവുമായി ബീജസങ്കലനം നടക്കുമ്പോളുണ്ടാകുന്ന സിക്താണ്ഡം ആൺകുഞ്ഞായിവളരും. അതായത്

കുഞ്ഞിന്റെ ലിംഗം നിർണയിക്കുന്നത് പുംബീജത്തിന്റെ ജനിതക ഘടനയാണ് എന്നർഥം. ഓരോ ഗർഭധാരണത്തിലും ആൺകുട്ടിയോ പെൺകുട്ടിയോ ഉണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യത 50% മാത്രമാണ്. എന്നാൽ കുഞ്ഞുങ്ങളുടെ ലിംഗം നിർണയിക്കുന്നത് അവരെ പ്രസവിക്കുന്ന സ്ത്രീകളാണെന്ന മിഥ്യാധാരണ സമൂഹത്തിൽ ഇന്നും നിലനിൽക്കുന്നു.

പക്ഷികളിൽ ലിംഗ നിർണയരീതി എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു? കോഴിക്കുഞ്ഞിന്റെ ലിംഗനിർണയത്തിനു കാരണം പുംബീജമോ അതോ അണ്ഡമോ?

5.4.2 തേനീച്ചകളിലെ ലിംഗനിർണയം

തേനീച്ചയിൽ ലിംഗനിർണയം നടക്കുന്നത് അവയ്ക്കു ലഭിക്കുന്ന ക്രോമസോം ജോഡികളുടെ എണ്ണമനുസരിച്ചാണ്. ഒരു പുംബീജവും അണ്ഡവും ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന സിക്താണ്ഡം വളർന്ന് പെണ്ണീച്ചകളായി [റാണിയോ (Queen) ജോലിക്കാരികളോ (Worker)] മാറുമ്പോൾ, ബീജസങ്കലനം നടക്കാത്ത അണ്ഡം വളർന്ന് ആണീച്ച [മടിയൻ (Drone)] ആയി മാറുന്നു. ഇങ്ങനെ മടിയന്മാർ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രതിഭാസത്തെ അനിഷേകജനനം (Parthenogenesis) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ ആണീച്ചകളിൽ പെണ്ണീച്ചകളെ അപേക്ഷിച്ച് പകുതി ക്രോമസോമുകളേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. അതായത് പെണ്ണീച്ചയുടെ കോശങ്ങളിൽ 32 ക്രോമസോമുകൾ കാണപ്പെടുമ്പോൾ ആണീച്ചയുടെ കോശങ്ങളിൽ 16 ക്രോമസോമുകൾ മാത്രമേ ഉണ്ടാകുകയുള്ളൂ. ഇത്തരം ലിംഗനിർണയ രീതിയെ ഏക - ദ്വിപ്ലോയിഡ് (Haplo - Diploid) ലിംഗനിർണയ രീതി എന്നു പറയുന്നു. ഇത്തരം ജീവികളിൽ പുംബീജം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത് ക്രമഭംഗം വഴിയാണ്. ആയതിനാൽ ഇവിടെ തലമുറകളുടെ അന്തരം അച്ഛനും മകനും തമ്മിലല്ല, മുത്തച്ഛനും കൊച്ചുമകനും തമ്മിലാണ്.



5.5 ഉൽപരിവർത്തനം (Mutation)

ഉൽപ്പരിവർത്തനം എന്ന പ്രതിഭാസം DNA ശ്രേണിയിലുണ്ടാകുന്ന ആകസ്മികമായ മാറ്റത്തിന്റെ ഫലമാണ്. ഇത് ജീവിയുടെ ജനിതകരൂപത്തിലും പ്രകടരൂപത്തിലും മാറ്റങ്ങൾക്ക് കാരണമാവുന്നു. പുനസംയോജനത്തോടൊപ്പം DNA യിൽ വ്യതിയാനങ്ങൾ വരുത്താൻ സഹായിക്കുന്ന മറ്റൊരു പ്രതിഭാസമാണ് ഉൽപ്പരിവർത്തനം.

ഒരു DNA യുടെ ചുറ്റുഘടന (helix) ഓരോ ഇഴയിലും (Chromatid) ഒരറ്റം മുതൽ മറ്റേ അറ്റം വരെ നന്നായി ചുറ്റിയാണ് കിടക്കുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾ ആറാം അധ്യായത്തിൽ പഠിക്കും. അതുകൊണ്ട് DNA ഇഴയുടെ ഒരു കഷണം നഷ്ടപ്പെടുകയോ (deletion) പുതുതായി കൂടിച്ചേരുകയോ (Insertion/ duplication) ചെയ്യുമ്പോൾ ക്രോമസോമുകളുടെ

ഘടനയിൽ മാറ്റം സംഭവിക്കാം. ജീനുകളുടെ സ്ഥാനം ക്രോമസോമുകളിലാണെന്നിരിക്കേ, ക്രോമസോമുകളിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം ജനിതക വൈകല്യങ്ങൾക്കോ ജനിതക വ്യതിയാനങ്ങൾക്കോ കാരണമാവുന്നു. ഇത്തരം വ്യതിയാനങ്ങൾ സാധാരണയായി ക്യാൻസർ കോശങ്ങളുടെ ക്രോമസോമുകളിൽ നിരീക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ട്.

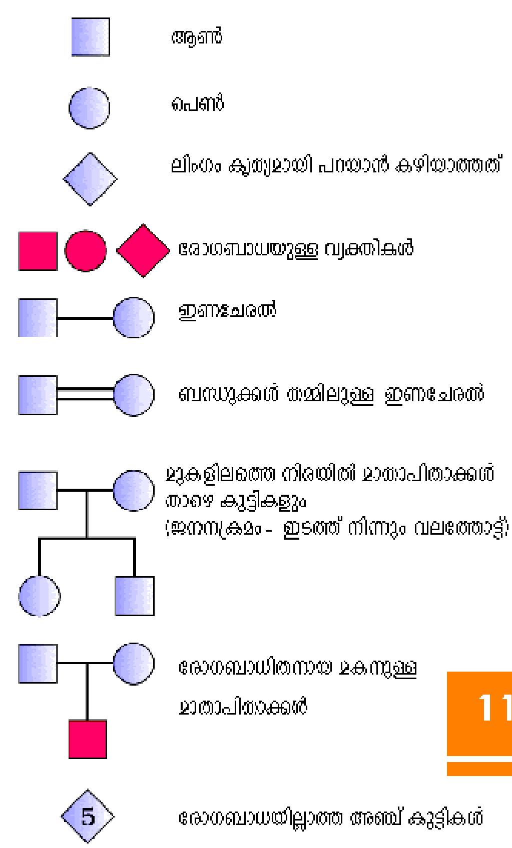
മുകളിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുള്ളതു കൂടാതെ DNAയുടെ ഒരു ബേസ് ജോഡിയിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം കൊണ്ടും ഉൽപ്പരിവർത്തനം ഉണ്ടാകും. ഇതിനെ **ബിന്ദുതല ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Point mutation)** എന്നു പറയുന്നു. ഇതിന് ഉത്തമ ഉദാഹരണമാണ് അരിവാൾ രോഗം (Sickle cell anemia). ഉൽപ്പരിവർത്തനം മൂലം ബേസ് ജോഡികൾ നഷ്ടപ്പെടുകയോ അവയുടെ ക്രമീകരണത്തിൽ മാറ്റം വരുകയോ ചെയ്താൽ DNA യുടെ ശ്രേണിയിൽ തന്നെ (Frame shift mutation) മാറ്റം സംഭവിക്കും. ഇത് മാംസ്യസംശ്ലേഷണത്തെ സാരമായി ബാധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (അധ്യായം 6 കാണുക). ധാരാളം രാസികവും ഭൗതികവുമായ നിരവധി ഘടകങ്ങൾ ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തിന് കാരണമാകാറുണ്ട്. ഇത്തരം ഘടകങ്ങളെ ഉൽപ്പരിവർത്തനകാരികൾ (mutagens) എന്നു വിളിക്കുന്നു. സൂര്യപ്രകാശത്തിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ ജീവികളിൽ ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തിന് കാരണമാകാറുണ്ട്. ഇതിനെ ഒരു ഉൽപ്പരിവർത്തനകാരിയായി കണക്കാക്കാം.

5.6 ജനിതകവൈകല്യങ്ങൾ (Genetic disorders)

5.6.1 വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനം (Pedigree Analysis)

മനുഷ്യ സമൂഹത്തിൽ വളരെ കാലങ്ങളായി നിലനിൽക്കുന്ന ഒരു രീതിയാണ് ഇത്. കുടുംബങ്ങളിൽ പാരമ്പര്യമായി കാണപ്പെടുന്ന ചിലസ്വഭാവസവിശേഷതകളെയോ പാരമ്പര്യ വൈകല്യങ്ങളെയോ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് വംശപാരമ്പര്യം വിശകലനം ചെയ്യുന്നത്. മെൻഡലിന്റെ പഠനത്തിന്റെ പുനരാവിഷ്കരണത്തിന് ശേഷം മനുഷ്യരിലെ പാരമ്പര്യ സ്വഭാവങ്ങളുടെ വ്യാപരണ രീതികളുടെ അപഗ്രഥനം ആരംഭിച്ചിരുന്നു. പയർച്ചെടികളിലും മറ്റു ജീവികളിലും നടത്തിയിരുന്ന നിയന്ത്രിത വർഗസങ്കരണം മനുഷ്യരിൽ സാധ്യമല്ലാത്തതിനാൽ മനുഷ്യരുടെ പാരമ്പര്യപഠനത്തിനുവേണ്ടി കണ്ടെത്തിയ മറ്റൊരു മാർഗമാണിത്. ഒരു പ്രത്യേക സ്വഭാവത്തിന്റെ പാരമ്പര്യകൈമാറ്റം കുടുംബചരിത്രം തിരഞ്ഞെടുത്ത് കണ്ടെത്തുന്ന രീതിയെയാണ് **വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനം** എന്നു പറയുന്നത്. വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനത്തിൽ ഒരു പ്രത്യേക സ്വഭാവത്തിന്റെ പ്രേഷണം ഒരു കുടുംബവൃക്ഷത്തിലെ തലമുറകളിലൂടെ ചിത്രീകരിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ അപഗ്രഥിക്കുന്നതിലൂടെ ജനിതക വൈകല്യങ്ങൾ തുടർന്നുള്ള തലമുറകളിൽ ഉണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യതകൾ പരിശോധിക്കപ്പെടുന്നു.

മനുഷ്യജനിതകശാസ്ത്രശാഖയുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് പെഡിഗ്രിയെപ്പറ്റിയുള്ള അറിവ് ഒരു ബലവത്തായ ഉപാധിയാണ്. ഇതുപയോഗിച്ച് ഒരു പ്രത്യേകസ്വഭാവത്തിന്റെ പാരമ്പര്യം പിൻതുടരാനും, അസാധാരണത്വമോ



ചിത്രം 5.13 മനുഷ്യ വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനത്തിനു ഉപയോഗിക്കുന്ന അടയാളങ്ങൾ

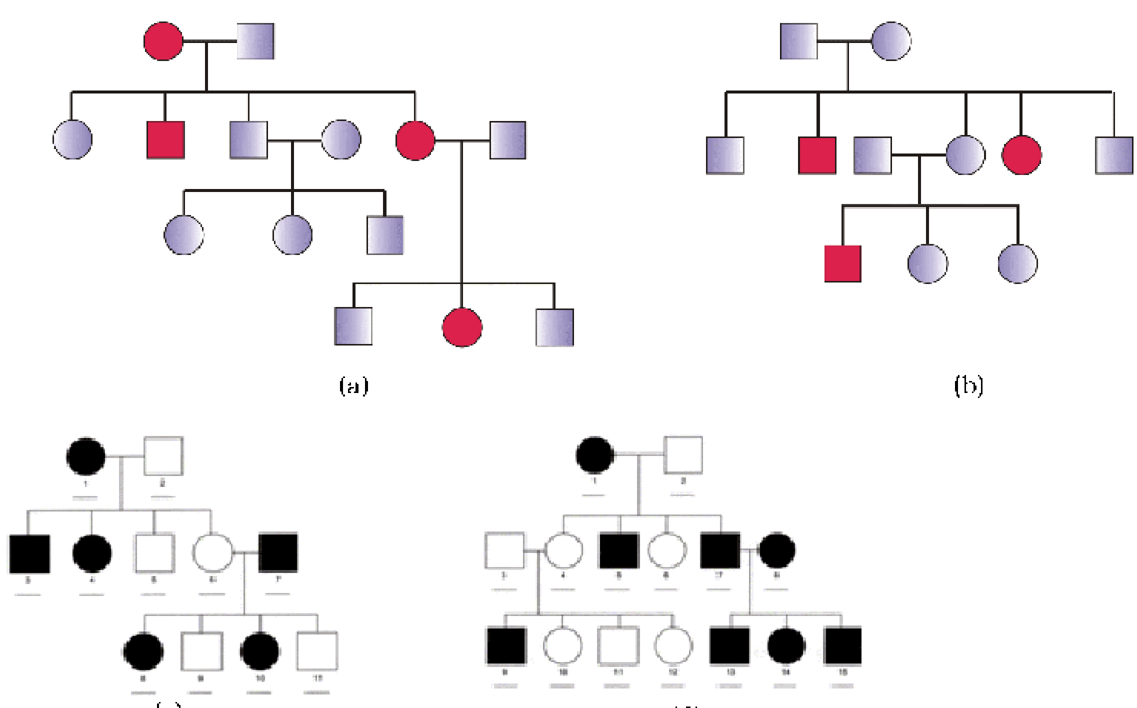
വൈകല്യങ്ങളോ കണ്ടെത്താനും സാധിക്കുന്നു. വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതും പ്രധാനപ്പെട്ടതുമായ നിശ്ചിത അടയാളങ്ങൾ (Standard symbols) ചിത്രം 5.13 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഈ അധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചതുപോലെ ഏതൊരു ജീവിയിലും അവയുടെ സ്വഭാവം നിയന്ത്രിക്കുന്നത് ക്രോമസോമിലെ DNA യിൽ കാണുന്ന ജീനുകളാണ്. ജനിതക വിവരങ്ങളുടെ വാഹകരാണ് DNA. അതുകൊണ്ട് ഒരു തലമുറയിൽ നിന്ന് അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് വിവരങ്ങൾ കൈമാറുമ്പോൾ അതിന് യാതൊരു മാറ്റവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. എന്നിരുന്നാലും, ചിലപ്പോഴൊക്കെ ചെറിയ മാറ്റങ്ങൾ സംഭവിക്കാറുണ്ട്. ഇങ്ങനെ ജനിതക വസ്തുക്കളിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങളാണ് ഉൽപ്പരിവർത്തനം എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. മനുഷ്യരിൽ കാണുന്ന പല പാരമ്പര്യ വൈകല്യങ്ങളും ക്രോമസോമിലോ ജീനുകളിലോ വന്ന മാറ്റങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതായി കാണാം.

5.6.2 മെൻഡൽ പ്രതിപാദിക്കുന്ന വൈകല്യങ്ങൾ (Mendelian Disorders)

ജനിതക വൈകല്യങ്ങളെ വിശാലമായി രണ്ടായി തരംതിരിക്കാം. 1. മെൻഡീലിയൻ വൈകല്യങ്ങൾ 2. ക്രോമസോം തലത്തിലുള്ള വൈകല്യങ്ങൾ.

ഒരു ജീനിൽ വന്ന ഉൽപ്പരിവർത്തനമോ വ്യതിയാനങ്ങളോ ആണ് മെൻഡീലിയൻ വൈകല്യങ്ങൾക്ക് നിദാനം. ഇത്തരം വൈകല്യങ്ങൾ ഒരു തലമുറയിൽ നിന്ന് അടുത്തതിലേക്ക് പാരമ്പര്യമായി കടന്നു പോകുന്നത് മെൻഡൽ മുമ്പ് വിശദീകരിച്ച പാരമ്പര്യ നിയമങ്ങൾ പാലിച്ചു കൊണ്ടാണ്. വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനത്തിലൂടെ മെൻഡീലിയൻ



ചിത്രം 5.14 വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനത്തിന്റെ നാലു പ്രതിനിധീകരണങ്ങൾ (a) സ്വരൂപ പ്രകടസ്വഭാവം ഉദാ- മയോടോണിക് ഡിസ്ട്രോഫി, (b) സ്വരൂപ ഗുപ്തസ്വഭാവം ഉദാ - അരിവാൾ രോഗം, (c) X-നോട് ചേർന്ന് പ്രകടം, (d) X- നോട് ചേർന്ന് ഗുപ്തം

വൈകല്യങ്ങളുടെ പിന്തുടർച്ചാരീതി മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും. വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതും സാധാരണവുമായ മെൻഡീലിയൻ വൈകല്യങ്ങളാണ് ഹീമോഫീലിയ, സിസ്റ്റിക് ഫൈബ്രോസിസ്, അരിവാൾ രോഗം, വർണാന്ധത, ഫെനൈൽകീറ്റോനൂറിയ, താലസീമിയ മുതലായവ. ഈ മെൻഡീലിയൻ വൈകല്യങ്ങൾ, പ്രകടമോ ഗുപ്തമോ ആകാം. പെഡിഗ്രി അപഗ്രഥനത്തിലൂടെ ഇവ പ്രകടഗുണമാണോ ഗുപ്തഗുണമാണോയെന്ന് വേഗത്തിൽ മനസിലാക്കാൻ സാധിക്കും. അതുപോലെ ചില വൈകല്യങ്ങൾ ലിംഗക്രോമസോമുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഹീമോഫീലിയ രോഗം X ക്രോമസോമുമായി ബന്ധപ്പെട്ടുകാണുന്നു. ജീനുകളുടെ ഗുപ്ത സ്വഭാവം കൊണ്ടാണ് ഇത് ഉണ്ടാകുന്നത്. രോഗം പകരുന്നത് രോഗ വാഹകരായ സ്ത്രീകളിൽ നിന്ന് അവരുടെ ആൺമക്കളിലേക്കാണ്. പ്രകടഗുണത്തെയും ഗുപ്തഗുണത്തെയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന വംശാവലി ചിത്രീകരണങ്ങൾ ചിത്രം 5.14 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. *പ്രകടസ്വഭാവവും ഗുപ്തസ്വഭാവവും അധ്യാപകരുമായി ചർച്ചചെയ്യുകയും ലിംഗക്രോമസോമുകളും സ്വരൂപക്രോമസോമുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടു കിടക്കുന്ന വംശാവലിയും രൂപപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുക.*

ഹീമോഫീലിയ

ലിംഗ ക്രോമസോമുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടുകിടക്കുന്ന ഗുപ്തജീനുകളുടെ വൈകല്യങ്ങൾ അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നത് രോഗമില്ലാത്ത, എന്നാൽ വാഹകരായ സ്ത്രീകളിൽ നിന്ന് ആൺ കുഞ്ഞുങ്ങളിലേക്കാണ്. ഇത്തരം വൈകല്യങ്ങളിൽ ഒന്നായ ഹീമോഫീലിയ എന്ന രോഗത്തെക്കുറിച്ച് വളരെ വിശാലമായി പഠനം നടത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഈ വൈകല്യത്തിൽ രക്തം കട്ടപിടിക്കുന്നതിന് കാരണമായ ഒരു കൂട്ടം മാംസ്യങ്ങളിൽ ഒന്നിന് തകരാറു സംഭവിക്കുന്നു. ഈ കാരണത്താൽ രോഗം ബാധിച്ച വ്യക്തിക്ക് ഒരു ചെറിയ മുറിവിൽ നിന്നുപോലും നിലയ്ക്കാത്ത രക്തപ്രവാഹമുണ്ടാകുന്നു. വിപരീതജീനുകളുള്ള സ്ത്രീകളിൽ (വാഹകർ) നിന്ന് ഈ രോഗം ആൺമക്കളിലേക്ക് പകരാം. സ്ത്രീകൾക്ക് ഹീമോഫീലിയ വരാനുള്ള സാധ്യത വളരെ വിരളമാണ്. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ ഇങ്ങനെയുള്ള സ്ത്രീകളുടെ അമ്മ ഹീമോഫീലിയവാഹകരും അച്ഛൻ ഹീമോഫിലിയരോഗിയും ആണെങ്കിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പെൺകുട്ടികൾ പിന്നീടുള്ള ജീവിതഘട്ടത്തെ അതിജീവിക്കില്ല. വിക്ടോറിയ രാജ്ഞിയുടെ വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനത്തിൽ നിന്നും അവർ ഈ രോഗത്തിന്റെ വാഹക ആയിരുന്നുവെന്നും അവരുടെ കുടുംബത്തിൽ ധാരാളം ഹീമോഫീലിയ പിൻഗാമികൾ ഉണ്ടായിരുന്നവെന്നും കാണാൻ സാധിച്ചു. അതിനാൽ ഈ രോഗം രാജകീയ രോഗം (റോയൽ ഡിസീസ്) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

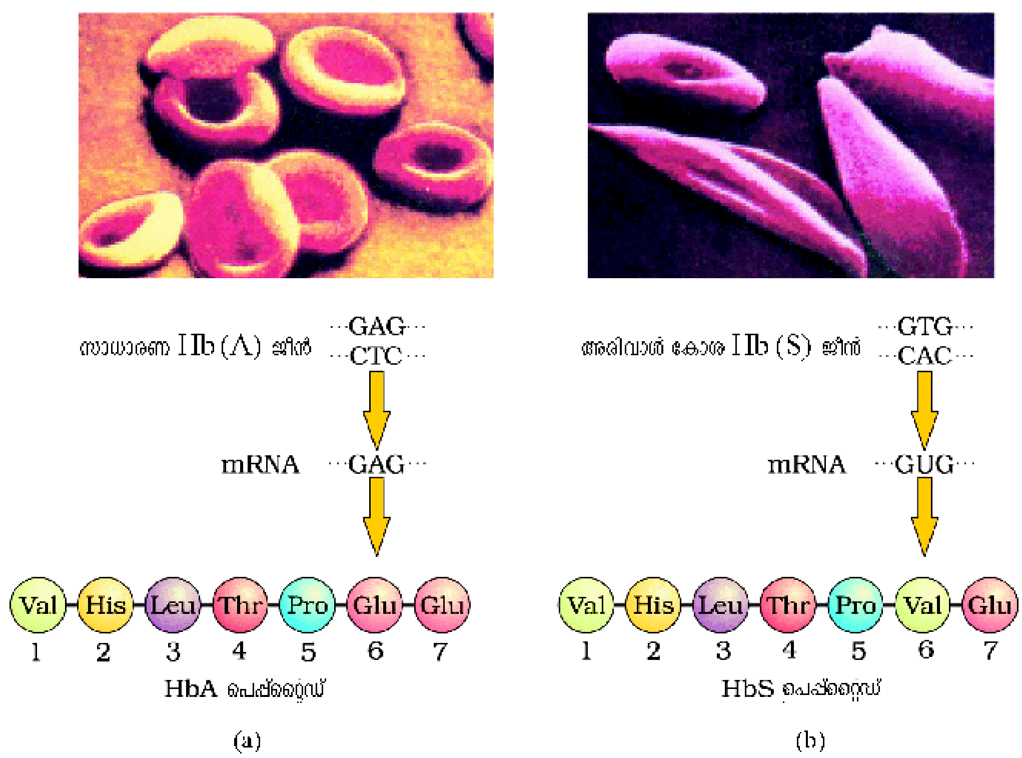
വർണാന്ധത

ലിംഗ ക്രോമസോമുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഒരു ഗുപ്തസ്വഭാവ വൈകല്യമാണ് വർണാന്ധത. കണ്ണിലെ ചുവന്ന അല്ലെങ്കിൽ പച്ച കോൺ കോശങ്ങളുടെ തകരാറുമൂലം പ്രാഥമിക വർണങ്ങളായ ചുവപ്പ്, പച്ച എന്നീ നിറങ്ങൾ വേർതിരിച്ചറിയാനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയാണ് വർണാന്ധത. X ലിംഗ ക്രോമസോമിലെ ജീനുകളിലുണ്ടാകുന്ന ഉൽപ്പരിവർത്തനമാണ് ഈ തകരാറിന് കാരണം. ഈ തകരാറ് 8 ശതമാനം പുരുഷന്മാരിൽ കാണപ്പെടുമ്പോൾ സ്ത്രീകളിൽ 0.4 ശതമാനം പേരിലേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. വർണാന്ധതയിലേയ്ക്ക് നയിക്കുന്ന ജീനുകൾ X ക്രോമസോമിൽ ഉള്ളടങ്ങിയിരിക്കുന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. ഈ വൈകല്യത്തിന്റെ

വാഹകരായ സ്ത്രീകൾക്കു ജനിക്കുന്ന ആൺകുട്ടികൾക്ക് വർണാന്ധതയുണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യത 50 ശതമാനമാണ്. ഇവിടെ ജീൻ ഗുപ്തമായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അമ്മയ്ക്ക് വർണാന്ധതയില്ല. പെൺകുട്ടികളിൽ സാധരണയായി വർണാന്ധത കാണപ്പെടുന്നില്ല. എന്നിരുന്നാലും വർണാന്ധതയുടെ വാഹകയായ അമ്മയ്ക്കും വർണ്ണാന്ധതയുള്ള അച്ഛനും ജനിക്കുന്ന പെൺകുട്ടികൾക്ക് വർണാന്ധത വരാൻ 50 ശതമാനം സാധ്യതയുണ്ട്.

അരിവാൾ രോഗം (Sickle-cell anaemia)

ഇത് സ്വരൂപ ക്രോമസോമുമായി ബന്ധപ്പെട്ടു കാണുന്ന ഒരു ഗുപ്തസ്വഭാവമാണ്. ഇത് അടുത്ത തലമുറയിൽ പ്രകടമാകുന്നത് രണ്ട് ജീവിത പങ്കാളികളും വാഹകരായിരിക്കുമ്പോഴാണ് (വിപരീതജോഡികൾ). ഈ വൈകല്യത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് ഒരു ജോഡി അലീലുകളായ Hb^A, Hb^S ആണ്. ഈ ജീനിന് സാധ്യമായ മൂന്നു തരത്തിലുള്ള അലീലുകളാണ് (രൂപഭേദങ്ങൾ) ഉള്ളത്. ഇതിൽ സമജോഡി ഗുപ്തജീൻ ($Hb^S Hb^S$) മാത്രമാണ് രോഗം പ്രകടമാക്കുന്നത്. വ്യത്യസ്ത ജോഡി ($Hb^A Hb^S$) യുള്ള വ്യക്തികൾ സാധാരണയായി രോഗം ഇല്ലാത്തവരും എന്നാൽ രോഗവാഹകരും ആയിരിക്കും. രോഗവാഹകർ അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് രോഗം കൈമാറാനുള്ള സാധ്യത 50% ആണ് (ചിത്രം 5.15).



ചിത്രം 5.15 ഹീമോഗ്ലോബിനിലെ β - ശൃംഖലയിലെ ചുവന്ന രക്താണുക്കളും അമിനോ ആസിഡുകളുടെ ഘടനയും കാണിക്കുന്ന ലഘുസൂക്ഷ്മ ചിത്രീകരണം (a) ഒരു സാധാരണ വ്യക്തിയിൽ നിന്ന് (b) ഒരു അരിവാൾരോഗബാധിത വ്യക്തിയിൽ നിന്ന്.

ഈ വൈകല്യത്തിന് കാരണം ഹീമോഗ്ലോബിനിലെ ബീറ്റാഗ്ലോബിൻ ശൃംഖലയിൽ ആറാം സ്ഥാനത്ത് ഗ്ലൂട്ടാമിക് ആസിഡ് എന്ന അമിനോ അമ്ലത്തിന് പകരം വാലീൻ വരുന്നതാണ്. ഗ്ലോബിൻ മാംസ്യത്തിലെ അമിനോആസിഡിലെ ഈ മാറ്റത്തിനുകാരണം ബീറ്റാ ശൃംഖലയിലെ ആറാമത്തെ അമിനോ ആസിഡിനെ തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന സന്ദേശമായ GAG എന്ന കോഡ് ഉൽപ്പരിവർത്തനം സംഭവിച്ച് GUG എന്നായി മാറുന്നതാണ്. ഇതു മൂലം ബീറ്റാ ശൃംഖലയിൽ ആറാമത് വരേണ്ട ഗ്ലൂട്ടാമിക് ആസിഡിന് പകരം അമിനോ ആസിഡ് ശൃംഖലയിൽ വാലീൻ എന്ന അമിനോ ആസിഡ് വരുന്നു. അങ്ങനെ ഉൽപ്പരിവർത്തനം സംഭവിച്ച ഹീമോഗ്ലോബിൻ കുറഞ്ഞ ഓക്സിജൻ മാത്രമുള്ള സാഹചര്യത്തിൽ പോളിമറൈസേഷന് വിധേയമാവുകയും ചുവന്ന രക്താണുക്കൾക്ക് അവയുടെ അവതല (Biconcave) രൂപത്തിൽ മാറ്റം സംഭവിച്ച് അരിവാൾ ആകൃതിയിലാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഫെനൈൽകീറ്റോനുറിയ (Phenylketonuria)

ഇത് ജന്മനാൽ സംഭവിക്കുന്ന ഒരു വൈകല്യമാണ്. ഇതും സരൂപ ക്രോമസോമുകളുടെ ഗുപ്തസ്വഭാവവൈകല്യം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ഒരു രോഗമാണ്. ഈ രോഗം ബാധിക്കുന്ന വ്യക്തിയുടെ ശരീരത്തിൽ ഫെനൈൽ അലനീൻ എന്ന അമിനോ ആസിഡിനെ ടൈറോസിൻ ആക്കി മാറ്റാൻ കഴിയുന്ന രാസാഗ്നിയുടെ അഭാവംമൂലം ഫെനൈൽ അലനീൻ അടിഞ്ഞുകൂടുകയും ഫെനൈൽ പൈറുവിക് ആസിഡും മറ്റ് ഉപോൽപ്പന്നങ്ങളുമായി മാറ്റപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. തലച്ചോറിൽ ഇവ അടിഞ്ഞു കൂടുന്നത് മാനസിക വൈകല്യത്തിന് കാരണമാകുന്നു. വൃക്കകളുടെ ആഗിരണത്തോത് കുറവായതിനാൽ ഇവ മൂത്രത്തിലൂടെ വിസർജിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

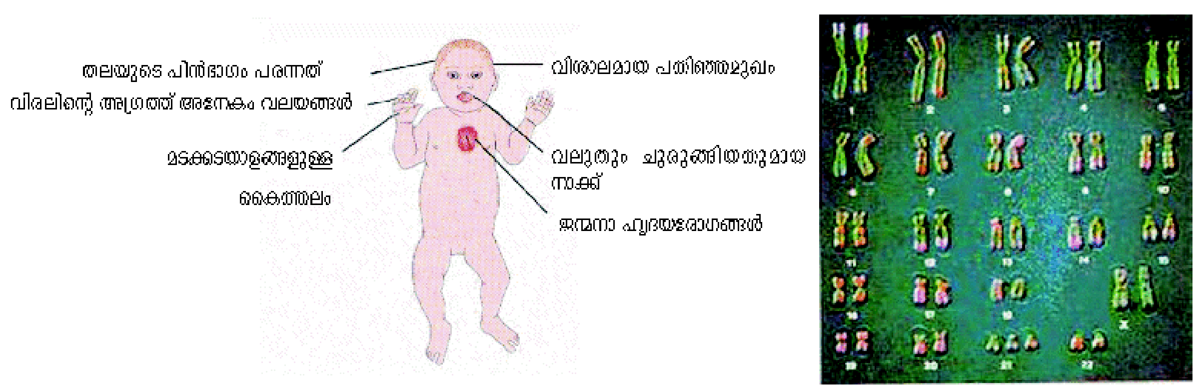
താലസീമിയ

സരൂപ ക്രോമസോമുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതും തലമുറകളിലൂടെ വ്യാപരിക്കുന്നതും രക്തത്തെ ബാധിക്കുന്നതുമായ ഒരു വൈകല്യമാണ് താലസീമിയ. ഉൽപ്പരിവർത്തനം അല്ലെങ്കിൽ ഒഴിവാക്കൽമൂലം ഗ്ലോബിൻ ജീനിൽ അസാധാരണമായ മാറ്റം ഉണ്ടാവുകയും തൻമൂലം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഗ്ലോബിൻ ശൃംഖലകളിൽ ഒന്നിന്റെ നിർമാണം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ ഘടനയിൽ മാറ്റം വരുത്തുകയും വിളർച്ചയ്ക്കു കാരണമാകുയും ചെയ്യുന്നു. ഇതാണ് താലസീമിയയുടെ ലക്ഷണം. ഹീമോഗ്ലോബിനിൽ മാറ്റം വരുന്ന ശൃംഖലയ്ക്കനുസരിച്ച് താലസീമിയയെ രണ്ടായി തരംതിരിക്കാം, ആൽഫയും ബീറ്റായും. ആൽഫ താലസീമിയയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് 16-ാമത്തെ ക്രോമസോമിൽ വളരെ അടുത്തടുത്തായി കാണപ്പെടുന്ന HBA1, HBA2 എന്നീ ജീനുകളാണ്. മാതാപിതാക്കളിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന നാല് അലീലുകളിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നോ അതിലധികമോ ജീനുകൾ നഷ്ടപ്പെടുകയോ ഉൽപ്പരിവർത്തനം സംഭവിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നതിന്റെ ഫലമായി താലസീമിയയുടെ തീവ്രതയിൽ വ്യത്യാസം വരുന്നു. എന്നാൽ ബീറ്റാ താലസീമിയയ്ക്കു കാരണം 11-ാമത്തെ ക്രോമസോമിൽ കാണപ്പെടുന്ന HBB ജീനുകളുടെ നഷ്ടമോ ഉൽപ്പരിവർത്തനമോ ആണ്. താലസീമിയയും അരിവാൾ രോഗവും തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസം, അരിവാൾ രോഗം തെറ്റായ രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഗ്ലോബിൻ മൂലമുണ്ടാകുന്ന ഒരു ഗുണാത്മക (Qualitative) വൈകല്യമാണെങ്കിൽ താലസീമിയ കുറഞ്ഞ തോതിലുള്ള ഗ്ലോബിൻ തന്മാത്രകളുടെ നിർമാണം കൊണ്ട് സംഭവിക്കുന്ന ഒരു പാരിമാണിക (Quantitative) വൈകല്യമാണ് എന്നതാണ്.

5.6.3 ക്രോമസോം തലത്തിലുള്ള വൈകല്യങ്ങൾ (Chromosomal disorders)

ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണത്തിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റമോ അല്ലെങ്കിൽ അവയുടെ ക്രമീകരണത്തിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസമോ ആണ് ക്രോമസോം തലത്തിലുള്ള വൈകല്യങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നത്. കോശവിഭജന സമയത്ത് ക്രൊമാറ്റിഡുകൾ വേർപിരിയാത്തതുകൊണ്ട് ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണത്തിൽ കുറവോ കൂടുതലോ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ അവസ്ഥയെ **അന്യൂപ്ലോയിഡി (Aneuploidy)** എന്നു പറയുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഡൗൺസ് സിൻഡ്രോമിന് കാരണം 21-മത്തെ ക്രോമസോം ജോഡിയിൽ ഒരു അധിക ക്രോമസോം വന്നു ചേരുന്നതാണ്. അതുപോലെ സ്ത്രീകളിൽ ഒരു X ക്രോമസോമിന്റെ അഭാവമാണ് ടർണേഴ്സ് സിൻഡ്രോമിനും കാരണം. കോശവിഭജനത്തിന്റെ അവസാന ഘട്ടമായ ടീലോഫെയ്സിന് ശേഷം കോശദ്രവ്യം യഥാക്രമം വിഭജിക്കാതിരുന്നാൽ ജീവികളിൽ ക്രോമസോമുകളുടെ ആകെ എണ്ണം കൂടുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസത്തെ **പോളിപ്ലോയിഡി (Polyploidy)** എന്നു പറയുന്നു. ഈ അവസ്ഥ സസ്യങ്ങളിലാണ് പ്രധാനമായി കണ്ടുവരുന്നത്.

ഒരു സാധാരണ മനുഷ്യന്റെ ശരീരകോശത്തിൽ ആകെ 46 ക്രോമസോമുകളാണ് കാണുന്നത്. ഇതിൽ 22 ജോഡി സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകളും ഒരു ജോഡി ലിംഗ ക്രോമസോമുകളുമാണ്. എന്നാൽ വളരെ വിരളമായി ഒരു ജോഡിയിൽ ഒരു ക്രോമസോം അധികമായി



ചിത്രം 5.16 ഡൗൺ സിൻഡ്രോം ബാധിച്ച വ്യക്തിയും അവരുടെ ക്രോമസോം ഘടനയും കാണിക്കുന്ന ചിത്രം

കാണപ്പെടുകയോ (ട്രൈസോമി) അല്ലെങ്കിൽ ഒരു ക്രോമസോം ഇല്ലാതിരിക്കുകയോ (മോണോസോമി) ചെയ്യാം. ഈ അവസ്ഥകൾ വ്യക്തികളിൽ ഗുരുതരമായ പ്രശ്നങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. ഡൗൺസ് സിൻഡ്രോം, ക്ലീൻഫെൽടേഴ്സ് സിൻഡ്രോം, ടർണേഴ്സ് സിൻഡ്രോം എന്നിവ ക്രോമസോമുകളിലെ വൈകല്യങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

ഡൗൺസ് സിൻഡ്രോം

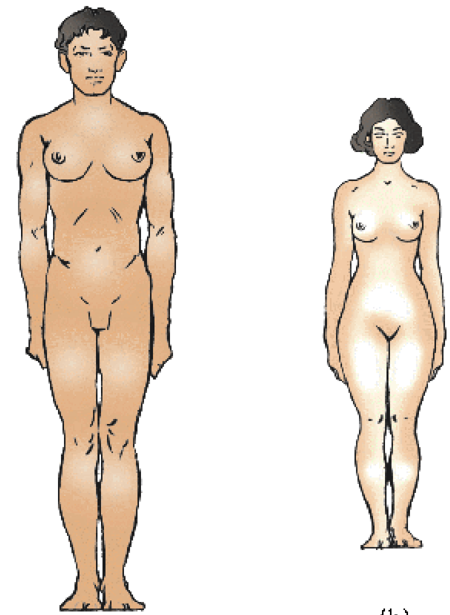
ഈ ജനിതക വൈകല്യത്തിനു കാരണം 21-മത്തെ ജോഡി ക്രോമസോമിൽ അധികമായി ഒരു ക്രോമസോം കാണപ്പെടുന്നതാണ് (21 ന്റെ ട്രൈസോമി). ഈ വൈകല്യം ആദ്യമായി വിശദീകരിച്ചത് 1866 ൽ ലാംഗ്ടൺ ഡൗൺ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. ഇത്തരം വൈകല്യമുള്ളവർ ചെറിയ വൃത്താകാരത്തിലുള്ള മുഖവും ചുളിവുകളുള്ള നാവും പകുതി തുറന്ന വായും സവിശേഷമടക്കുകളുള്ള വലുപ്പമേറിയ കൈപ്പത്തിയും ഒക്കെയുള്ള ഉയരം കുറഞ്ഞവരായിരിക്കും. ഇവരുടെ ശാരീരികവും മാനസികവുമായ വളർച്ച മുരടിച്ചതുമായിരിക്കും.

ക്ലീൻഫെൽടേഴ്സ് സിൻഡ്രോം

ഈ ജനിതകവൈകല്യത്തിനു കാരണം ഒരു X ക്രോമസോമിന്റെ ആധിക്യമാണ്. അതിന്റെ ഫലമായി ന്യൂക്ലിയസിൽ 47 ക്രോമസോമുകൾ കാണുന്നു. (XXY) ഈ വ്യക്തികൾക്ക് കാഴ്ചയിൽ ആണിന്റെ രൂപമാണെങ്കിലും പ്രായപൂർത്തിയാവുമ്പോൾ സ്തന വളർച്ച (Gynaecomastia) പ്രകടമാകുന്നു. ഇങ്ങനെയുള്ളവർക്ക് പ്രത്യുൽപ്പാദന ശേഷി ഉണ്ടായിരിക്കില്ല (ചിത്രം 5.17 a).

ടർണേഴ്സ് സിൻഡ്രോം

സ്ത്രീകളിലുണ്ടാകുന്ന ഒരു വൈകല്യമാണ് ഇത്. ഈ വൈകല്യത്തിന് കാരണം ഒരു X ക്രോമസോമിന്റെ അഭാവമാണ്. ഇവരുടെ കോശങ്ങളിൽ 45 ക്രോമസോമുകൾ മാത്രമേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളു. ഇവരിൽ അണ്ഡാശയം പൂർണവളർച്ച എത്തുന്നില്ല. എന്നു മാത്രമല്ല അവ ലോപിച്ച് ഇല്ലാതാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ വൈകല്യം ബാധിച്ചവരിൽ പ്രായപൂർത്തിയായാലും ലൈംഗിക സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ പ്രകടമാവില്ല. ഇവരിൽ പ്രത്യുൽപ്പാദന ശേഷിയും ഉണ്ടായിരിക്കില്ല (ചിത്രം 5.17 b).



(a) സ്ത്രൈണസ്വഭാവമുള്ള മെലിഞ്ഞ നീണ്ടശരീരം

(b) സ്ത്രൈണസ്വഭാവം പൂർണമല്ലാത്ത കുറുകിയ ശരീരം

ചിത്രം 5.17 ലിംഗക്രോമസോമുകളുടെ വ്യത്യാസംമൂലമുള്ള ജനിതക രോഗങ്ങളുടെ ചിത്രീകരണം.
(a) ക്ലീൻഫെൽടേഴ്സ് സിൻഡ്രോം (b) ടർണേഴ്സ് സിൻഡ്രോം

സംഗ്രഹം

ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഒരു ശാഖയായ ജനിതക ശാസ്ത്രം പ്രതിപാദിക്കുന്നത് പാരമ്പര്യത്വങ്ങളെയും അതിന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങളെയും പറ്റിയാണ്. കുഞ്ഞുങ്ങൾ അവരുടെ മാതാപിതാക്കളുമായി ബാഹ്യഘടനയിലും ജീവധർമ്മത്തിലും സാമ്യത പുലർത്തുന്നു എന്നത് മറ്റു ജീവശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ ശ്രദ്ധപിടിച്ചു പറ്റുന്നതിന് കാരണമായി. മെൻഡൽ ആണ് ഈ പ്രതിഭാസത്തെ ആദ്യമായി കൃത്യതയോടെ പഠനവിധേയമാക്കിയത്. അദ്ദേഹം പാരമ്പര്യത്തിന്റെ പ്രേഷണത്തെപ്പറ്റി പയർച്ചെടികളിലെ വിപരീത സ്വഭാവങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾക്കിടയിൽ പാരമ്പര്യശാസ്ത്രനിയമങ്ങളും ആവിഷ്കരിച്ചു. ഇത് പിൽക്കാലത്ത് മെൻഡലിന്റെ പാരമ്പര്യനിയമങ്ങൾ എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെട്ടു. അദ്ദേഹം 'ഘടകങ്ങൾ' (പിന്നീട് ജീൻ എന്നറിയപ്പെട്ടു) ആണ് സ്വഭാവത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് എന്നും ഇത് ജോഡികളായി കാണപ്പെടുന്നു എന്നും അലീലുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നുവെന്നും പ്രതിപാദിച്ചു. സ്വഭാവഗുണങ്ങൾ കുഞ്ഞുങ്ങളിലേക്ക് വ്യാപരിക്കുന്നതിന് ഒരു പ്രത്യേക മാതൃക പിന്തുടരുകയും വ്യത്യസ്ത തലമുറകളിൽ (F_1, F_2 തുടങ്ങിയവ) ഈ മാതൃക വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നുവെന്ന് അദ്ദേഹം നിരീക്ഷിച്ചു. ചില സ്വഭാവങ്ങൾ മറ്റുള്ളവയേക്കാൾ പ്രകടസ്വഭാവം ഉള്ളവയാണ്. പ്രകടസ്വഭാവങ്ങൾ കാണിക്കുന്ന രണ്ടു ഘടകങ്ങളും വിപരീത ജോഡികളായിരുന്നാൽ അത് പ്രകടസ്വഭാവത്തെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. (പ്രകടസ്വഭാവ നിയമം) രണ്ടു ഘടകങ്ങളും സമജോഡികളായിരുന്നാൽ ഗുപ്തഗുണങ്ങൾ പ്രകടമാകുന്നു. വിപരീത ജോഡി (Heterozygous) സ്വഭാവങ്ങൾ ഒരിക്കലും കൂടിക്കലരുന്നില്ല. വിപരീതജോഡി ജീനുകളാണെങ്കിൽ ഗുപ്തസ്വഭാവം പ്രകടമാവാതിരിക്കുകയും പിന്നീട് അത് സമജോഡി ജീനുകളായി വന്നാൽ ആ സ്വഭാവം വീണ്ടും പ്രകടമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ ബീജകോശങ്ങളുണ്ടാകുമ്പോൾ സ്വഭാവങ്ങളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന ജീനുകൾ വേർതിരിയുന്നു (Law of Segration). എല്ലാ സ്വഭാവങ്ങളും ശുദ്ധമായ പ്രകടസ്വഭാവങ്ങളല്ല. ചില സ്വഭാവങ്ങൾ അപൂർണ പ്രകടഗുണവും മറ്റു ചിലവ സഹപ്രകടത എന്ന ഗുണവും കാണിക്കുന്നു. രണ്ടു വിപരീതജോഡി സ്വഭാവങ്ങളുടെ സങ്കരണത്തിൽ ഘടകങ്ങൾകൂടിക്കലരാതെ തികച്ചും സ്വതന്ത്രമായി അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് ക്രമീകരണത്തിന്റെയും തിരഞ്ഞെടുക്കലിന്റെയും (Permutation & Combination) അടിസ്ഥാനത്തിൽ കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുമെന്നും കണ്ടെത്തി (സ്വതന്ത്ര അപവ്യൂഹനനിയമം). ബീജകോശങ്ങളുടെ വ്യത്യസ്തമായ കൂടിച്ചേരൽ സൈദ്ധാന്തികമായി വിശകലനം ചെയ്യുവാനുപയോഗിക്കുന്ന സമചതുരമാണ് പന്നറ്റ് സമചതുരം. ക്രോമസോമിലെ ഘടകങ്ങൾ (ജീൻ) സ്വഭാവങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. ഇതാണ് ജനിതകരൂപം. അതിന്റെ ഭൗതിക രൂപത്തിന് പ്രകടരൂപം എന്നും പറയുന്നു.

ജീനുകൾ ക്രോമസോമുകളിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത് എന്ന് മനസ്സിലാക്കിയതിനു ശേഷം മെൻഡലിന്റെ നിയമങ്ങളും (വിവേചന നിയമവും സ്വതന്ത്ര അവപവ്യൂഹ നിയമവും) ഊനഭംഗവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിച്ചു. ഇതുകൊണ്ട് മെൻഡലിന്റെ നിയമങ്ങൾ ക്രോമസോമിന്റെ പാരമ്പര്യപ്രേഷണ സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിക്കുന്നതിന് സഹായകമായി. പിന്നീട് മെൻഡലിന്റെ സ്വതന്ത്ര അപവ്യൂഹന നിയമത്തിന് കാരണം യഥാർഥത്തിൽ ജീനുകളല്ല മറിച്ച് ജീനുകൾ ഒരേ ക്രോമസോമിൽ തന്നെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണെന്ന് മനസിലാക്കി. ഈ ജീനുകളെ യോജക ജീനുകൾ എന്നു പറയു

ന്നു. തൊട്ടടുത്തായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ജീനുകൾ ഒന്നിച്ച് വ്യാപരിക്കുകയും ദൂരെദൂരെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ജീനുകൾ പുനർസംയോജനത്തിന്റെ ഫലമായി സ്വതന്ത്രമായി വ്യാപരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ക്രോമസോമിൽ ജീനുകളെ അടുക്കിയിരിക്കുന്ന രീതി അനുസരിച്ചുള്ള രേഖാചിത്രമാണ് ലിങ്കേജ് മാപ്പ് (Linkage map).

വളരെയധികം ജീനുകൾ ലിംഗക്രോമസോമുകളുമായി യോജിച്ചു കാണുന്നു. ഇവയെ ലിംഗയോജക ജീനുകൾ (sex linked genes) എന്നു വിളിക്കുന്നു. രണ്ടു ലിംഗത്തിലും (ആൺ ജീവിയിലും പെൺ ജീവിയിലും) പൊതുവെ കാണപ്പെടുന്ന തരത്തിലുള്ള ക്രോമസോമുകളും വ്യത്യസ്ത തരത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ക്രോമസോമുകളുമുണ്ട്. രണ്ടു ലിംഗത്തിലുംപ്പെട്ട ജീവികൾ ലിംഗക്രോമസോമുകളുടെ കാര്യത്തിൽ വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുന്നു. ഇതിൽ ലിംഗ ക്രോമസോമുകൾ ഒഴികെ ബാക്കിയുള്ള ക്രോമസോമുകളെ സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകൾ (Autosomes) എന്നു പറയുന്നു. മനുഷ്യരിൽ ഒരു സ്ത്രീയിൽ 22 ജോഡി സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകളും ഒരു ജോഡി ലിംഗക്രോമസോമുകളു **(XX)** മാണുള്ളത്. ഒരു പുരുഷനിൽ 22 ജോഡി സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകളും ഒരു ജോഡി ലിംഗക്രോമസോമുകളും **(XY)** ആണുള്ളത്. കോഴികളുടെ കാര്യത്തിൽ പൂവൻകോഴികളിൽ **ZZ** ലിംഗക്രോമസോമുകളും പിടക്കോഴികളിൽ **ZW** ലിംഗക്രോമസോമുകളുമാണുള്ളത്.

ജനിതകവസ്തുക്കളിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റത്തെ ഉൽപ്പരിവർത്തനം എന്നു നിർവചിക്കാം. ഒരു ബിന്ദുതല ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Point mutation) എന്നാൽ DNA യിൽ ഒരു ബേസ് ജോഡിയിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസമാണ്. അരിവാൾ രോഗത്തിനു കാരണം ഹീമോഗ്ലോബിനിലെ ജീൻ ശ്രേണിയിലുള്ള ഒരു ബേസിന്റെ വ്യത്യാസമാണ്. കുടുംബങ്ങളിലെ ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങളുടെ പാരമ്പര്യപ്രേഷണം വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനം വഴി മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ചില ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങൾ മുഴുവൻ ക്രോമസോമുകളിലും മാറ്റം വരുത്തുകയോ (Polyploidy) ക്രോമസോം സംഖ്യയിൽ വ്യത്യാസങ്ങൾ വരുത്തുകയോ (Aneuploidy) ചെയ്യുന്നു. ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന ജനിതക വൈകല്യങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കാൻ ഇവ സഹായിക്കുന്നു. ഡൗൺസ് സിൻഡ്രോമിന് കാരണം ക്രോമസോം 21 - ലെ ട്രൈസോമിയാണ്. ക്രോമസോം 21 - ൽ ക്രോമസോമിന്റെ ഒരു പകർപ്പ് അധികമായി കാണപ്പെടുന്നു. തൽഫലമായി ക്രോമസോമിന്റെ എണ്ണം 47 ആകുന്നു. ടർണേഴ്സ് സിൻഡ്രോമിൽ ഒരു **X** ക്രോമസോം നഷ്ടപ്പെടുകയും ലിംഗ ക്രോമസോമുകളുടെ എണ്ണം X0 ആകുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്ലീൻഫെൽടേഴ്സ് സിൻഡ്രോമിൽ ലിംഗക്രോമസോമുകൾ **XXY** ആയാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ന്യൂക്ലിയസിലെ ജനിതക ഘടന (Karytoype) യുടെ അപഗ്രഥനം വഴി ഇത് എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. മെൻഡൽ പരീക്ഷണങ്ങൾക്കു വേണ്ടി പയർച്ചെടി തിരഞ്ഞെടുത്തത് എന്തുകൊണ്ട് ?
2. വ്യത്യാസങ്ങൾ എഴുതുക

   എ) പ്രകടഗുണം, ഗുപ്തഗുണം

   ബി) സമജോഡി, വിപരീതജോഡി

   സി) ഏക സങ്കരണം, ദ്വിസങ്കരണം
3. ഒരു ദ്വിപ്ലോയ്ഡ് ജീവിയിൽ 4 ലോക്കസുകളിൽ വിപരീത ജോഡി ജീനുകളുണ്ട്. ഇവ എത്ര തരം ലിംഗകോശങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കും?
4. ഒരു ഏക സങ്കരണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രകടസ്വഭാവനിയമം വിവരിക്കുക.
5. ഒരു ശോധകവർഗസങ്കരണം ഉദാഹരണസഹിതം നിർവചിക്കുക.
6. ഒരു സമജോഡി പെൺജീവിയും വിപരീത ജോഡി ആൺജീവിയും തമ്മിലുള്ള സങ്കരണം ഒരു പുന്നറ്റ് സമചതുരത്തിൽ സൂചിപ്പിക്കുകയും അവയുടെ ഒന്നാം തലമുറയിലെ പ്രകട സ്വഭാവങ്ങളെ തരംതിരിക്കുകയും ചെയ്യുക.
7. ഉയരക്കൂടുതലും മഞ്ഞവിത്തുകളും ഉള്ള സസ്യത്തെ (TtYy) ഉയരക്കൂടുതലും പച്ച വിത്തുകളുമുള്ള ഒരു സസ്യം (Ttyy) കൊണ്ട് സങ്കരണം നടത്തുന്നു. അവയുടെ കുഞ്ഞുങ്ങളുടെ പ്രകടഗുണത്തിന്റെ അനുപാതം താഴെ പറയുന്നതരത്തിൽ വ്യക്തമാക്കുക.

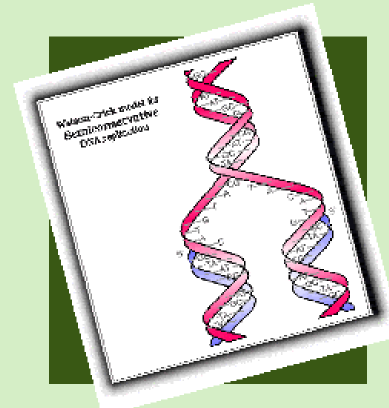
   എ) ഉയരുക്കൂടുതലും പച്ച വിത്തുകളും

   ബി) ഉയരക്കുറവും പച്ച വിത്തുകളും
8. രണ്ട് വിപരീത ജോഡി സ്വഭാവങ്ങളുള്ള മാതൃപിതൃസസ്യത്തെ സങ്കരണം നടത്തുന്നു. രണ്ട് ജീനുകളുടെയും സ്ഥാനം വളരെ അടുത്താണെങ്കിൽ അവയുടെ ഒന്നാം തലമുറയിലെ ദ്വിസങ്കരാനുപാതത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന പ്രകടസ്വഭാവങ്ങളുടെ ജീനുകൾ എങ്ങനെ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?
9. ജനിതകശാസ്ത്രത്തിൽ T.H മോർഗന്റെ സംഭാവനകൾ ചുരുക്കിയെഴുതുക.
10. വംശപാരമ്പര്യ അപഗ്രഥനം എന്നാലെന്ത്? ഇങ്ങനെയുള്ള ഒരു അപഗ്രഥനം ഫലപ്രദമാണോ?
11. മനുഷ്യനിലെ ലിംഗനിർണയ രീതി എങ്ങനെയാണ്?
12. ഒരു കുട്ടിയുടെ രക്തഗ്രൂപ്പ് O ആണ്. അതിന്റെ അച്ഛന്റെ രക്തഗ്രൂപ്പ് A യും അമ്മയുടെ രക്തഗ്രൂപ്പ് B യും ആണ്. അച്ഛന്റെയും അമ്മയുടെയും രക്തഗ്രൂപ്പുകളുടെ ജനിതകഘടനയും മറ്റു കുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് ഉണ്ടാകാവുന്ന രക്തഗ്രൂപ്പുകളുടെ ജനിതക ഘടനയും നിർണയിക്കുക.
13. താഴെപ്പറയുന്നവ ഉദാഹരണസഹിതം വിശദീകരിക്കുക?

   എ) സഹപ്രകടത

   ബി) അപൂർണ പ്രകട സ്വഭാവം
14. ബിന്ദുതല ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Point mutation) എന്നാലെന്ത്? ഒരു ഉദാഹരണം എഴുതുക.
15. ക്രോമസോമിന്റെ പ്രേഷണസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഉപജ്ഞാതാക്കൾ ആരെല്ലാം?
16. രണ്ട് ശാരീരിക ക്രോമസോം വൈകല്യങ്ങളും അവയുടെ ലക്ഷണങ്ങളും എഴുതുക?

അധ്യായം 6



പാരമ്പര്യത്തിന്റെ തൻമാത്രാടിസ്ഥാനം (MOLECULAR BASIS OF INHERITANCE)

6.1 ഡിഎൻഎ തന്മാത്ര
6.2 ജനിതക വസ്തുവിന്റെ അന്വേഷണം
6.3 ആർഎൻഎ ലോകം
6.4 ഇരട്ടിക്കൽ
6.5 അനുലേഖനം
6.6 ജനിതക സംജ്ഞ
6.7 തർജമ
6.8 ജീൻ ആവിഷ്കാരവും നിയന്ത്രണവും
6.9 മനുഷ്യജീനോം പദ്ധതി
6.10 ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ്

പാരമ്പര്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന ഘടകങ്ങളെക്കുറിച്ച് മുമ്പ് പ്രതിപാദിച്ച പാഠഭാഗത്ത് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. മെൻഡലിന്റെ കാലഘട്ടത്തിൽ പാരമ്പര്യത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഈ 'ഘടകങ്ങളെ' അത്ര വ്യക്തമായി തിരിച്ചറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. പിന്നീടുള്ള നൂറുവർഷങ്ങൾക്കിടയിൽ നടന്ന പഠനങ്ങളുടെ ഫലമായി മിക്ക ജീവികളിലും ജനിതക പദാർഥം ഡിഓക്സീറൈബോ ന്യൂക്ലിക്കാസിഡ് (DNA) ആണ് എന്ന് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. ന്യൂക്ലിക്ക് ആസിഡുകൾ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ പോളിമറുകൾ ആണെന്ന് ഒന്നാം വർഷ പാഠഭാഗത്ത് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ?

ഡിഓക്സീറൈബോ ന്യൂക്ലിക്ക് ആസിഡ് (DNA), റൈബോ ന്യൂക്ലിക്ക് ആസിഡ് (RNA) എന്നീ രണ്ടുതരം ന്യൂക്ലിക്ക് ആസിഡുകൾ ജീവവർഗങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിൽ ഡിഎൻഎ (DNA) മിക്ക ജീവികളിലും ജനിതക പദാർഥമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്നാൽ ചില വൈറസുകളിൽ ആർഎൻഎ (RNA) ആണ് ഈ ധർമം നിർവഹിക്കുന്നത്. അവ മിക്കപ്പോഴും സന്ദേശവാഹകരായും (Messenger), അനുരൂപക (Adapter) തൻമാത്രകളായും, ചിലപ്പോൾ ഉൽപ്രേരക (Catalyst) തന്മാത്രകളായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. മുൻ വർഷങ്ങളിൽ നിങ്ങൾ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ ഘടന പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അവയുടെ ഏകകണികകൾ (Monomeres) ബഹുകണികകൾ (Polymers) ആയി മാറി ന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് ആകുന്നതും പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ പാഠഭാഗത്ത് ഡിഎൻഎയുടെ ഘടന, ഇരട്ടിക്കൽ, ഡിഎൻഎയിൽ നിന്നും ആർഎൻഎ യിലേക്കുള്ള അനുലേഖനം (Transcription), മാംസ്യത്തിലെ അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണികളെ നിർണയിക്കുന്ന ജനിതക സംജ്ഞകൾ (Genetic code), മാംസ്യത്തിന്റെ തർജമ (Translation), അവയുടെ നിർമാണത്തിലുള്ള നിയന്ത്രണം എന്നിവയെക്കുറിച്ച് പ്രതിപാദിക്കുന്നു. മനുഷ്യ ജിനോമിലെ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ശ്രേണിയെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനു വേണ്ടി കഴിഞ്ഞ

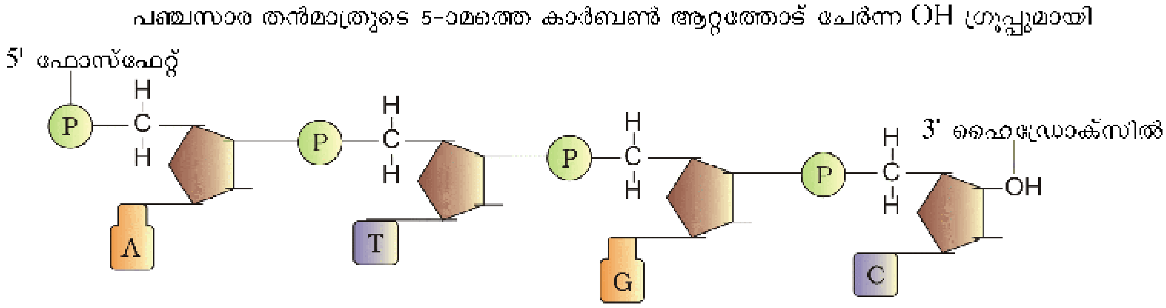
ദശാബ്ദത്തിൽ ജിനോമിക്സ് എന്ന ഒരു ശാസ്ത്രശാഖ തന്നെ ഉടലെടുത്തു. ജീവികളിലെ ഏറ്റവും കൗതുക തൻമാത്രയായ ഡിഎൻഎയുടെ ഘടന എന്ത് എന്ന് നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം. ഡിഎൻഎ എന്തുകൊണ്ടാണ് മിക്ക ജീവജാലങ്ങളുടെയും ജനിതക പദാർഥമായതെന്നും ഡിഎൻഎ ക്ക് ആർഎൻഎ യുമായുള്ള ബന്ധം എന്താണെന്നും പരിശോധിക്കാം.

6.1 ഡിഎൻഎ (DNA)

ധാരാളം ഡി ഓക്സിറൈബോ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളാൽ നിർമിതമായ ഒരു നീളം കൂടിയ പോളിമറാണ് ഡിഎൻഎ. സാധാരണയായി ഡിഎൻഎയുടടെ നീളം അതിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ എണ്ണമായി (ഒരു ജോഡി ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളെ ബേസ് ജോഡികൾ - base pairs എന്ന് വിളിക്കുന്നു) വ്യാഖ്യാനിച്ചിരിക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ എണ്ണം ഓരോ ജീവിവിഭാഗത്തിലും സവിശേഷമായിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി ϕ174 ബാക്ടീരിയാഫേജിയിൽ 5386 ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളും, ലാംഡ ബാക്ടീരിയാഫേജിയിൽ (λ Bacteriophage) 48502 ബേസ് ജോഡികളും (bp) *എഷറിഷിയ കോളി (Escherichia coli)* ബാക്ടീരിയത്തിൽ 4.6×10^6 bp യും മനുഷ്യ ഏകപ്ലോയിഡ് കോശങ്ങളിൽ 3.3×10^9 bp യും കാണപ്പെടുന്നു. ഇത്രയും നീളമുള്ള ഡിഎൻഎ യുടെ സങ്കീർണ ഘടന എന്താണെന്ന് പരിശോധിക്കാം.

6.1.1 പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ ഘടന

ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകൾക്ക് മൂന്ന് ഘടകങ്ങൾ ഉണ്ട് -ഒരു നൈട്രജൻ ബേസ്, അഞ്ച് കാർബൺ ആറ്റമുള്ള പഞ്ചസാര തൻമാത്ര (ആർഎൻഎ യിൽ അത് റൈബോസും, ഡിഎൻഎ യിൽ ഡിഓക്സീറൈബോസും), ഒരു ഫോസ്ഫേറ്റ് ഗ്രൂപ്പ്. നൈട്രജൻ ബേസുകൾ രണ്ടുതരം ഉണ്ട്- പ്യൂരിനുകളായ അഡിനിൻ (Adenine), ഗ്വാനിൻ (Guanine) എന്നിവയും പിരമിഡിനുകളായ സൈറ്റോസിൻ (Cytosine), യുറാസിൽ (Uracil), തൈമിൻ (Thymine) എന്നിവയും. സൈറ്റോസിനുകൾ ആർഎൻഎ യിലും ഡിഎൻഎ യിലും പൊതുവായി കാണപ്പെടുന്നു. തൈമിനുകൾ ഡിഎൻഎ യിൽ മാത്രം കാണപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ആർഎൻഎ യിൽ തൈമിനുപകരം യുറാസിൽ ആണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഓരോ നൈട്രജൻ ബേസും പഞ്ചസാര തൻമാത്രയുമായി N - ഗ്ലൈക്കോസിഡിക് (N Glycosidic) രാസബന്ധനം മൂലം ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവയെ ന്യൂക്ലിയോസൈഡ് (Nucleoside) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന തൻമാത്രകൾ ഒന്നുകിൽ അഡിനോസിൻ അല്ലെങ്കിൽ ഡിഓക്സി അഡിനോസിൻ, ഗ്വാനോസിൻ അല്ലെങ്കിൽ ഡിഓക്സി ഗ്വാനോസിൻ, സൈറ്റിഡീൻ അല്ലെങ്കിൽ ഡിഓക്സീസൈറ്റിഡീൻ, യുറിഡീൻ അല്ലെങ്കിൽ ഡിഓക്സി തൈമിഡിൻ എന്നിവയാണ്. ന്യൂക്ലിയോസൈഡിലെ പഞ്ചസാര തൻമാത്രുടെ 5-ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തോട് ചേർന്ന OH ഗ്രൂപ്പുമായി



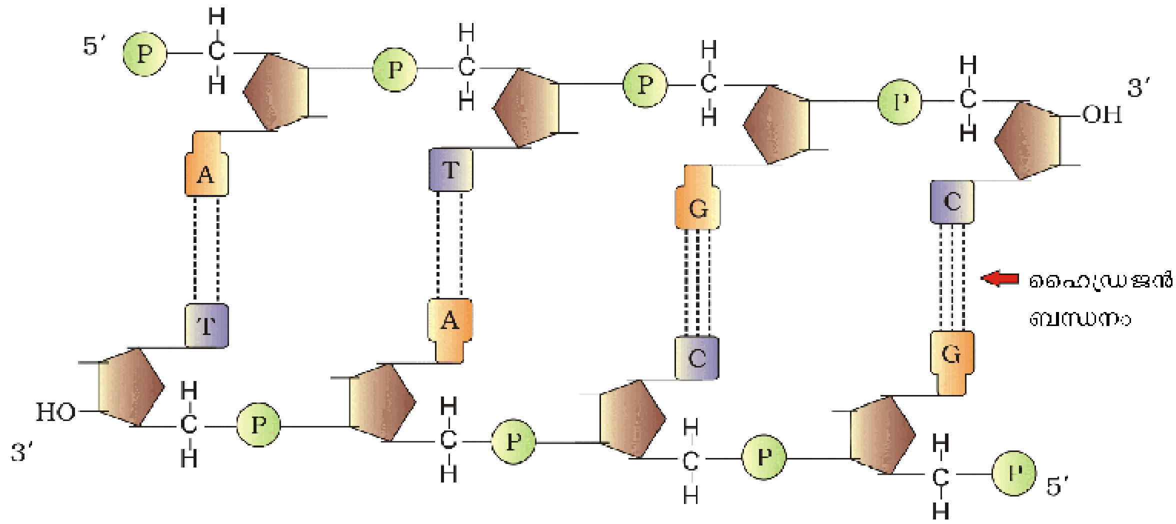
ചിത്രം 6.1 ഒരു പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ചങ്ങല

ഒരു ഫോസ്ഫേറ്റ് തന്മാത്രയെ ഫോസ്ഫോഎസ്റ്റർ രാസബന്ധനത്തിലൂടെ ബന്ധിപ്പിക്കുമ്പോൾ ആ തൻമാത്രയെ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് എന്നു വിളിക്കാം. ഇവിടെ പഞ്ചസാര തന്മാത്ര ഡിഓക്സി റൈബോസ് ആണെങ്കിൽ ഇതിനെ ഡിഓക്സി ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് എന്ന് വിളിക്കും. രണ്ട് ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ മൂന്നും അഞ്ചും $(3'-5')$ കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ ഫോസ്ഫോഡൈഎസ്റ്റർ ബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെടുമ്പോൾ അവയെ ഡൈന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ അനേകം ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകൾ ചേർന്ന് പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ചങ്ങല ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഒരു പോളിമർ രൂപം കൊള്ളുമ്പോൾ പഞ്ചസാര തന്മാത്രയുടെ അഞ്ചാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തോട് ചേർന്ന് ഒരു സ്വതന്ത്ര ഫോസ്ഫേറ്റ് ഗ്രൂപ്പ് കാണപ്പെടുന്നു. പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡിന്റെ ഈ അഗ്രത്തെ $5'$ അഗ്രം എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അതുപോലെ മറ്റേ അഗ്രത്തിൽ റൈബോസിന്റെ മൂന്നാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തോട് ചേർന്ന് ഒരു സ്വതന്ത്ര OH ഗ്രൂപ്പും ഉണ്ട്. ഈ അഗ്രം പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ചങ്ങലയുടെ $3'$ അഗ്രം എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഒരു പോളി ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡിന്റെ നട്ടെല്ല് രൂപപ്പെടുന്നത് പഞ്ചസാര തൻമാത്രയും ഫോസ്ഫേറ്റ് ഗ്രൂപ്പും ചേർന്നാണ്. പഞ്ചസാര തന്മാത്രയുമായി ബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്ന നൈട്രജൻ ബേസുകൾ നട്ടെല്ലിൽ നിന്നും തള്ളി നിൽക്കുന്ന അവസ്ഥയിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത് (ചിത്രം 6.1).

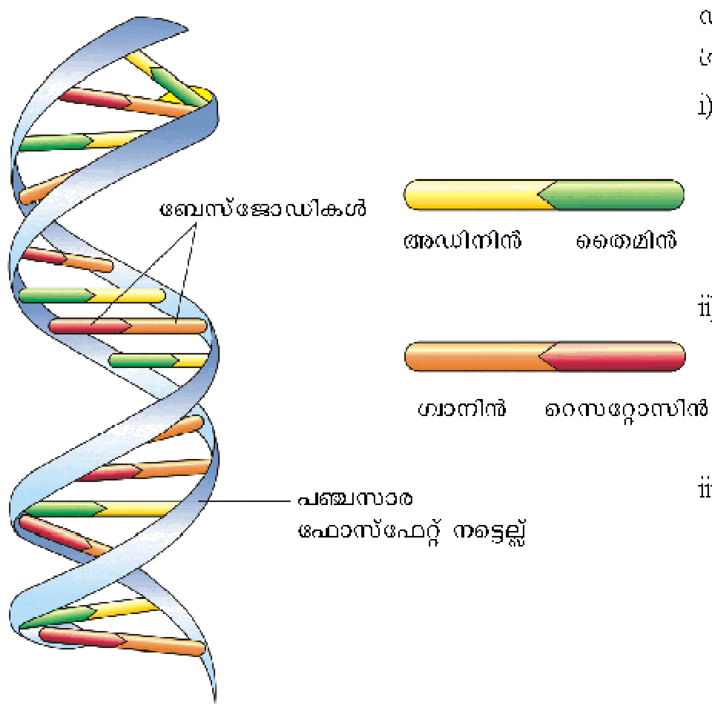
ആർഎൻഎ തന്മാത്രയിൽ ഒരു അധിക OH ഗ്രൂപ്പ് റൈബോസ് പഞ്ചസാരയുടെ രണ്ടാമത്തെ C- ആറ്റത്തോട് ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്നു. ഇത് കൂടാതെ തൈമിനുകൾക്ക് പകരം യുറാസിലുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. തൈമിനുകളുടെ മറ്റൊരു രാസനാമം 5- മീതൈൽ യുറാസിൽ (5-methyl uracil) എന്നാണ്.

അമ്ല സ്വഭാവം ഉള്ള ഡിഎൻഎ തന്മാത്ര ന്യൂക്ലിയസിൽ ഉണ്ടെന്ന് 1869 ൽ ഫ്രെഡറിക് മിഷറാണ് കണ്ടെത്തിയത്. അദ്ദേഹം അവയെ 'ന്യൂക്ലിൻ' എന്ന് വിളിച്ചു. ഈ നീണ്ട പോളിമറിനെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുതിനുള്ള സാങ്കേതിക അപര്യാപ്തതമൂലം വർഷങ്ങളോളം ഡിഎൻഎ യുടെ ഘടന തിരിച്ചറിയുന്നതിന് കഴിഞ്ഞില്ല. എന്നാൽ മൗറീസ് വിൽക്കിൻസും റോസാലിന്റ് ഫ്രാൻക്ലിനും ചേർന്ന് നിർമിച്ച X- റേ ഡിഫ്രാക്ഷൻ (X-ray Diffraction) വിവരങ്ങൾ പരിശോധിച്ച് പഠിച്ചതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ 1953 ൽ ജയിംസ് വാട്ട്സണും, ഫ്രാൻസിസ് ക്രിക്കും ചേർന്ന് ഡിഎൻഎയുടെ ഏറ്റവും ലളിതമായ ഘടന നിർദേശിച്ചു. ഇതാണ് ഡിഎൻഎയുടെ പ്രശസ്തമായ **ചുറ്റുഗോവണി (Double helix)** മാതൃക. ഈ മാതൃകയുടെ സവിശേഷമായ പ്രത്യേകത പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡിന്റെ രണ്ടിഴകളിലെ ബേസ് ജോഡികളുടെ അനുപൂരക സ്വഭാവം ആണ്. ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളിലെ അഡിനിനും തൈമിനും തമ്മിലും ഗുവാനിനും സൈറ്റോസിനും തമ്മിലും ഉള്ള അനുപാതം തുല്യമാണ് എന്ന് എർവിൻ ചർഗാഫിന്റെ (Erwin Chargaff) നിരീക്ഷണവും ഇവരെ ഈ ഘടന വിവരിക്കുന്നതിൽ വളരെ സഹായിച്ചു.

പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ശ്രേണികളുടെ സവിശേഷമായ പ്രത്യേകതയാണ് ബേസ് ജോഡി രൂപീകരണം. ഈ ബേസ് ജോഡികൾ അനുപൂരകമായി (Complementary) നിലനിൽക്കുന്നു. ആയതിനാൽ ഒരു ശ്രേണിയിലെ ബേസുകൾ മനസ്സിലായാൽ അതിന് എതിർഭാഗത്തുള്ള ശ്രേണിയിലെ ബേസുകളെ മനസ്സിലാക്കാൻ ഈ അനുപൂരകത സഹായിക്കുന്നു. അതുപോലെ ഓരോ ശ്രേണിയും പുതിയ ശ്രേണിയെ നിർമിക്കുന്നതിൽ ഒരു അച്ച് (Template) ആയി വർത്തിക്കുന്നു. അച്ച് ശ്രേണിയെ മാതൃശ്രേണി (Parental Strand) എന്നും പുതിയതായി നിർമിക്കപ്പെടുന്ന ശ്രേണിയെ പുത്രികാശ്രേണി (Daughter strand) എന്നും വിളിക്കുന്നു. പുത്രികാശ്രേണിയും മാതൃശ്രേണിയും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ അവ അനന്യമായിരിക്കും. മേൽപ്പറഞ്ഞ കാരണങ്ങളാൽ ഡിഎൻഎ ഒരു ജനിതക പദാർഥമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന് തികച്ചും അനുയോജ്യമാണെന്ന് പറയാം.



ചിത്രം 6.2 ഇരട്ടച്ചങ്ങലയുള്ള ഒരു പോളിന്യൂക്ലിയോറൈറ്റഡ്



ചിത്രം 6.3 ഡിഎൻഎയുടെ ചുറ്റുഗോവണി ഘടന

ഡിഎൻഎയുടെ ചുറ്റുഗോവണി മാതൃകയുടെ പ്രധാന സവിശേഷതകൾ താഴെ തന്നിരിക്കുന്നു:

i) പഞ്ചസാര-ഫോസ്ഫേറ്റ് ബന്ധനം നട്ടെല്ലായി വർത്തിക്കുന്ന രണ്ടു പോളീന്യൂക്ലിയോറൈറ്റഡ് ചങ്ങലകളാൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടതാണ് ഡിഎൻഎ. ബേസ് ജോഡികൾ ചുറ്റുഗോവണിയുടെ പടികളായി കാണപ്പെടുന്നു.

ii) രണ്ടു ചങ്ങലകളും എതിർ ദിശയിൽ പരസ്പര സമാന്തര ശ്രേണികൾ ആയി കാണപ്പെടുന്നു. ഒരു ചങ്ങലയുടെ ധ്രുവത (Polarity) $5' - 3'$ ഉം മറു ചങ്ങലയുടെ ധ്രുവത $3' - 5'$ ഉം ആണ്.

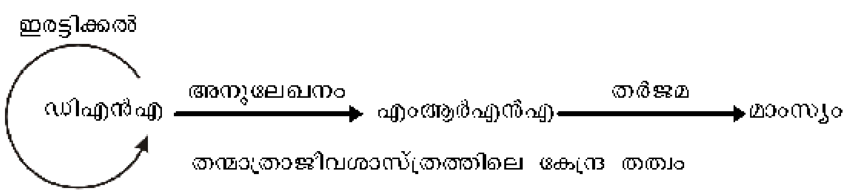
iii) രണ്ടു ചങ്ങലകളിലെ ബേസുകൾ തമ്മിൽ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലൂടെ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം ബന്ധനത്തിലൂടെ ബേസ് ജോഡികൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇരു ചങ്ങലകൾക്കുമിടയിൽ, അഡിനിൻ തൈമിനുമായി രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനവും ഗ്വാനിൻ സൈറ്റോസിനുമായി മൂന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനവും ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതുമൂലം ഒരു പ്യൂരിന് എതിരായി എപ്പോഴും ഒരു പിരമിഡിൻ വരുന്നു. ഇത്തരം ബന്ധനം മൂലം ചുറ്റുഗോവണിയിലെ രണ്ട് ചങ്ങലകൾ തമ്മിൽ ഏകതാനമായ ദൂരം നിലനിർത്തപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 6.2).

iv) രണ്ടു ചങ്ങലകൾ വലതുഭാഗത്തേക്ക് ചുറ്റപ്പെട്ട് കാണപ്പെടുന്നു. രണ്ടു ചുറ്റുകൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം 3.4 nm (3.4 നാനോ മീറ്റർ) ആണ്. ഒരു നാനോ മീറ്റർ എന്നത് 10^{-9} മീറ്റർ ആകുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ ഏകദേശം 10 ബേസ് ജോഡികൾ ഓരോ ചുറ്റിലും കാണപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ രണ്ട് ബേസ് ജോഡികൾ തമ്മിലുള്ള അകലം ഏകദേശം 0.34nm ആയിരിക്കും.

v) ബേസ് ജോഡികൾ ഒന്നിനുമീതേ ഒന്നായി ക്രമീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങളാലുണ്ടാകുന്ന ചുറ്റുഗോവണി ഘടനയ്ക്ക് കൂടുതൽ സ്ഥിരത ലഭ്യമാകും (ചിത്രം 6.3).

പ്യൂരിനുകളുടെയും പിരമിഡിനുകളുടെയും ഘടനകൾ തമ്മിലുള്ള താരതമ്യപഠനം നടത്തി പ്രവർത്തനപുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക. എന്തു കൊണ്ടാണ് ഡിഎൻഎയിലെ രണ്ട് പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ശൃംഖലകൾ തമ്മിലുള്ള അകലം എപ്പോഴും സ്ഥിരമായി നിലനിൽക്കുന്നത്?

ഇങ്ങനെ നിർദേശിക്കപ്പെട്ട ഡിഎൻഎ യുടെ ചുറ്റുഗോവണി മാതൃകയും ജനിതകവസ്തുക്കളെ കുറിച്ചുള്ള അതിന്റെ ലളിതമായ വിശദീകരണവും ഒരു വിപ്ലവകരമായ ചുവടുവയ്പായിരുന്നു. താമസിയാതെ, ഫ്രാൻസിസ് ക്രിക്ക് തൻമാത്രാ ജീവശാസ്ത്രത്തിലെ കേന്ദ്രതത്വം (Central dogma) അവതരിപ്പിച്ചു. ഇതനുസരിച്ച് ജനിതക സന്ദേശങ്ങൾ പ്രവഹിക്കുന്നത് ഡിഎൻഎ യിൽ നിന്നും ആർഎൻഎ യിലേക്കും അതുവഴി മാംസ്യത്തിലേക്കുമാണ്. ഇതിനെ ഡിഎൻഎ → എംആർഎൻഎ → മാംസ്യം എന്ന് സൂചിപ്പിക്കാം.



തൻമാത്രാജീവശാസ്ത്രത്തിലെ കേന്ദ്ര തത്വം

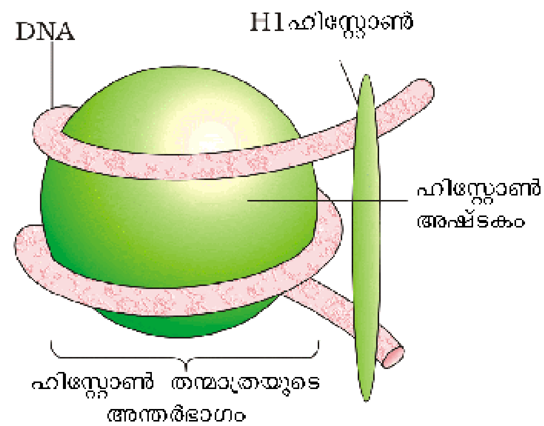
ചില വൈറസുകളിൽ ജനിതക വിവരങ്ങൾ പ്രവഹിക്കുന്നത് എതിർ ദിശയിലാണ്. അതായത് ആർഎൻഎയിൽ നിന്നും ഡിഎൻഎയിലേക്ക്. *ഈ പ്രക്രിയയുടെ പേര് നിർദേശിക്കാമോ?*

6.1.2 ഡിഎൻഎ ഇഴകളുടെ ക്രമീകരണം

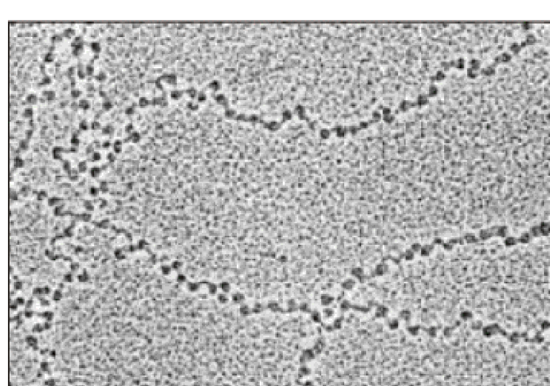
അടുത്തടുത്ത രണ്ട് ബേസ് ജോഡികൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം 0.34 nm (0.34×10^{-9}m) ആണല്ലോ. അങ്ങനെ ആണെങ്കിൽ മനുഷ്യകോശത്തിലെ ഡിഎൻഎയുടെ ആകെ നീളം കണക്കാൻ ആകെയുള്ള ബേസ് ജോഡികളുടെ എണ്ണത്തെ രണ്ട് ബേസ് ജോഡികൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം കൊണ്ട് ഗുണിച്ചാൽ മതിയാകും. അതായത് 6.6×10^9bp $\times 0.34 \times 10^{-9}$m/bp. ഇത് ഏകദേശം 2.2m ആയിരിക്കും. ഒരു മാതൃകാകോശ മർമ്മത്തിൽ ഡിഎൻഎ യുടെ നീളം മർമ്മത്തിന്റെ വ്യാപ്തിയേക്കാൾ (ഏകദേശം 10^{-6}m) വളരെ കൂടുതലാണ്. അങ്ങനെ ആണെങ്കിൽ ഇത്രത്തോളം നീളമുള്ള സ്ഥൂല തന്മാത്ര എങ്ങനെയാണ് കോശത്തിനുള്ളിൽ പൊതിഞ്ഞുവെച്ചിരിക്കുന്നത്?

ഇ.കോളി (E.coli) ബാക്ടീരിയയിൽ ഡിഎൻഎ യുടെ നീളം 1.36 mm ആണെങ്കിൽ അവയിൽ എത്ര ബേസ് ജോഡികൾ ഉണ്ടെന്ന് കണക്കാക്കുക.

പ്രോക്കാരിയോട്ടുകളായ (Prokaryotes) *ഇ.കോളി* പോലെയുള്ള ബാക്ടീരിയകൾക്ക് വ്യക്തമായ കോശമർമ്മം ഇല്ല. എങ്കിലും അവയുടെ ഡിഎൻഎ കോശദ്രവത്തിനുള്ളിൽ ചിതറി കിടക്കുകയല്ല മറിച്ച് ചില മാംസ്യ തൻമാത്രകളുമായി ചേർന്ന് കാണപ്പെടുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ഇങ്ങനെ നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഡിഎൻഎ തൻമാത്ര പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള മാംസ്യ തൻമാ



ചിത്രം 6.4a ന്യൂക്ലിയോസോം



ചിത്രം 6.4b 'നൂലിൽ കോർത്ത മുത്തുകൾ' - ഒരു ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പിക് ദൃശ്യം

ത്രയുമായി ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന ഘടകത്തെ 'ന്യൂക്ലിയോയിഡ് (Nucleoid) എന്ന് പറയുന്നു. ഈ ന്യൂക്ലിയോയിഡിൽ ഡിഎൻഎ ചില മാംസ്യങ്ങൾ കൊണ്ട് വലയരൂപത്തിൽ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ (Eukaryotes) ഈ ക്രമീകരണം കുറച്ചുകൂടി സങ്കീർണമാണ്. ഇവയിൽ ഒരു കൂട്ടം പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ബേസിക മാംസ്യങ്ങളെ **ഹിസ്റ്റോണുകൾ (Histones)** എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു മാംസ്യത്തിന്റെ ചാർജ് അവയിലെ അമിനോ ആസിഡിന്റെ ചാർജുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ബേസിക് അമിനോ ആസിഡുകളായ ലൈസിൻ, ആർജിനിൻ എന്നീ അമിനോ ആസിഡുകളാൽ സമ്പുഷ്ടമാണ് ഹിസ്റ്റോണുകൾ. ഈ രണ്ട് അമിനോ ആസിഡിന്റെ കണികകളും പോസിറ്റീവ് ചാർജുകൾ വഹിക്കുന്നവയാണ്. എട്ടു ഹിസ്റ്റോൺ സഹതൻമാത്രകൾ കൊണ്ട് നിർമിക്കപ്പെട്ട ഏകകങ്ങളായാണ് ഹിസ്റ്റോണുകളെ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇവയെ **ഹിസ്റ്റോൺ അഷ്ടകങ്ങൾ (Histone Octamer)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഹിസ്റ്റോൺ അഷ്ടകങ്ങളെ നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഡിഎൻഎ ഘടകങ്ങൾ ചുറ്റി രൂപം കൊള്ളുന്ന ഘടനയെ **ന്യൂക്ലിയോസോം** എന്ന് വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 6.4a). ഒരു മാതൃകാ ന്യൂക്ലിയോസോമിൽ ഡിഎൻഎയുടെ 200 ബേസ് ജോഡികൾ കാണപ്പെടുന്നു. കോശമർമ്മത്തിൽ കാണുന്നഇത്തരം ന്യൂക്ലിയോസോം ഘടനയുടെ ആവർത്തനങ്ങളെ **ക്രോമാറ്റിനുകൾ** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. വർണവസ്തുക്കൾ ഉപയോഗിച്ച് നിറം നൽകിയാൽ ക്രോമാറ്റിനുകൾ നിറമുള്ള ഇഴകളായി കാണുന്നു. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ ക്രോമാറ്റിനിലെ ന്യൂക്ലിയോസോമുകളെ ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ നിരീക്ഷിച്ചാൽ അവ നൂലിൽ കോർത്ത മുത്തുകൾ പോലെ കാണപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 6.4b).

സൈദ്ധാന്തികമായി ഒരു സസ്തനിയുടെ കോശത്തിൽ ഇത്തരം എത്ര മുത്തുകൾ (ന്യൂക്ലിയോസോമുകൾ) കാണപ്പെടുന്നു എന്ന് കണക്കാക്കാൻ കഴിയുമോ?

നൂലിൽ കോർത്ത മുത്തുകൾ ഘടനയായുള്ള ക്രോമാറ്റിനുകളെ അടുക്കിച്ചേർത്ത് ക്രോമാറ്റിൻ നാരുകൾ (Chromatin fibers) ആക്കിമാറ്റുകയും, കോശവിഭജനത്തിന്റെ മെറ്റാഫേസ് (Metaphase) ഘട്ടത്തിൽ ഇത്തരം നാരുകൾ കുറുകി ഘനം കൂടി ക്രോമസോമുകളായി രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ ക്രോമാറ്റിൻ തന്തുക്കളെ ഇത്തരത്തിൽ ചേർത്തു നിർത്തുന്നതിനായി മറ്റനവധി മാംസ്യങ്ങൾ സഹായിക്കുന്നു. ഇവ **ഹിസ്റ്റോൺ ഇതര മാംസ്യങ്ങൾ (Non-Histone Chromosomal (NHC) Proteins)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഒരു മാതൃകാ കോശമർമത്തിൽ ചില ക്രോമാറ്റിൻ തന്തുക്കൾ അയഞ്ഞ നിലയിലുള്ളവയും ചെറിയ അളവിൽ മാത്രം വർണം ആഗിരണം ചെയ്യുന്നവയുമാണ്. ഇവയെ **യൂക്രോമാറ്റിൻ (Euchromatin)** എന്നു പറയുന്നു. മറ്റു ചില തന്തുക്കൾ തിങ്ങിയ നിലയിലുള്ളവയും കൂടുതൽ വർണ വസ്തുക്കളെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നവയുമാണ്. ഇവയെ **ഹെറ്ററോക്രോമാറ്റിൻ (Heterochromatin)** എന്നു വിളിക്കുന്നു. യൂക്രോമാറ്റിനുകളിൽ അനുലേഖനം വളരെ സജീവമാണ്. എന്നാൽ ഹെറ്ററോക്രോമാറ്റിനുകളിൽ അനുലേഖനം നിർജീവമാണ്.

6.2 ജനിതക വസ്തുവിനു വേണ്ടിയുള്ള അന്വേഷണം

മീഷർ, ന്യൂക്ലിനുകൾ കണ്ടെത്തിയതും മെൻഡൽ തന്റെ പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചതും ഏതാണ്ട് ഒരേ കാലഘട്ടത്തിലായിരുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ഡിഎൻഎയാണ് ജനിതക വസ്തു എന്ന കണ്ടെത്തലിനുപിന്നെയും നീണ്ടകാലം കാത്തിരിക്കേണ്ടിവന്നു. 1926 ൽ പാരമ്പര്യത്തിന്റെ ജനിതക രീതി കണ്ടെത്താൻ നടത്തിയ അന്വേഷണങ്ങൾ എത്തിച്ചേർന്നത് അവയുടെ തൻമാത്രാതലത്തിലുള്ള അറിവുകളിലേക്കായിരുന്നു. ഗ്രിഗർ മെൻഡൽ, വാൾട്ടർ സട്ടൺ, തോമസ് ഹണ്ട് മോർഗൻ തുടങ്ങിയവരുടെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ എല്ലാം തന്നെ കോശമർമ്മത്തിലെ ക്രോമസോമുകളെ മാത്രം കേന്ദ്രീക

രിച്ചുള്ള അന്വേഷണത്തിലേക്ക് എത്തിച്ചു. എന്നാൽ ഏത് തന്മാത്രയാണ് ജനിതക പദാർഥമായി വർത്തിക്കുന്നത് എന്ന ചോദ്യത്തിന് അപ്പോഴും ഉത്തരം കണ്ടെത്താനായില്ല.

പരിവർത്തന തത്വം (Transforming Principle)

1928ൽ ഫ്രെഡറിക് ഗ്രിഫിത്ത് *സ്ട്രെപ്റ്റോകോക്കസ് ന്യുമോണിയ (Streptococcus pneumoniae)* എന്ന ബാക്ടീരിയയിൽ (ന്യുമോണിയയ്ക്കു കാരണമാകുന്ന ബാക്ടീരിയ) അനേകം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയുണ്ടായി. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ബാക്ടീരിയകൾ അത്ഭുതകരമായ പരിവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാക്കുന്നതായും അവയുടെ ഭൗതിക ആകാരത്തിൽ വ്യതിയാനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതായും അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി.

സ്ട്രെപ്റ്റോകോക്കസ് ന്യുമോണിയ (Streptococus pneumoniae) എന്ന ബാക്ടീരിയ വ്യത്യസ്ത മാധ്യമങ്ങളിൽ വളരുമ്പോൾ അതിൽ ഒരു വിഭാഗം തിളക്കമുള്ളതും മിനുസമുള്ളതുമായ (Smooth, S) കോളനികളായും രൂപപ്പെടുമ്പോൾ മറ്റൊരു വിഭാഗം പരുക്കനായ (Rough, R) കോളനികളായും രൂപപ്പെടുന്നു. S ഇനങ്ങളിൽ മിനുസമായ കോളനികൾ ഉണ്ടാകാൻ കാരണം അവയുടെ കോശസ്തരത്തിലെ പ്രത്യേകതരം മ്യൂക്കോപോളിസാക്കറൈഡുകളുടെ സാന്നിധ്യമാണ്. എന്നാൽ R ഇനങ്ങളിൽ ഈ തന്മാത്രകൾ കാണപ്പെടുന്നില്ല. എലികളിൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ, S ഇനം ബാക്ടീരിയകൾ (Virulent) ന്യുമോണിയ ഉണ്ടാക്കുകയും എലികൾ മരണപ്പെടുന്നതായും കണ്ടു. എന്നാൽ R ഇനങ്ങൾ, എലികളിൽ ന്യുമോണിയ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല.

S ഇനം → എലികളിൽ കുത്തിവയ്ക്കുന്നു → എലികൾ മരണപ്പെടുന്നു

R ഇനം → എലികളിൽ കുത്തിവയ്ക്കുന്നു → എലികൾ ജീവിക്കുന്നു

തുടർന്നുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഗ്രിഫിത്ത് S ഇനം ബാക്ടീരിയകളെ ചൂടാക്കിക്കൊന്ന (Heat killed/S) ശേഷം എലികളിൽ കുത്തിവച്ചു. തദവസരത്തിൽ ഈ എലികളിൽ രോഗലക്ഷണങ്ങൾ ഒന്നും തന്നെ ഉണ്ടായില്ല. അതിനുശേഷം ചൂടാക്കി കൊന്ന S ഇനത്തോടൊപ്പം രോഗകാരികളല്ലാത്ത R ഇനം ബാക്ടീരിയകളെയും കൂട്ടിക്കലർത്തി എലികളിൽ കുത്തിവെച്ചു. അപ്പോൾ അവയിൽ രോഗലക്ഷണങ്ങൾ പ്രകടമാകുകയും മരണകാരണമാവുകയും ചെയ്തു. ഇങ്ങനെ മരണപ്പെട്ട എലികളിൽ നിന്നും S ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ബാക്ടീരിയകളെ വീണ്ടെടുക്കാനും അദ്ദേഹത്തിനു കഴിഞ്ഞു.

S ഇനം (ചൂടാക്കി കൊന്നത്) → എലികളിൽ കുത്തിവയ്ക്കുന്നു → എലികൾ ജീവിക്കുന്നു

S ഇനം (ചൂടാക്കികൊന്നത്) + R ഇനം (ജീവനുള്ളത്) → എലികളിൽ കുത്തിവയ്ക്കുന്നു → എലികൾ മരണപ്പെടുന്നു

ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും അദ്ദേഹം ചില നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരുകയുണ്ടായി. ചൂടാക്കി കൊല്ലപ്പെട്ട S ഇനം ബാക്ടീരിയകൾ ചില R ഇനം ബാക്ടീരിയകളെ പോളിസാക്കറൈഡ് ആവരണം നിർമ്മിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന രോഗകാരികളായ S ഇനങ്ങളായി ഏതോവിധത്തിൽ **പരിവർത്തനം** ചെയ്തു **(Transformed)**. അങ്ങനെ R ഇനങ്ങൾ രോഗകാരികളായി മാറുകയും ചെയ്തു. ഇത്തരം മാറ്റങ്ങൾ ജനിതക വസ്തുക്കളുടെ കൈമാറ്റം കൊണ്ടാകാം സംഭവിച്ചത്. എന്നിരുന്നാലും ജനിതക പദാർഥങ്ങളുടെ ജൈവരാസസ്വഭാവം വ്യാഖ്യാനിക്കാൻ ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ അദ്ദേഹത്തിനായില്ല.

പരിവർത്തന തത്വത്തിന്റെ ജൈവരാസസ്വഭാവം

ഓസ്വാൾഡ് ഏവറി (Oswald Avery), കോളിൻ മക്ളോഡ് (Colin Mcleod), മെക്ളിൻ

മെകാർത്തി (Maclyn McCarty) എന്നിവരുടെ (1933-44) പഠനങ്ങൾക്കു മുമ്പ് മാംസ്യ മാണ് ജനിതക പദാർഥമായി വർത്തിക്കുന്നത് എന്നാണ് കരുതിയിരുന്നത്. ഗ്രിഫിത്തിന്റെ പരീക്ഷണങ്ങളിലെ 'പരിവർത്തന തത്വത്തിന്റെ' ജൈവരാസ സ്വഭാവം കണ്ടെത്തുന്നതി നായുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇവർ തുടങ്ങിവച്ചു.

ചൂടാക്കി കൊന്ന S ഇനം ബാക്ടീരിയങ്ങളിൽ നിന്നും ഏത് ഘടകമാണ് R ഇനം ബാക്ടീരിയങ്ങളെ S ഇനമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നത് എന്ന് കണ്ടെത്തുന്നതിനായി ഇവർ ഡിഎൻഎ, ആർഎൻഎ, മാംസ്യം മുതലായ ജൈവരാസ പദാർഥങ്ങൾ S ഇനം ബാക്ടീരിയങ്ങളിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുത്തു. കൂടാതെ മാംസ്യത്തിന്റെ വിഘടന ത്തിനു കാരണമാകുന്ന രാസാഗ്നികളായ പ്രോട്ടിയേസുകളും (Proteases), ആർഎൻ എയുടെ വിഘടനത്തിനു കാരണമാകുന്ന രാസാഗ്നികളായ ആർഎൻഏസുകളും (RNases), ബാക്ടീരിയകളുടെ പരിവർത്തനത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല എന്നും അവർ കണ്ടെ ത്തി. എന്നാൽ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളെ വിഘടിപ്പിക്കുന്ന രാസാഗ്നികളായ ഡിഎൻഎ യ്സുകൾ (DNase) പരിവർത്തനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നതായി കണ്ടതിൽ നിന്നും ബാക്ടീരിയയിൽ പരിവർത്തനത്തിനു കാരണമായ തന്മാത്ര ഡിഎൻഎ ആണെന്ന് സ്ഥിരീകരിച്ചു. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും ഡിഎൻഎയാണ് ജനിതക പദാർഥം എന്ന അനുമാനത്തിൽ എത്തിച്ചേരുകയുണ്ടായി. എങ്കിലും എല്ലാ ജീവശാസ്ത്രകാര ന്മാരെയും ഇത് ബോധ്യപ്പെടുത്താൻ അവർക്കായില്ല.

6.2.1 ജനിതക വസ്തു - ഡിഎൻഎ

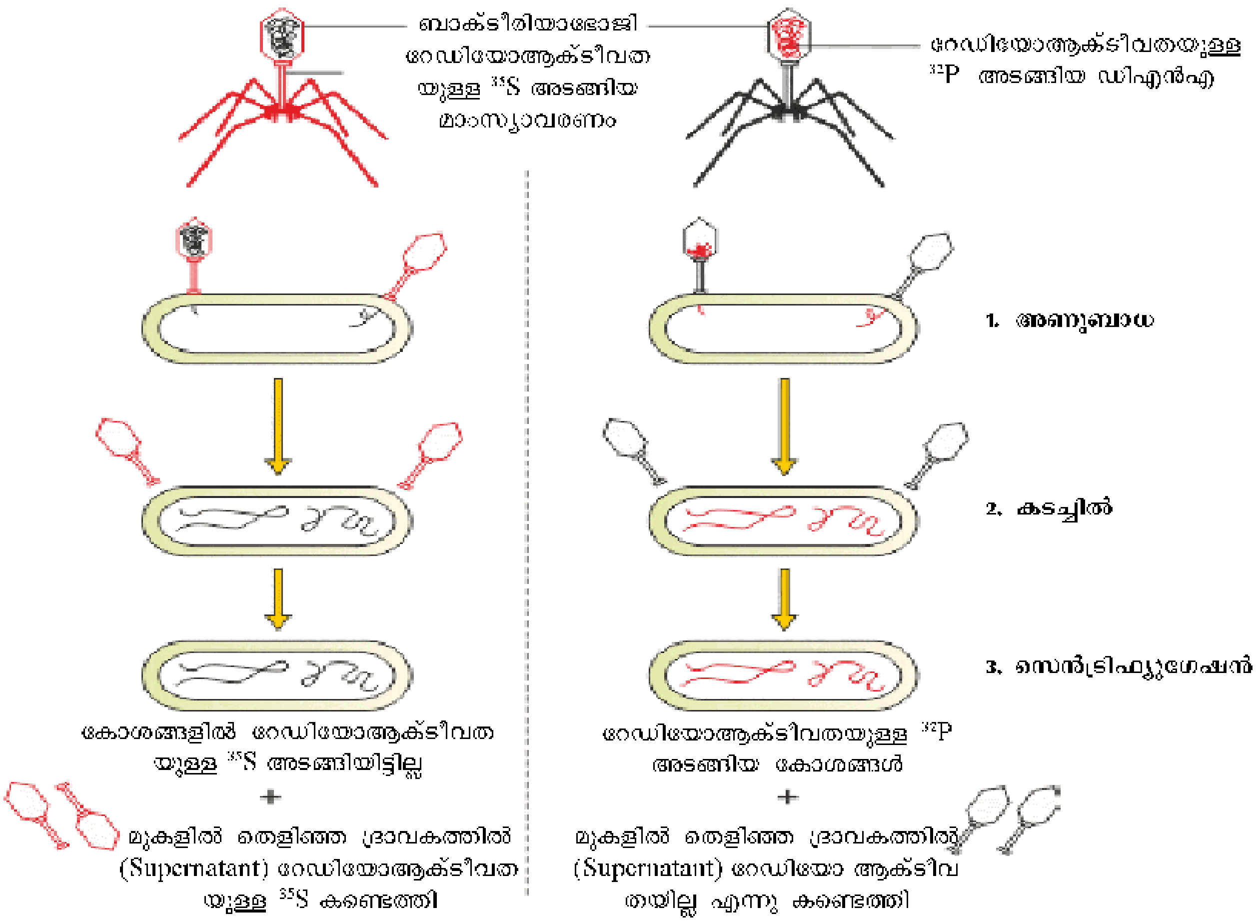
ഡിഎൻഎയാണ് ജനിതക വസ്തു എന്ന് 1952 ൽ ആൽഫ്രെഡ് ഹെർഷയും മാർത്താ ചേയ്സും (Alfred Hershey & Martha Chase) പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ അസന്ദിഗ്ധമായി തെളിയിച്ചു. അവർ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയത് ബാക്ടീരിയകളെ ആക്രമിക്കുന്ന വൈറ സുകളായ ബാക്ടീരിയാഭോജിയിൽ (Bacteriophage) ആയിരുന്നു.

ബാക്ടീരിയാഭോജികൾ ബാക്ടീരിയയുമായി കൂടിച്ചേർന്നതിനുശേഷം അവയുടെ ജനി തക വസ്തുവിനെ ബാക്ടീരിയാകോശങ്ങളിലേക്ക് പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നു. ബാക്ടീ രിയാകോശങ്ങൾ വൈറസിൽ നിന്നുലഭിച്ച ഈ ജനിതക വസ്തുക്കൾ ബാക്ടീരിയയു ടേത് ആണെന്നു തെറ്റിദ്ധരിക്കുകയും, അങ്ങനെ ബാക്ടീരിയാകോശങ്ങൾ കൂടുതൽ വൈറസ് കണങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ വിധത്തിൽ ബാക്ടീരിയയിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന വൈറസിന്റെ കണങ്ങൾ മാംസ്യമോ ഡിഎൻഎയോ എന്ന് തിരിച്ചറി യുക എന്നതായിരുന്ന ഹെർഷെ - ചേയ്സ് എന്നിവർ നടത്തിയ പരീക്ഷണത്തിന്റെ ഉദ്ദേശ്യലക്ഷ്യങ്ങൾ.

ഹെർഷയും ചേയ്സും കുറച്ച് വൈറസുകളെ റേഡിയോ ആക്ടീവതയുള്ള (Radioactive) ഫോസ്ഫറസ് മാധ്യമത്തിലും മറ്റ് കുറച്ച് വൈറസുകളെ റേഡിയോ ആക്ടീവതയുള്ള സൾഫർ മാധ്യമത്തിലും വളർത്തി. മാംസ്യത്തിൽ ഫോസ്ഫേറ്റ് ഇല്ലാ ത്തതിനാൽ റേഡിയോആക്ടീവതയുള്ള ഫോസ്ഫറസ് മാധ്യമത്തിൽ വളർത്തിയ വൈറ സുകളിൽ റേഡിയോആക്റ്റീവതയുള്ള ഡിഎൻഎ കാണപ്പെട്ടു. എന്നാൽ അവയിൽ റേഡിയോആക്ടീവതയുള്ള മാംസ്യം കാണപ്പെട്ടില്ല. ഡിഎൻഎ തന്മാത്രയിൽ സൾഫർ ഇല്ലാത്തതിനാൽ റേഡിയോആക്ടീവതയുള്ള സൾഫർ മാധ്യമത്തിൽ വളർത്തിയ വൈറസുകളിൽ മാംസ്യം റേഡിയോആക്ടീവതയുള്ളതും ഡിഎൻഎ റേഡിയോആക്ടീവത ഇല്ലാത്തതുമായിരുന്നു.

ഇങ്ങനെ റേഡിയോആക്ടീവതയുള്ള മാധ്യമത്തിൽ വളർത്തിയെടുത്ത ബാക്ടീരിയാഭോജി കളെ *ഇ.കോളി* ബാക്ടീരിയയിലേക്ക് പരീക്ഷണാടിസ്ഥാനത്തിൽ സന്നിവേശിപ്പിച്ചു. അതി നുശേഷം ബാക്ടീരിയയിൽ നിന്നും വൈറസുകളുടെ മാംസ്യാവരണങ്ങളെ കടഞ്ഞ് വേർപെടു ത്തുകയും (blending) സെൻട്രിഫ്യൂജ് ഉപയോഗിച്ച് അവയെ വേർതിരിക്കുകയും ചെയ്തു.

റേഡിയോആക്ടീവതയുള്ള ഡിഎൻഎയോടു കൂടിയ വൈറസുകൾ ബാക്ടീരിയകളിലേക്കു കടന്നപ്പോൾ ബാക്ടീരിയയുടെ ഡിഎൻഎയിൽ റേഡിയോആക്ടീവത കാണപ്പെട്ടു. എന്നാൽ റേഡിയോആക്ടീവതയോട് കൂടിയ മാംസ്യമുള്ള വൈറസുകൾ ബാക്ടീരിയയിൽ കടന്നപ്പോൾ ബാക്ടീരിയകൾക്കുള്ളിൽ റേഡിയോആക്ടീവത കാണപ്പെടാതിരിക്കുകയും ചെയ്തു. അതായത് മാംസ്യങ്ങൾ വൈറസുകളിൽ നിന്നും ബാക്ടീരിയങ്ങൾക്കുള്ളിലേക്ക് കടക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ, വൈറസുകളുടെ മാംസ്യമല്ല മറിച്ച് ഡിഎൻഎയാണ് ബാക്ടീരിയകൾക്കുള്ളിലേക്ക് പ്രവേശിച്ചതെന്നും തന്മൂലം ഡിഎൻഎയാണ് ജനിതക പദാർത്ഥമായി വർത്തിച്ചത് എന്നുമുള്ള അനുമാനത്തിൽ എത്തിച്ചേർന്നു (ചിത്രം 6.5)



ചിത്രം 6.5 ഹർഷയുടെയും ചേയ്സിന്റെയും പരീക്ഷണം

6.2.2 ജനിതക വസ്തുവിന്റെ സവിശേഷതകൾ (ഡിഎൻഎ/ആർഎൻഎ)

ജനിതക പദാർഥം ഡിഎൻഎയോ മാംസ്യമോ എന്നത് മുൻപറഞ്ഞ ചർച്ചയിൽ നിന്നും വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. ഡിഎൻഎയാണ് യഥാർഥ ജനിതക പദാർഥമെന്നു ഹർഷേ-ചേയ്സ് പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും അസന്ദിഗ്ധമായി തീർച്ചപ്പെടുത്തി. എന്നിരുന്നാലും ചില വൈറസുകളിൽ ആർഎൻഎ ആണ് ജനിതക പദാർഥമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്ന് കാണാം. ഉദാഹരണം : ടുബാക്കോ മൊസേയ്ക്ക് വൈറസ് (Tobacco Mosaic Virus), QB ബാക്ടീരിയാഭോജി (QB Bacteriophage) മുതലായവ. ഈ പ്രസ്താവനയിൽ ചില ചോദ്യങ്ങൾക്കു മറുപടി നൽകേണ്ടതായി വരുന്നു. ഡിഎൻഎ ഒരു പ്രബലമായ ജനിതക വസ്തു ആകുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്? എന്നാൽ ചില ആർഎൻഎ കൾ ഒരു ജനിതക പദാർഥം എന്നതിലുപരി സന്ദേശ വാഹക തന്മാത്രകളായും അനുരൂപസ തന്മാത്രകളായും (Adapter) വ്യത്യസ്ത ധർമ്മങ്ങൾ

പുലർത്തുന്നു. ഇതിന് കാരണം ഡിഎൻഎ യും ആർഎൻഎ യും തമ്മിലുള്ള രാസഘടനാ വ്യതിയാനങ്ങളാണ്. *ഡിഎൻഎ യും ആർഎൻഎ യും തമ്മിലുള്ള രാസഘടനാ വ്യത്യാസങ്ങൾ കണ്ടെത്താമോ?*

ഒരു തന്മാത്ര ജനിതക പദാർഥമായി വർത്തിക്കണമെങ്കിൽ താഴെപ്പറയുന്ന മാനദണ്ഡങ്ങൾ പാലിക്കപ്പെടണം:

i) അവയ്ക്ക് അവയുടെ സ്വന്തം പകർപ്പ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിവുണ്ടാകണം. (ഇരട്ടിക്കൽ Replication)).

ii) അവ രാസികമായും ഘടനാപരമായും സ്ഥിരത നിലനിർത്തുന്നവയാകണം.

iii) അവ പരിണാമത്തിലേക്ക് (Evolution) നയിക്കുന്ന സാവധാന മാറ്റങ്ങൾക്ക് (ഉൽപ്പരിവർത്തനം, Mutation) അവസരം നൽകുന്നവായകണം.

iv) അവ 'മെൻഡീലിയൻ സവിശേഷതകളുടെ' രീതിയിൽ സ്വയം പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിവുള്ളവയാകണം.

ഈ പ്രത്യേകതകൾ ഓരോന്നായി പരിശോധിക്കാം. ബേസ് ജോഡികളുടെ ബന്ധന നിയമവും (Rule of base pairing) അനുപൂരകതത്വവും (Complementarity) രണ്ട് ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകളിലേയും (ഡിഎൻഎയിലേയും ആർഎൻഎയിലേയും) ഇരട്ടിക്കലിനു സഹായകമാകുന്നു. ജൈവ തന്മാത്രയായ മാംസ്യം ആദ്യ മാനദണ്ഡം പൂർത്തിയാക്കുന്നതിൽ തന്നെ പരാജയപ്പെടുന്നു.

ജനിതക പദാർഥങ്ങൾ സ്ഥിരതയുള്ളതായിരിക്കണം. പ്രായം, ജീവിത ചക്രത്തിലെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങൾ, ജീവൽ പ്രവർത്തനങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്കനുസരിച്ച് അവയ്ക്ക് മാറ്റം വരാൻ പാടുള്ളതല്ല. സ്ഥിരത എന്നത് ജനിതക വസ്തുവിന്റെ ഒരു സവിശേഷ സ്വഭാവമാണ് എന്ന് ഗ്രിഫിത്തിന്റെ 'പരിവർത്തന തത്വത്തിൽ' തന്നെ തെളിയിക്കപ്പെട്ടതാണ്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ബാക്ടീരിയ നശിക്കുന്നുവെങ്കിലും ജനിതക വസ്തുവിന്റെ ചില ഗുണങ്ങൾ നിലനിർത്തപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഡിഎൻഎ ഇഴകളുടെ ഘടനയുടെയും അനുപൂരകതയുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇത് ലളിതമായി സമർഥിക്കാം. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രയുടെ ഇഴകൾ വേർപിരിയുകയും അനുകൂല സാഹചര്യങ്ങൾ നൽകിയാൽ അനുപൂരകങ്ങളായ അവ വീണ്ടും കൂടിച്ചേർന്ന് പൂർവസ്ഥിതിയിലാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ആർഎൻഎ തന്മാത്രയുടെ $2'-OH$ ഗ്രൂപ്പിന് പ്രതിപ്രവർത്തന (Reactive) സ്വഭാവമുള്ളതിനാൽ ഇത് സ്ഥിരതയില്ലാത്തതും എളുപ്പത്തിൽ നശിക്കുന്നതുമാണ്. ആർഎൻഎ പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷിയുള്ളതിനാൽ രാസത്വരകമായി (Catalyst) വർത്തിക്കുന്നു എന്ന് ഇന്ന് അറിവുള്ളതാണ്. ആയതിനാൽ ആർഎൻഎ യുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഡിഎൻഎ കുറച്ച് മാത്രം പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നതും ഘടനാപരമായി സ്ഥിരതയുള്ളതുമായ തന്മാത്രയാണ്. അതുകൊണ്ട് ഈ രണ്ടു ന്യൂക്ലിക്ക് ആസിഡുകളെ പരിഗണിച്ചാൽ ഇവയിൽ ഡിഎൻഎ ആണ് മികച്ച ജനിതക പദാർഥം എന്ന് ഉറപ്പിക്കാം.

വാസ്തവത്തിൽ യുറാസിലിനു പകരം തൈമിന്റെ സാന്നിധ്യം ഡിഎൻഎയ്ക്ക് അധിക സ്ഥിരത നൽകുന്നു. (ഡിഎൻഎയിലുണ്ടാകുന്ന കേടുപാടുകൾ പരിഹരിക്കുന്നത് എങ്ങനെ മുതലായ കാര്യങ്ങൾ ഉയർന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ പഠിക്കാം).

ഡിഎൻഎയും, ആർഎൻഎയും ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ആർഎൻഎ അസ്ഥിരവും ഉൽപ്പരിവർത്തന സാധ്യത കൂടിയതുമാണ്. അതുകൊണ്ട് തന്നെ, ആർഎൻഎയിൽ ജനിതക പദാർഥമായി വർത്തിക്കുന്നതും കുറഞ്ഞ ജീവിതചക്രമുള്ളതുമായ വൈറസുകൾക്ക് കൂടിയ ഉൽപ്പരിവർത്തന സാധ്യത ഉള്ളതിനാൽ ഇവയിൽ പരിണാമവും ദ്രുതഗതിയിൽ സംഭവിക്കുന്നു.

ആർഎൻഎ നേരിട്ട് മാംസ്യസംശ്ലേഷണ സന്ദേശങ്ങൾ നൽകുന്നതുമൂലം അവയ്ക്ക് തനത് സ്വഭാവ പ്രകടനം എളുപ്പമാകുന്നു. എന്നാൽ ആർഎൻഎയെ ആശ്രയിച്ചാണ് ഡിഎൻഎ മാംസ്യസംശ്ലേഷണം നടത്തുന്നത്. മാംസ്യസംശ്ലേഷണ പ്രവർത്തന സംവിധാനം പരിണമിച്ചിരിക്കുന്നത് ആർഎൻഎയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ്. മുകളിലെ ചർച്ച സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ആർഎൻഎയും ഡിഎൻഎയും ജനിതക വസ്തുവായി പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിവുള്ള തന്മാത്രകളാണെങ്കിലും ഡിഎൻഎ കൂടുതൽ സ്ഥിരത പ്രകടിപ്പിക്കുന്നതും ജനിതക വിവരങ്ങൾ സൂക്ഷിക്കുവാൻ പര്യാപ്തമായതുമാണ് എന്നാണ്. എന്നാൽ ജനിതക വിവരങ്ങളുടെ സംപ്രേഷണത്തിനു ആർഎൻഎയാണ് കൂടുതൽ മികച്ചത്.

6.3 ആർഎൻഎ ലോകം (RNA World)

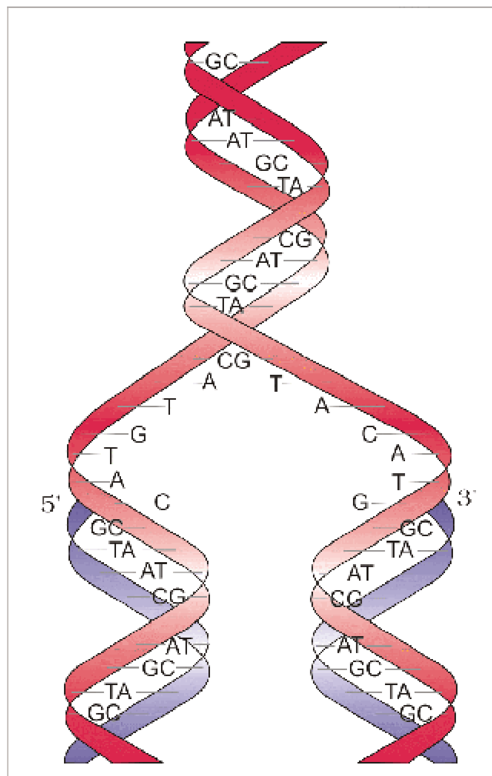
മേൽവിവരിച്ച വസ്തുതകൾ പരിശോധിച്ചാൽ ആത്യന്തികമായി ആദ്യ ജനിതക വസ്തു ഏത് എന്ന സന്ദേഹം ഇപ്പോഴും നിലനിൽക്കുന്നു. ഇതിനെപ്പറ്റി വളരെ വിശദമായി പരിണാമം എന്ന പാഠഭാഗത്ത് പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട്. എങ്കിലും ചുരുക്കത്തിൽ അതിന്റെ പ്രധാന ആശയങ്ങളും, വസ്തുതകളും ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കാം.

ആർഎൻഎ ആയിരുന്നു ആദ്യ ജനിതക വസ്തു. ഉപാപചയം (Metabolism), തർജമ (Translation), ഛേദനം (Splicing) മുതലായ ജീവൽ പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിണമിച്ചിരിക്കുന്നത് ആർഎൻഎയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടാണ്. ആർഎൻഎ ഒരു ജനിതക വസ്തു എന്നതു പോലെ തന്നെ ഒരു ഉൽപ്രേരകമായും (Catalyst) പ്രവർത്തിക്കുന്നു. (ചില പ്രധാന ജൈവരാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ മാംസ്യ നിർമിതമായ രാസാഗ്നിക്കു പകരം ആർഎൻഎ ഉൽപ്രേരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു). പക്ഷേ, ആർഎൻഎ ഒരു ഉൽപ്രേരകമായി വർത്തിക്കുന്നതിനാൽ ഇവ പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷിയുള്ളതും അതുകൊണ്ടുതന്നെ അസ്ഥിരവുമാണ്. ആയതിനാൽ ആർഎൻഎ രാസിക രൂപാന്തരണത്തിലൂടെ കൂടുതൽ സുസ്ഥിരമായ ഡിഎൻഎ ആയി പരിണമിച്ചു. ഡിഎൻഎ രണ്ട് അനുപൂരക ഇഴ ഉള്ളവയും പരിണാമത്തിലൂടെ ആർജിച്ച തിരുത്തൽ പ്രക്രിയ വഴി സ്വയം അറ്റകുറ്റപ്പണികൾ നടത്താൻ കഴിവുള്ളവയുമാണ്.

6.4 ഡിഎൻഎയുടെ ഇരട്ടിക്കൽ (Replication)

ഡിഎൻഎ യുടെ ചുറ്റുഗോവണി ഘടന മുന്നോട്ടു വച്ചപ്പോൾ തന്നെ വാട്ട്സണും, ക്രിക്കും ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കലിന്റെ ഒരു മാതൃകയും നിർദേശിച്ചു. ഈ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ പ്രസ്താവന താഴെപ്പറയുന്ന തരത്തിൽ ഉദ്ധരിക്കാവുന്നതാണ്. 'ഡിഎൻഎ ഇഴകളിലെ കൃത്യമായ ബേസ് ജോഡികളുടെ ബന്ധം മനസ്സിലാക്കിയപ്പോൾ തന്നെ സാധ്യമായ ഒരു പകർപ്പെടുക്കൽ സംവിധാനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ധാരണ ഞങ്ങളുടെ ശ്രദ്ധയിൽപ്പെട്ടിരുന്നു.' (വാട്ട്സണും ക്രിക്കും, 1953).

ഈ പദ്ധതി അനുസരിച്ച് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ രണ്ടിഴകൾ വേർപിരിയുകയും അതിനുശേഷം ഇവ രണ്ടും അച്ചുകളായി (Template) പ്രവർത്തിച്ച്, പുതിയ ഇഴകളുടെ നിർമാണത്തിന് അനുപൂരകമായി വർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇരട്ടിക്കൽ പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ, ഓരോ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രയിലും ഒരു മാതൃ ഇഴയും പുതിയതായി രൂപപ്പെട്ട ഒരു പുത്രികാ ഇഴയും കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ അർധസംരക്ഷിത ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കൽ (Semiconservative DNA replication) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. (ചിത്രം 6.6)



ചിത്രം 6.6 അർധസംരക്ഷിത ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കലിന്റെ വാട്ട്സൺ - ക്രിക്ക് മാതൃക

6.4.1 പരീക്ഷണ ദൃഷ്ടാന്തം (The Experimental Proof)

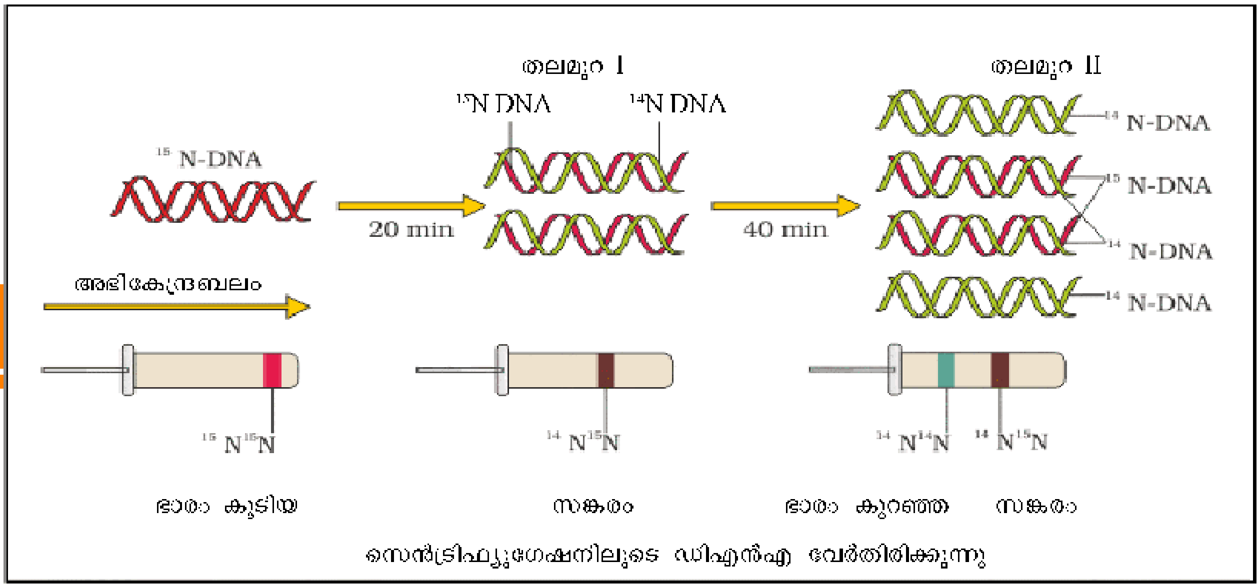
ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കുന്നത് അർദ്ധസംരക്ഷിത രീതിയിലാണ് എന്ന് തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇത് ആദ്യം തെളിയിക്കപ്പെട്ടത് *എഷറിക്കിയാ കോളി (ഇ.കോളി)* ബാക്ടീരിയയിൽ ആണ്. പിന്നീട് ഉയർന്ന ജീവികളായ സസ്യങ്ങളിലും മനുഷ്യകോശങ്ങളിലും തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. ഇതിനുവേണ്ടി 1958-ൽ മാത്യൂ മെസൽസണും ഫ്രാങ്ക്ളിൻ സ്റ്റാളും (Mathew Meselson and Franklin Stahl) ചേർന്ന് നടത്തിയ പരീക്ഷണം താഴെ പ്രതിപാദിക്കുന്നു.

(i) അവർ *ഇ. കോളി* ബാക്ടീരിയയുടെ പല തലമുറകളെ $^{15}NH_4Cl$ ഉള്ള മാധ്യമത്തിൽ (^{15}N നൈട്രജന്റെ ഭാരമേറിയ സമസ്ഥാനീയ കണമാണ് - Isotope) വളർത്തി. ഇവയ്ക്കെല്ലാം നൈട്രജന്റെ ഉറവിടമായി ലഭ്യമായത് ^{15}N കണങ്ങൾ മാത്രമായിരുന്നു. ഈ ബാക്ടീരിയകളിൽ പുതുതായി നിർമിക്കപ്പെടുന്ന DNA തന്മാത്രകളിൽ ^{15}N കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നു. സാന്ദ്രതയിൽ വ്യത്യാസമുള്ള CsCl ഉപയോഗിച്ച് സെൻട്രിഫ്യൂഗേഷൻ (Centrifugation) നടത്തിയാൽ ഭാരമേറിയ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളെ സാധാരണ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കും. ഓർക്കുക ഇവിടെ ^{15}N എന്നത് സമസ്ഥാനീയ കണത്തിന്റെ ഒരു റേഡിയോആക്ടീവത അല്ല. എന്നുമാത്രമല്ല ^{15}N തന്മാത്രകളെ ^{14}N തന്മാത്രകളിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത് സാന്ദ്രതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ്.

(ii) അതിനുശേഷം അവർ ഈ ബാക്ടീരിയങ്ങളെ സ്വാഭാവിക നൈട്രജൻ അടങ്ങിയ $^{14}NH_4Cl$ ഉള്ള മാധ്യമത്തിൽ വളർത്തുകയും പെരുകാൻ അനുവദിക്കുകയും ചെയ്തു. കൃത്യമായ ഇടവേളകളിൽ ശേഖരിച്ച സാമ്പിളുകളിൽ നിന്നും രണ്ട് ഇഴകളോട് കൂടിയ ഡിഎൻഎ വേർതിരിച്ചെടുക്കുകയും ചെയ്തു. ഇങ്ങനെ ലഭിച്ച ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളെ പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായി ടെസ്റ്റ്യൂബുകളിൽ ശേഖരിക്കുകയും വ്യത്യസ്ത സാന്ദ്രതയുള്ള CsCl ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിക്കുകയും ചെയ്തു. ചിത്രം 6.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത് പോലെ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകൾ അവയുടെ സാന്ദ്രതയ്ക്കനുസരിച്ച് വേർതിരിക്കപ്പെട്ടു.

അഭികേന്ദ്രബലം എന്താണെന്ന് ഓർമിക്കാൻ കഴിയുമോ? കൂടുതൽ പിണ്ഡം/സാന്ദ്രതയുള്ള ഒരു തന്മാത്ര വേഗത്തിൽ അടിയുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്?

(iii) *ഇ.കോളി* ബാക്ടീരിയകളുടെ കോശവിഭജനം പൂർത്തിയാക്കുന്നതിനു 20 മിനിറ്റ് മതിയാകും. അതിനാൽ ഓരോ 20 മിനിറ്റിലും പുതിയ തലമുറ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 6.7 മെസൽസണിന്റെയും സ്റ്റാളിന്റെയും പരീക്ഷണം

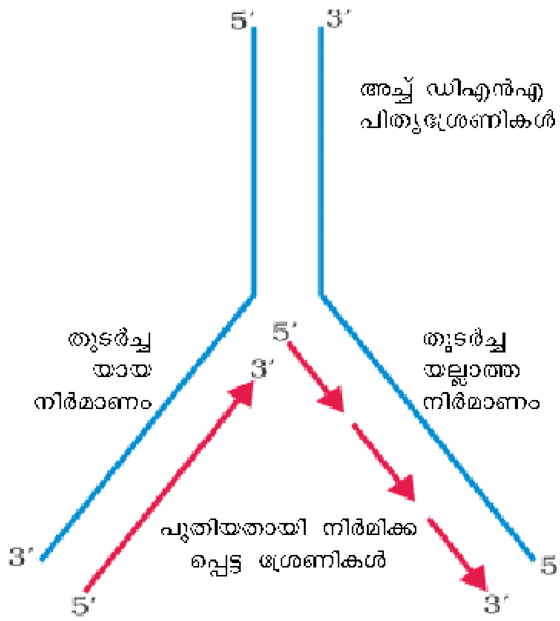
അങ്ങനെ 20 മിനിറ്റിന്റെ ഇടവേളകളിൽ വേർതിരിച്ചെടുത്ത ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളെ സാന്ദ്രതാ വ്യത്യാസമുള്ള CsCl മാധ്യമത്തിൽ സെൻട്രിഫ്യൂഗേഷനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ആദ്യത്തെ 20 മിനിറ്റിൽ ലഭ്യമാകുന്ന ഡിഎൻഎ തന്മാത്ര സങ്കരയിനം (Hybrid) അഥവാ മധ്യവർത്തി (Intermediate) തന്മാത്രകളാണ് എന്ന് കാണാം. എന്നാൽ 40 മിനിറ്റുകൾക്കുശേഷം (രണ്ടാം തലമുറ) വേർതിരിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ രണ്ട് വ്യത്യസ്ത സാന്ദ്രതയുള്ള ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകൾ ലഭ്യമാകുന്നു. ഇതിൽ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ (Light) ഡിഎൻഎയും മധ്യവർത്തി സാന്ദ്രതയുള്ള ഡിഎൻഎയും തുല്യ അളവിൽ കാണപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 6.7). *ഇ. കോളൈ ബാക്ടീരിയയെ 80 മിനിറ്റ് വളരാനനുവദിച്ചാൽ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രയുടെയും സങ്കരയിനം ഡിഎൻഎ തന്മാത്രയുടെയും അനുപാതം എത്രയായിരിക്കുമെന്ന് പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്താൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.*

1958 ൽ ടെയ്‌ലറും (Taylor) സഹപ്രവർത്തകരും റേഡിയോആക്ടീവ് തൈമിഡിൻ ഉപയോഗിച്ച് വാളരിപ്പയറിൽ *(Vicia faba)* സമാനമായ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. പുതിയതായി ഉണ്ടാകുന്ന ക്രോമോസോമുകളിലെ റേഡിയോആക്ടീവ് തൈമിഡിന്റെ വിതരണ രീതിയിൽ നിന്നും ക്രോമോസോമുകളിൽ ഡിഎൻഎ വിഭജനം അർധ സംരക്ഷിത രീതിയിലാണ് എന്ന് തെളിയിക്കപ്പെട്ടു.

6.4.2 ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയയും രാസാഗ്നികളും

ഇ.കോളി പോലെയുള്ള ജീവകോശങ്ങളിൽ ഡിഎൻഎയുടെ ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയയ്ക്കു ഒരു കൂട്ടം ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ (രാസാഗ്നികൾ) ആവശ്യമാണ്. ഇതിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടത് ഡിഎൻഎ **ആശ്രിത ഡിഎൻഎ പോളിമറേസ്** (DNA dependant DNA polymerase) ആണ്. അവ ഡിഎൻഎ അച്ചുകൾ ഉപയോഗിച്ച് രാസത്വരണം നടത്തി ഡിഓക്സിറൈബോ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളെ ചേർത്ത് പുതിയ ഡിഎൻഎ നിർമിക്കുന്നു. ഈ രാസാഗ്നി വളരെ കാര്യക്ഷമതയുള്ളതാണ്. വളരെ കുറഞ്ഞ സമയം കൊണ്ട് വളരെയധികം ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളെ യോജിപ്പിക്കാൻ (Polymerisation) ഇവയ്ക്ക് കഴിയും. 4.6×10^6 ബേസ് ജോഡികൾ മാത്രമുള്ള *ഇ.കോളിയിൽ* (മനുഷ്യന്റെ ഡിപ്ലോയിഡ് (Diploid) കോശങ്ങളിൽ 6.6×10^9 ബേസ് ജോഡികൾ ഉണ്ട്) ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയ പൂർത്തിയാക്കാൻ 18 മിനിറ്റ് മതി; അതായത് ഒരു സെക്കന്റിൽ ഏകദേശം 2000 ബേസ് ജോഡികളെ യോജിപ്പിക്കാൻ ഈ രാസാഗ്നിക്കു സാധിക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ വളരെ വേഗത്തിലാണെങ്കിൽ പോലും ഉയർന്ന കൃത്യത ഇവ ഉറപ്പാക്കുന്നു. ഇതിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചെറിയ പിഴവുകൾ പോലും ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തിനു കാരണമാകും. അതിനു പുറമേ ഡിഎൻഎയുടെ ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയ വളരെ അധികം ഊർജം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ഒന്നാണ്. ഡിഓക്സീറൈബോ ന്യൂക്ലിയോസൈഡ് ട്രൈഫോസ്ഫേറ്റുകൾ രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നു. ഡിഎൻഎ നിർമാണത്തിനുള്ള അഭികാരകം (Substrate) എന്നതിനു പുറമേ ഇവ പോളിമറൈസേഷൻ പ്രക്രിയയ്ക്ക് ഊർജദായകരായും വർത്തിക്കുന്നു. (ATP യിലെന്ന പോലെ ഡിഓക്സീറൈബോ ന്യൂക്ലിയോസൈഡ് ട്രൈഫോസ്ഫേറ്റുകളിലെ അഗ്രഭാഗത്തെ രണ്ട് ഫോസ്ഫേറ്റ് ഗ്രൂപ്പുകളും ഉയർന്ന ഊർജദായകരായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.)

ഡിഎൻഎ ആശ്രിത ഡിഎൻഎ പോളിമറേസ് കൂടാതെ ധാരാളം രാസാഗ്നികൾ ഈ ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയയെ വളരെ കൃത്യതയോടെ പൂർത്തിയാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. നീളമുള്ള ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളുടെ വിഭജനത്തിൽ രണ്ട് ഡിഎൻഎ ഇഴകളും പൂർണമായി വേർപെടുന്നില്ല. (കാരണം ഈ പ്രക്രിയയ്ക്ക് വളരെ അധികം ഊർജം ആവശ്യമാണ്). ഇരട്ടിക്കൽ സംഭവിക്കുന്നത് ഡിഎൻഎ യിലെ ചില ഭാഗങ്ങളിൽ മാത്രമാണ്. അത്തരം ഭാഗങ്ങളെ **ഇരട്ടിക്കൽ കവണ (Replification fork)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു.



ചിത്രം 6.8 ഇരട്ടിക്കൽ കവണ

ഡിഎൻഎയുടെ ഇരട്ടിക്കലിനു സഹായിക്കുന്ന രാസാഗ്നിയായ ഡിഎൻഎ ആശ്രിത ഡിഎൻഎ പോളിമറേസനു $5' \rightarrow 3'$ എന്ന ഒരു ദിശയിൽ മാത്രമേ പോളിമറൈസേഷൻ പ്രക്രിയ സാധ്യമാകുകയുള്ളൂ. അതിനാൽ $3' \rightarrow 5'$ ദിശയിലുള്ള അച്ചിഴയിൽ പോളിമറൈസേഷൻ വഴി പുതിയ ഇഴ **തുടർച്ചയായി ഇരട്ടിപ്പിക്ക (Continuous Replication)** പ്പെടുന്നു. എന്നാൽ അനുപൂരക $5' \rightarrow 3'$ ദിശയിലുള്ള ഇഴയിൽ ഈ പ്രക്രിയ തുടർച്ചയായി നിർവഹിക്കാൻ ഈ രാസാഗ്നിക്ക് സാധിക്കുന്നില്ല. ആയതിനാൽ അനുപൂരക ഇഴയിൽ $5' \rightarrow 3'$ ദിശയിൽ ചെറിയ കഷണങ്ങളായി നിർമിക്കപ്പെടുന്ന ഇഴകളുടെ ഖണ്ഡങ്ങൾ പിന്നീട് **ഡിഎൻഎ ലിഗേസ് (DNA ligase)** എന്ന രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നു. ഇത് **തുടർച്ചയല്ലാത്ത ഇരട്ടിക്കൽ (Discontinuous Replication)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 6.8).

ഡിഎൻഎ പോളിമറേസിന് മാത്രമായി ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കലിനു തുടക്കം കുറിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. അതുപോലെ തന്നെ ഡിഎൻഎയുടെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ ഇരട്ടിക്കൽ ആരംഭിക്കുവാനും സാധിക്കില്ല. *ഇ.കോളിയിൽ* കൃത്യമായ ഭാഗങ്ങളിൽ ആണ് ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കൽ ആരംഭിക്കുന്നത്. അത്തരം സ്ഥാനങ്ങളെ **ഇരട്ടിക്കലിന്റെ പ്രഭവസ്ഥാനം (Origin of Replication)** എന്ന് പറയുന്നു. ഡിഎൻഎ സാങ്കേതിക വിദ്യയിൽ ഒരു ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡത്തിന്റെ ഇരട്ടിക്കലിന് ഒരു ഇരട്ടിക്കലിന്റെ പ്രഭവസ്ഥാനം ആവശ്യമാതിനാൽ ഒരു വാഹക തന്മാത്രയെ (Vector) ഇതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇരട്ടിക്കലിന്റെ പ്രഭവസ്ഥാനം ഉള്ളവയാണ് വാഹക തന്മാത്രകൾ.

ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കലിന്റെ എല്ലാ വിശദാംശങ്ങളും മുഴുവനായി മനസ്സിലാക്കാൻ നമുക്ക് കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ ഇരട്ടിക്കൽ സംഭവിക്കുന്നത് കോശചക്രത്തിലെ S ഘട്ടത്തിൽ (S Phase) ആണ്. ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കലും കോശവിഭജനവും വളരെ കൃത്യമായി ഏകോപിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കലിനുശേഷം കോശവിഭജനം നടന്നില്ലെങ്കിൽ അത് പോളിപ്ലോയിഡി പോലെയുള്ള ക്രോമസോം തകരാറുകൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇതിനെക്കുറിച്ച് ഉയർന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ വിശദമായി പഠിക്കാം.

6.5 അനുലേഖനം (Transcription)

ഒരു ഡിഎൻഎ ഇഴയിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന ജനിതക വിവരങ്ങളെ ആർഎൻഎയിലേക്ക് പകർത്തുന്ന പ്രവർത്തനത്തെ **അനുലേഖനം** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അനുപൂരക (Complimentarity) നിയമങ്ങളാണ് അനുലേഖന പ്രക്രിയയ്ക്കും ആധാരമായിട്ടുള്ളത്. ഇവിടെ ഡിഎൻഎ ഇഴകളിലെ തൈമിനുകൾക്കു പകരം യുറാസിലുകൾ ആണ് അനുപൂരക തന്മാത്രകളായി ആർഎൻഎ യിൽ തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെടുന്നത്. ഡിഎൻഎ ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയയിൽ കോശത്തിലെ മുഴുവൻ ഡിഎൻഎയും ഇരട്ടിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ അനുലേഖന പ്രക്രിയയിൽ ഒരു കഷണം ഡിഎൻഎയുടെ ഒരു ഇഴ മാത്രമേ ആർഎൻഎ യായി പകർത്തപ്പെടുന്നുള്ളൂ. അതിനാൽ അനുലേഖനം ചെയ്യപ്പെടേണ്ട ഡിഎൻഎ തന്മാത്രയുടെ ഭാഗവും ഇഴയും അതിന്റെ അതിരുകളും നിർണയിക്കപ്പെടേണ്ടത് അനിവാര്യമാണ്.

എന്തുകൊണ്ടാണ് രണ്ട് ഇഴകളിലും അനുലേഖന പ്രക്രിയ നടക്കാത്തത് എന്നതിന് ലളിതമായി ഉത്തരം പറയാൻ കഴിയും. ഒന്നാമതായി രണ്ട് ഇഴകളും അച്ചുകളായി (Template) പ്രവർത്തിച്ചാൽ അനുലേഖനം ചെയ്യപ്പെട്ടുണ്ടാകുന്ന ആർഎൻഎ

തന്മാത്രകൾ വ്യത്യസ്ത ശ്രേണിയിലുള്ളവയായിമാറും. (അനുപൂരകതത്വങ്ങൾ എന്ന് പറഞ്ഞാൽ തത്തുല്യത എന്നല്ല അർഥമാക്കുന്നത് എന്നോർക്കുക). തുടർന്ന് ഇവ ഒരു മാംസ്യത്തെ പ്രതിനിധീകരിച്ചാൽ അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണികളും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. അതായത് ഒരു കഷണം ഡിഎൻഎ രണ്ടു വ്യത്യസ്ത മാംസ്യത്തെ കോഡ് ചെയ്യുകയും അത് ജനിതക വിവരത്തെ കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്ന പ്രവർത്തന സംവിധാനത്തെ താറുമാറാക്കുകയും ചെയ്യും. രണ്ടാമതായി, രണ്ട് ആർഎൻഎ തന്മാത്രകൾ ഒരേ സമയം നിർമിക്കപ്പെട്ടാൽ അവ ഓരോന്നും അനുപൂരകമായതിനാൽ അവ ഇരട്ട ഇഴയുള്ള ആർഎൻഎയായി തീരുകയും ചെയ്യും. ഇത് ആർഎൻഎ ശ്രേണിയിൽ നിന്നും മാംസ്യം നിർമിക്കുന്ന തർജമ പ്രക്രിയയെ (Translation) തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു. തന്മൂലം തർജമ നിരർഥകമായി തീരുന്നു.

6.5.1 അനുലേഖന ഘടകം (Transcription Unit)

ഡിഎൻഎ യിലെ ഒരു അനുലേഖന ഘടകം പ്രധാനമായും മൂന്നു ഡിഎൻഎ ഭാഗങ്ങൾ ചേർന്നതാണ്.

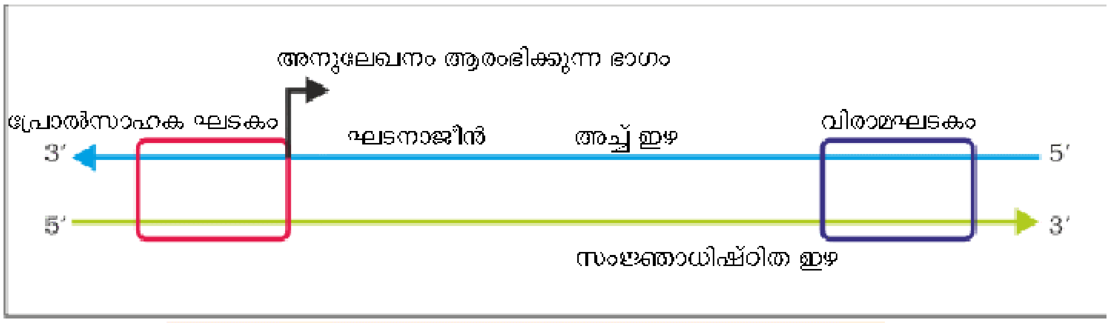
1. പ്രോൽസാഹക ഘടകം (Promoter)
2. ഘടനാ ജീൻ (Structural Gene)
3. വിരാമഘടകം (Terminator)

ഒരു അനുലേഖന ഘടകത്തിൽ ഘടനാജീനിലെ ഡിഎൻഎയുടെ രണ്ട് ഇഴകളും വ്യാഖ്യാനിച്ചിരിക്കുന്നത് സാമ്പ്രദായികമായ ഒരു രീതിയിലാണ്. രണ്ട് ഇഴകളും വിരുദ്ധ ധ്രുവത്വം കാണിക്കുന്നതിനാൽ **ഡിഎൻഎ ആശ്രിത ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് (DNA Depentent RNA Polymerase)** പോളിമറൈസേഷൻ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നത് ഒരു ദിശയിൽ മാത്രമായിരിക്കും, അതായത് $5' \rightarrow 3'$ ദിശയിൽ. ഇവിടെ $3' \rightarrow 5'$ ധ്രുവതയുള്ള ഇഴ അച്ചായി വർത്തിക്കുന്നു. ഇതിനെ **അച്ച് ഇഴ (Template strand)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. മറ്റേ ഇഴയുടെ ധ്രുവത $5' \rightarrow 3'$ ദിശയിലാണ്. അവയുടെ ശ്രേണി ആർഎൻഎയുടേതിനു തുല്യമാണ് (യുറാസിലിനു പകരം തൈമിൻ എന്നത് ഒഴിച്ചാൽ). അനുലേഖന സമയത്ത് ഇവ പുറന്തള്ളപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. അനുലേഖന സമയത്ത് ഒരു സംജ്ഞയെയും (Code) പ്രതിനിധീകരിക്കാത്ത ഈ ഇഴയെ **സംജ്ഞാധിഷ്ഠിത ഇഴ (Coding Strand)** എന്നുവിളിക്കുന്നത് വിചിത്രമാണ്. എല്ലാ അനുലേഖന ഘടകങ്ങളെയും തിരിച്ചറിയാനുള്ള ഇഴയായി ഇവ വർത്തിക്കുന്നു. ഈ വസ്തുത വിശദീകരിക്കാൻ അനുലേഖന ഘടകത്തിന്റെ ഒരു സാങ്കൽപ്പിക ശ്രേണി താഴെ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

3′ - ATGCATGCATGCATGCATGCATGC - 5′ അച്ച് ഇഴ

5′ - TACGTACGTACGTACGTACGTACG - 3′ സംജ്ഞാധിഷ്ഠിത ഇഴ

മുകളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ഡിഎൻഎ ശ്രേണിക്ക് അനുപൂരകമായി ആർഎൻഎ ശ്രേണി കണ്ടെത്തി പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.



ചിത്രം 6.9 അനുലേഖന ഘടകത്തിന്റെ രേഖാചിത്രം

ഒരു അനുലേഖന ഘടകത്തിൽ ഘടനാ ജീനുകളുടെ **(Structural genes)** ഇരുവശങ്ങളിലുമായി **പ്രോൽസാഹകഘടകവും (Promoter)** **വിരാമഘടകവും (Terminator)** കാണപ്പെടുന്നു. പ്രോൽസാഹക ഘടകം ഡിഎൻഎ ശ്രേണിയിലെ ഘടനാ ജീനുകളുടെ 5′ അഗ്രത്തിൽ (Upstream) കാണപ്പെടുന്നു. (ഈ പരാമർശം സംജ്ഞാധിഷ്ഠിത ഇഴയുടെ ധ്രുവതയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയുള്ളതാണ്). ഈ ഡിഎൻഎ ഇഴ ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് രാസാഗ്നിക്കു ഡിഎൻഎ ഇഴയുമായി കൂടിച്ചേരാനുള്ള സ്ഥാനം (Binding site) പ്രദാനം ചെയ്യുകയും അതോടൊപ്പം അച്ചിഴയെയും സംജ്ഞാധിഷ്ഠിത ഇഴയെയും തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള ഘടകമായി വർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പ്രോൽസാഹക ഘടകത്തിന്റെയും വിരാമഘടകത്തിന്റെയും പരസ്പര സ്ഥാനമാറ്റം അച്ചിഴയുടെയും സംജ്ഞാധിഷ്ഠിത ഇഴകളുടെയും ധ്രുവതയിലും അവ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന സ്വഭാവത്തിലും മാറ്റങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. സംജ്ഞാധിഷ്ഠിത ഇഴയുടെ 3′ അഗ്രത്തിലാണ് (Down stream) വിരാമഘടകം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ഇത് അനുലേഖന പ്രക്രിയയുടെ അവസാന ഭാഗമായി കണക്കാക്കാം. ഇവ കൂടാതെ പ്രോൽസാഹക ഘടകത്തിന് ഇരുവശങ്ങളിലുമായി മറ്റനവധി നിയന്ത്രണ ശ്രേണികൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം ശ്രേണികളുടെ ചില സവിശേഷ സ്വഭാവങ്ങൾ ജനിതക പ്രകടന നിയന്ത്രണം ചർച്ച ചെയ്യുമ്പോൾ കൂടുതൽ പ്രതിപാദിക്കാം.

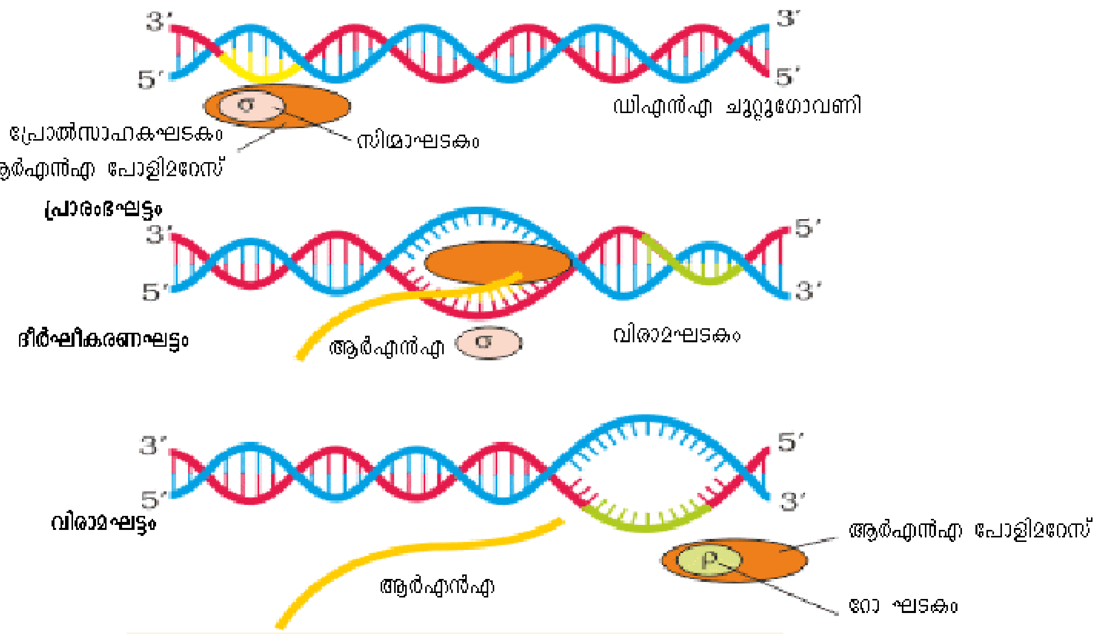
6.5.2 ജീനും അനുലേഖന ഘടകവും

പാരമ്പര്യത്തിന്റെ ധർമപരമായ ഘടകം എന്ന് ജീനിനെ നിർവചിക്കാം. ജീനുകൾ ഡിഎൻഎയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു എന്ന് നിസ്സംശയം പറയാം. എന്നാൽ അക്ഷരാർഥത്തിൽ ജീനിനെ ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിർവചിക്കാൻ പ്രയാസമാണ്. ആർആർഎൻഎ (rRNA) അല്ലെങ്കിൽ റ്റിആർഎൻഎ (tRNA) എന്നീ തന്മാത്രകളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന ഡിഎൻഎയുടെ ഭാഗങ്ങളെയും ജീനുകൾ എന്ന് നിർവചിക്കാം. എന്നിരുന്നാലും ഒരു പോളിപെപ്റ്റൈഡിനെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന സംജ്ഞകൾ ഉൾപ്പെടുന്ന ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡം **സിസ്ട്രോൺ (Cistron)** എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ ഇവ **മോണോസിസ്ട്രോണിക്കും (Monocistronic)** ബാക്ടീരിയ പോലുള്ള പ്രോക്കാരിയോട്ടുകളിൽ ഇത് **പോളിസിസ്ട്രോണിക്കും (Polycistronic)** ആയിരിക്കും. യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ അനുലേഖന ഘടകത്തിലെ മോണോസിസ്ട്രോണുകളായ ഘടനാ ജീനുകൾ ഖണ്ഡങ്ങളായി കാണപ്പെടുന്നതിനാൽ അവയെ ഖണ്ഡിത ജീനുകൾ (Split Gene) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇവയിലെ സംജ്ഞാശ്രേണികൾ (Coding sequence) അഥവാ പ്രകട ശ്രേണികൾ **എക്സോണുകൾ (Exons)** എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഇവ പാകമായ അഥവാ സംസ്കരിക്കപ്പെട്ട എംആർഎൻഎ (mRNA) കളിൽ തുടർച്ചയായി കാണപ്പെടുന്നു. ഖണ്ഡിത ജീനുകളിൽ എക്സോണുകൾക്കിടയിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഡിഎൻഎ ശ്രേണിയാണ് **ഭംഗശ്രേണികൾ (Introns).** ഇവ പാകമായ അഥവാ സംസ്കരിക്കപ്പെട്ട എംആർഎൻഎ യിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. ഇത്തരം ഖണ്ഡിത ജീനിന്റെ സാന്നിധ്യം ജീൻ ഒരു ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡമാണെന്നുള്ള നിർവചനത്തെ കൂടുതൽ സങ്കീർണമാക്കുന്നു.

ഒരു ഘടനാ ജീനിലെ പ്രോൽസാഹക ഘടകവും നിയന്ത്രണ ശ്രേണികളും ഒരു സ്വഭാവത്തിന്റെ പാരമ്പര്യപ്രേഷണത്തെ ബാധിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളാണ്. അതുകൊണ്ട് ആർഎൻഎയെയോ മാംസ്യത്തെയോ നിയന്ത്രണ ശ്രേണികൾ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നില്ലെങ്കിൽ പോലും ഈ നിയന്ത്രണ ശ്രേണികളെ നിയന്ത്രണ ജീനുകൾ എന്ന് ചിലപ്പോൾ വിളിക്കാറുണ്ട്.

6.5.3 വിവിധതരം ആർഎൻഎകളും അവയുടെ അനുലേഖനവും

ബാക്ടീരിയകളിൽ പ്രധാനമായും മൂന്ന് തരം ആർഎൻഎകൾ കാണപ്പെടുന്നു: എം ആർഎൻഎ (mRNA - സന്ദേശവാഹക ആർഎൻഎ), റ്റി ആർഎൻഎ (tRNA-സ്ഥാനാന്തരഗമന ആർഎൻഎ), ആർആർഎൻഎ (rRNA - റൈബോസോമൽ ആർഎൻഎ). ഈ മൂന്ന് തരം ആർഎൻഎകളും കോശങ്ങളിലെ മാംസ്യസംശ്ലേഷണത്തിന്



ചിത്രം 6.10 ബാക്ടീരിയയിലെ അനുലേഖനം

അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. എംആർഎൻഎ അച്ചുകളായും, റ്റിആർഎൻഎ അമിനോ ആസിഡിന്റെ വാഹകരായി ജനിതക സംജ്ഞ തിരിച്ചറിയുകയും, ആർആർഎൻഎ തർജിമ പ്രക്രിയയിൽ ഘടനാപരമായും രാസത്വരകമായും പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാക്ടീരിയയിലെ എല്ലാത്തരം ആർഎൻഎകളെയും അനുലേഖനം ചെയ്യുന്നത് ഒരേയൊരു ഡിഎൻഎ ആശ്രിത ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് എന്ന ഒരേഒരു രാസാഗ്നിയാണ്. **പ്രാരംഭഘട്ടത്തിൽ (Intiation)** ആർഎൻഎ പോളിമറേസുകൾ പ്രോൽസാഹകഘടകത്തോട് ചേരുന്നതോട് കൂടി അനുലേഖനം ആരംഭിക്കുന്നു. ഇവിടെ ന്യൂക്ലിയോസൈഡ് ട്രൈഫോസ്ഫേറ്റുകളെ അഭികാരകങ്ങളായി ഉപയോഗിച്ച് അനുപൂരകതത്വത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അച്ചുകളെ ആശ്രയിച്ചുകൊണ്ട് കൂട്ടിചേർക്കൽ പ്രക്രിയ നടക്കുന്നു. ഡിഎൻഎ ചുറ്റുഗോവണിയിൽ വിടവ് (Opening) സൃഷ്ടിച്ച് ആർഎൻഎയുടെ **ദീർഘീകരണത്തിനും (Elongation)** ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് സൗകര്യമൊരുക്കുന്നു. ഈ സമയത്ത് ആർഎൻഎയുടെ ഒരു ചെറിയ ഭാഗം മാത്രമേ രാസാഗ്നിയുമായി ബന്ധപ്പെടുന്നുള്ളു. ദീർഘീകരണത്തെത്തുടർന്നു പോളിമറേസ് വിരാമഘടകത്തിൽ എത്തുമ്പോൾ പുതിയതായി നിർമിക്കപ്പെട്ട ആർഎൻഎയും രാസാഗ്നിയും ഡിഎൻഎയിൽ നിന്നും വേർപെടുന്നു. ഇത് അനുലേഖനത്തിന്റെ **വിരാമഘട്ടമാണ് (Termination)**.

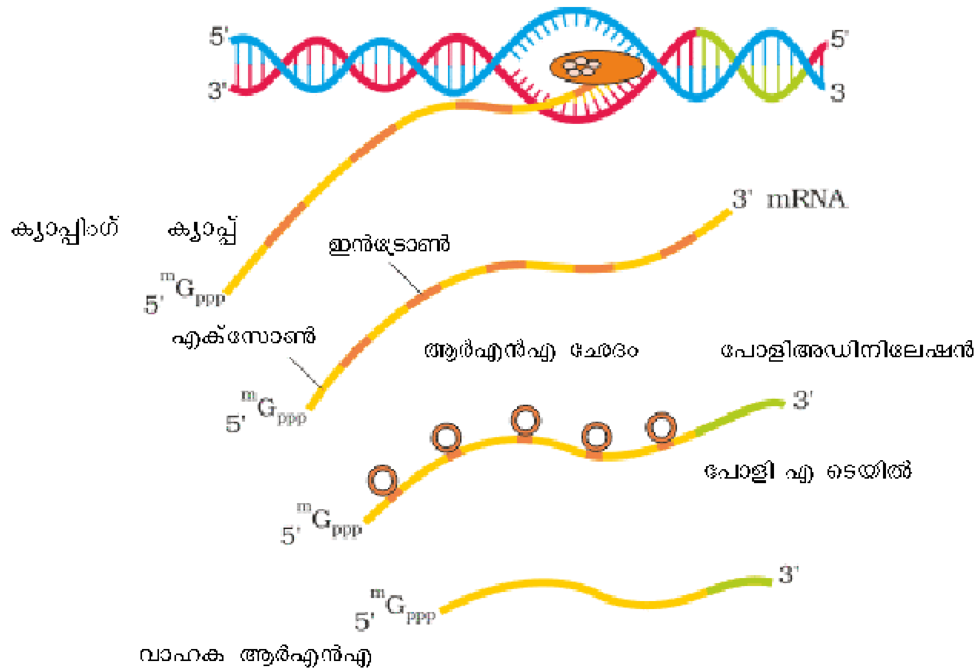
ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് അനുലേഖന പ്രക്രിയയിലെ പ്രാരംഭം, ദീർഘീകരണം, വിരാമം എന്നീ പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തുന്നത് എങ്ങനെയാണ് എന്നത് വളരെ രസകരമായ വസ്തുതയാണ്. അനുലേഖന പ്രക്രിയ തുടങ്ങുന്നതിനു **പ്രാരംഭഘടകവും (Initiation factor)** (σ) അവസാനിപ്പിക്കുന്നതിനു **വിരാമഘടകവും** (Termination factor) (ρ) അത്യാന്താപേക്ഷിതമാണ്. ദീർഘീകരണ പ്രവർത്തനത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുക

മാത്രമാണ് ആർഎൻഎ പോളിമറേസിന്റെ ധർമം. എന്നാൽ ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് താൽക്കാലികമായി മേൽപ്പറഞ്ഞ ഘടകങ്ങളോട് ചേർന്ന് പ്രാരംഭഘട്ടവും അന്തിമഘട്ടവും യഥാക്രമം സാധ്യമാക്കുന്നു. ദീർഘീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ രാസത്വരകമായി പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരേ ഒരു രാസാഗ്നിയാണ് ആർഎൻഎ പോളിമറേസ്. കൂടാതെ പ്രാരംഭഘട്ട ഘടകവുമായും വിരാമഘട്ട ഘടകവുമായും യോജിക്കുന്നത് വഴി അനുലേഖനത്തിന്റെ പ്രാരംഭഘട്ടത്തിലും അന്തിമഘട്ടത്തിലും കൃത്യമായി മാറ്റം വരുത്തി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന് ആർഎൻഎ പോളിമറേസിന് സാധിക്കുന്നു.

ബാക്ടീരിയകളിൽ എംആർഎൻഎകൾക്കു സജീവമാകാൻ പ്രത്യേകിച്ച് ഒരു സംസ്കരണ പ്രവർത്തനത്തിന്റെയും ആവശ്യമില്ല. ഇത് കൂടാതെ അനുലേഖനവും തർജമയും നടക്കുന്നത് ഒരേ സ്ഥലത്താണ്. അതായത് അവയിൽ കോശദ്രവ്യവും (cytosol) കോശമർമവും (Nucleus) തമ്മിൽ വേർതിരിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ഇവയിൽ എംആർഎൻഎയുടെ അനുലേഖനം പൂർണമാകുന്നതിനുമുമ്പ് തന്നെ തർജമ പലതവണ ആരംഭിച്ചിരിക്കും. ആയതിനാൽ അനുലേഖനവും തർജമയും ബാക്ടീരിയിൽ ഒരുമിച്ചു സംഭവിക്കുന്നു.

യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ രണ്ട് അധിക സങ്കീർണതകൾ കൂടിയുണ്ട്:

i) ഇവയുടെ കോശമർമത്തിൽ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞത് മൂന്ന് തരം ആർഎൻഎ പോളിമറേസുകൾ കാണുന്നു (കോശങ്ങളിൽ ഉള്ള ആർഎൻഎ പോളമറേസിനെ കൂടാതെ). ഇവയെ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് അനുസരിച്ച് തരംതിരിക്കാം. ആർഎൻഎ



ചിത്രം 6.11 യൂക്കാരിയോട്ടുകളിലെ അനുലേഖനം

പോളിമറേസ് I വ്യത്യസ്തതരം ആർആർഎൻഎ **(rRNAs)** തന്മാത്രകളെ അനുലേഖനം ചെയ്യുന്നു (28S, 18S, 5.8S). ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് III ടിആർഎൻഎ **(tRNA)**, 5 എസ് ആർആർഎൻഎ **(5srRNA)**, എസ് എൻ ആർ എൻഎ (കോശമർമ്മത്തിലെ ചെറിയ ആർഎൻഎ - **snRNA**) മുതലായവയെ അനുലേഖനം ചെയ്യുന്നു. ആർഎൻഎ പോളിമറേസ് II എംആർഎൻഎകളായി മാറാൻ കഴിയുന്ന ഹെറ്ററോജീനസ് ന്യൂക്ലിയാർ ആർഎൻഎയുടെ **(Heterogenous nuclear RNA/ hnRNA)** അനുലേഖനത്തെ സഹായിക്കുന്നു.

ii) രണ്ടാമത്തെ സങ്കീർണത എന്നത് പ്രാഥമിക അനുലേഖന തന്മാത്രകൾ എക്സോണുകളും ഇൻട്രോണുകളും ചേർന്ന നിഷ്ക്രിയ തന്മാത്രകളാണ് എന്നതാണ്. ഇതിൽ നിന്നും ഇൻട്രോണുകളെ നീക്കം ചെയ്ത് എക്സോണുകളെ യഥാക്രമം യോജിപ്പിക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തെ **ഛേദനം (Splicing)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. കൂടാതെ hnRNA രണ്ട് പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കു കൂടി വിധേയമാകുന്നു. അവയെ ക്യാപ്പിംഗ് (Capping) എന്നും ടെയിലിംഗ് (Tailing) എന്നും വിളിക്കുന്നു. **ക്യാപ്പിംഗ്** എന്നാൽ മീഥയിൽ ഗുവാനോസിൻ ട്രൈഫോസ്ഫേറ്റ് (Methyl guanosine triphrophate) എന്ന ഒരു അസാധാരണ ന്യൂക്ലിയോടൈഡ് hnRNA യുടെ 5′ -അഗ്രത്തിൽ ഉറപ്പിക്കുന്ന പ്രവർത്തനമാണ്. അഡിനിലേറ്റ് (Adenylate) തന്മാത്രകൾ (200-300) hnRNA യുടെ 3′ അഗ്രത്തിൽ ഉറപ്പിക്കപ്പെടുന്നതിനെ **ടെയിലിംഗ്** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ പൂർത്തിയാക്കിയ hnRNA യെ പാകമായ mRNA എന്നുവിളിക്കാം. അതിനുശേഷം തർജമ പ്രക്രിയയ്ക്കായി mRNA യെ കോശമർമത്തിന്റെ വെളിയിൽ എത്തിക്കുന്നു (ചിത്രം 6.11).

ഇത്തരം സങ്കീർണമായ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പ്രാധാന്യം ശാസ്ത്രലോകം മനസ്സിലാക്കി തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഖണ്ഡിത ജീനുകളുടെ ക്രമീകരണം അവയുടെ പൂർവിക സ്വഭാവ സവിശേഷതകളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നതോടൊപ്പം മുമ്പ് നിലനിന്നിരുന്ന ഒരു **ആർഎൻഎ ലോകത്തിന്റെ (RNA-World)** സാധുത ശരിയാണെന്ന നിഗമനത്തിൽ എത്തിച്ചേരുവാനും നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. ആർഎൻഎയെയും അനുബന്ധ പ്രവർത്തനങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള വിജ്ഞാനം ഇന്ന് വളരെ പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്ന ഒന്നാണ്.

6.6 ജനിതക സംജ്ഞ (Genetic Code)

ഇരട്ടിപ്പിക്കൽ, അനുലേഖനം എന്നീ പ്രക്രിയകളിൽ ഒരു ന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് മറ്റൊരു ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിലേക്ക് പകർപ്പെടുക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പകർത്തൽ തികച്ചും അനുപൂരകതത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് നിർവഹിക്കപ്പെടുന്നത്. തർജമ പ്രക്രിയയിൽ ഒരു ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് പോളിമറിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ജനിതക വിവരങ്ങളെ അമിനോ ആസിഡ് പോളിമറിലേക്ക് കൈമാറുന്നു. അമിനോ ആസിഡുകളും ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളും തമ്മിൽ അനുപൂരകത നിലനിൽക്കുന്നില്ല. എന്നു മാത്രമല്ല അത് സൈദ്ധാന്തികമായി തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുമില്ല. എന്നാൽ ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിലുണ്ടാകുന്ന (ജനിതക പദാർഥം) മാറ്റങ്ങൾ മാംസ്യങ്ങളിലെ അമിനോ ആസിഡുകളുടെ ശ്രേണിയിൽ മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് അനേകം തെളിവുകൾ ലഭ്യമാണ്. മാംസ്യസംശ്ലേഷണ സമയത്ത് അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണികളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന ഒരു ജനിതക സംജ്ഞ നിർദേശിക്കുന്നതിലേക്ക് ഈ വസ്തുതകൾ നയിച്ചു.

ജനിതക വസ്തുവിന്റെ ജൈവരാസ സ്വഭാവവും ഡിഎൻഎയുടെ ഘടനയും അത്ഭുതാവഹമാണ് എന്നുകാണാം. ഇത് ജനിതക സംജ്ഞയുടെ വിഭാവനത്തിലും വ്യാഖ്യാനത്തിലും കടുത്ത വെല്ലുവിളിയാണ് ഉയർത്തിയത്. എന്നാൽ വിവിധ വൈജ്ഞാനിക ശാഖകളായ ഭൗതികശാസ്ത്രം, കാർബണികശാസ്ത്രം, ജൈവരസതന്ത്രം, ജനിതക ശാസ്ത്രം തുടങ്ങിയ മേഖലകളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ കൂട്ടായ പ്രവർത്തനം ഈ വെല്ലുവിളികൾ നേരിടുന്നതിനു സഹായിച്ചു. ജോർജ് ഗാമോ (George Gamow) എന്ന ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ 4 ബേസുകൾ ഉപയോഗിച്ച് 20 അമിനോ ആസിഡുകളെ പ്രതിനിധീകരിക്കാൻ ഈ നാലു ബേസുകളുടെ കലർപ്പുകൾ ആവശ്യമാണ്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ 20 അമിനോ ആസിഡുകളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതിന് ഒരു സംജ്ഞയിൽ 3 ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കണം. ഈ നിർവചനം ഏറെ സഹായകമായിരുന്നു. കാരണം ഒരു $4^3 (4x4x4)$ എന്ന സംഖ്യാപരിവർത്തന

കൂട്ടുകെട്ട് 64 സംജ്ഞകളെ (Codons) പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. ഇത് ആവശ്യമുള്ള 20 സംജ്ഞകളേക്കാൾ അധികമാണ്.

സംജ്ഞകൾ ത്രിബേസികമാണെന്ന (Triplet) കണ്ടെത്തൽ ഏറെ ശ്രമകരമായിരുന്നു. രാസിക മാർഗങ്ങളിലൂടെ ആർഎൻഎയെ കൃത്രിമമായി നിർമിക്കാൻ വിവിധ ബേസുകളുടെ സമ്മിശ്രണം ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഹർ ഗോബിന്ദ് ഖൊരാന (Har Gobind Khorana) നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഇതിന് ഉപോൽബലകമായ തെളിവുകൾ നൽകുന്നു. തുടർന്ന് ജീവകോശങ്ങൾക്കു പുറത്ത് മാർഷൽ നിരൻബർഗ് (Marshall Warren Nirenberg) നടത്തിയ മാംസ്യസംശ്ലേഷണ പരീക്ഷണങ്ങൾ ജനിതക സംജ്ഞയുടെ മേൽപ്രതിപാദിച്ച വ്യാഖ്യാനങ്ങൾ എളുപ്പമാക്കി. അച്ച് ഇഴകളുടെ അഭാവത്തിലും ആർഎൻഎ തന്മാത്രകളെ രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് നേരിട്ട് നിർമിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് സെവറോ ഒച്ചോവ (Severo Ochoa) രാസാഗ്നി എന്നറിയപ്പെടുന്ന പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ഫോസ്ഫോറിലേസ് (Polynucleotide phosphorylase) ഉപയോഗിച്ചു നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചു. തൽഫലമായി ജനിതക സംജ്ഞയുടെ ഒരു ഒത്തുനോക്കൽ ഫലകം (Checker Board) രൂപപ്പെട്ടു (പട്ടിക 6.1).

പട്ടിക 6.1: വ്യത്യസ്ത അമിനോ ആസിഡുകളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന സംജ്ഞകൾ

ആദ്യസ്ഥാനം ↓	രണ്ടാംസ്ഥാനം U	C	A	G	മൂന്നാം സ്ഥാനം ↓
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

ജനിതകസംജ്ഞയുടെ പ്രധാന സവിശേഷതകൾ താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയാണ്:

i) ജനിതക സംജ്ഞകൾ ത്രിബേസികങ്ങളാണ്. ആകെയുള്ള 64 സംജ്ഞകളിൽ 61 എണ്ണം അമിനോ ആസിഡുകളെ സംജ്ഞീകരിക്കുന്നു. എന്നാൽ 3 സംജ്ഞകൾ ഒരു അമിനോ ആസിഡിനെയും സംജ്ഞീകരിക്കുന്നില്ല. ആയതിനാൽ ഇവയെ വിരാമ സംജ്ഞകൾ (Stop codons) (UAG, UGA, UAA) എന്നുപറയുന്നു.

ii) ഒരു സംജ്ഞ ഒരു അമിനോ ആസിഡിനെ മാത്രം പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ ഇത് **സ്പഷ്ടവും കൃത്യവുമാണ് (Unambiguous and specific).**

iii) ചില അമിനോ ആസിഡുകൾ ഒന്നിലധികം സംജ്ഞകളാൽ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഈ സ്വഭാവത്തെ സംജ്ഞകളുടെ **അധമത്വം (Degeneracy of codon)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

iv) mRNA യിലെ സംജ്ഞകൾ തുടർച്ചയാണ്. അവയ്ക്കിടയിൽ വിരാമ ചിഹ്നങ്ങളില്ല.

v) സംജ്ഞകൾ ഏകദേശം **സാർവത്രികമാണ് (Universal).** ഉദാഹരണമായി ബാക്ടീരിയ മുതൽ മനുഷ്യനിൽ വരെ UUU സംജ്ഞ ഫെനൈൽഅലാനിൻ

(Phe) എന്ന അമിനോ ആസിഡിനെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. എന്നാൽ മൈറ്റോകോൺട്രിയയിലേയും ചില ഏകകോശ ജീവികളിലേയും (Protozoan) സംജ്ഞകളിൽ നേരിയ വ്യതിയാനം ഉണ്ട്.

vi) AUG മെഥിയോണീൻ (Met) അമിനോ ആസിഡിനെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതിനൊപ്പം ഒരു **ആരംഭ (Initiation) സംജ്ഞയുടെ** ധർമവും നിർവഹിക്കുന്നു.

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന mRNA ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ശ്രേണികൾ ഉപയോഗിച്ച് അമിനോ ആസിഡുകളുടെ ശ്രേണികൾ പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.

-AUG UUU UUC UUC UUU UUU UUC-

ഇതുപോലെ ഇതിനു വിപരീതമായി താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണിയിൽ നിന്നും mRNA ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ശ്രേണിയെ ഒത്തുനോക്കൽ ഫലകം ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്തുവാൻ ശ്രമിക്കുക.

Met - Phe - Phe - Phe - Phe - Phe - Phe

രണ്ടാമത്തെ പരിശീലന പ്രവർത്തനം ചെയ്തപ്പോൾ നിങ്ങൾക്ക് എന്തെങ്കിലും പ്രയാസം നേരിട്ടോ?

ജനിതക കോഡിന്റെ ഏത് രണ്ട് സ്വഭാവങ്ങൾ ആണ് നിങ്ങൾക്ക് ഇപ്പോൾ ബന്ധപ്പെടുത്താൻ കഴിഞ്ഞത്? നിഗമനങ്ങൾ പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.

6.6.1 ഉൽപരിവർത്തനവും ജനിതകസംജ്ഞയും (Mutations and Genetic Code)

ഉൽപ്പരിവർത്തന പഠനങ്ങളിൽ നിന്നും ജീനിന്റെയും ഡിഎൻഎയുടെയും ബന്ധം വളരെ നന്നായി മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും. അധ്യായം 5-ൽ നിങ്ങൾ ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തെയും അതിന്റെ ഫലത്തെയും കുറിച്ച് പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഡിഎൻഎയിലെ ഖണ്ഡങ്ങളുടെ വൻതോതിലുള്ള ഒഴിവാക്കലിന്റെയും പുനക്രമീകരണത്തിന്റെയും (Deletions and rearrangments) ഫലമായി ഒരു ജീനും അതിന്റെ ധർമവും നഷ്ടപ്പെടുകയോ ലഭിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. ജീനുകളിൽ ഒരു ബേസ് ജോഡിയുടെ മാറ്റംമൂലം ഉണ്ടാകുന്ന ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തെ ബിന്ദുതല ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Point Mutation) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇതിനുദാഹരണമാണ് ഒറ്റ ബേസ് ജോഡിയിലെ മാറ്റം മൂലം ഹീമോഗ്ലോബിനിലെ ബീറ്റാ ഗ്ലോബിൻ ചങ്ങലയിലുള്ള ഗ്ലൂട്ടാമേറ്റ് (Glutamate) അമിനോ ആസിഡിനു പകരം വാലീൻ (Valine) വരുന്നത്. ഈ മാറ്റം **അരിവാൾ രോഗത്തിന് (Sickle Cell Anemia)** കാരണമാകുന്നു. താഴെക്കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ഉദാഹരണത്തിലൂടെ കൂട്ടിച്ചേർക്കലുകളും ഒഴിവാക്കലുകളും ഒരു ജീനിന്റെ ഘടനയെ ഏതു തരത്തിലാണ് ബാധിക്കുന്നതെന്ന് മനസിലാക്കാം.

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രസ്താവന പരിശോധിച്ചാൽ അവയിലെ വാക്കുകൾക്ക് ജനിതകസംജ്ഞകളെ പോലെ മൂന്ന് അക്ഷരങ്ങൾ വീതമാണുള്ളത് എന്ന് കാണാം.

RAM HAS RED CAP

നമ്മൾ B അക്ഷരം HAS നും RED നും ഇടയിൽ ഉൾപ്പെടുത്തി അവയെ ക്രമീകരിച്ചാൽ താഴെപറയും വിധത്തിൽ മാറുന്നു:

RAM HAS BRE DCA P

അതുപോലെ B, I എന്നീ രണ്ട് അക്ഷരങ്ങൾ ഇതേ സ്ഥലത്ത് ഉൾപ്പെടുത്തിയാൽ അതിന് വീണ്ടും മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു,

RAM HAS BIR EDC AP

ഇനി മൂന്ന് അക്ഷരം, അതായത് BIG ആണ് ചേർക്കുന്നതെങ്കിൽ ഈ പ്രസ്താവന ഇങ്ങനെ വായിക്കാം

RAM HAS BIG RED CAP

ഉദാഹരണത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള വാക്കുകളിൽ നിന്ന് R, E, D എന്നീ അക്ഷരങ്ങൾ ഓരോന്നും ക്രമമായി നീക്കം ചെയ്താൽ ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്ന സംജ്ഞാശ്രേണി ലഭിക്കുന്നു.

RAM HAS EDC AP

RAM HAS DCA P

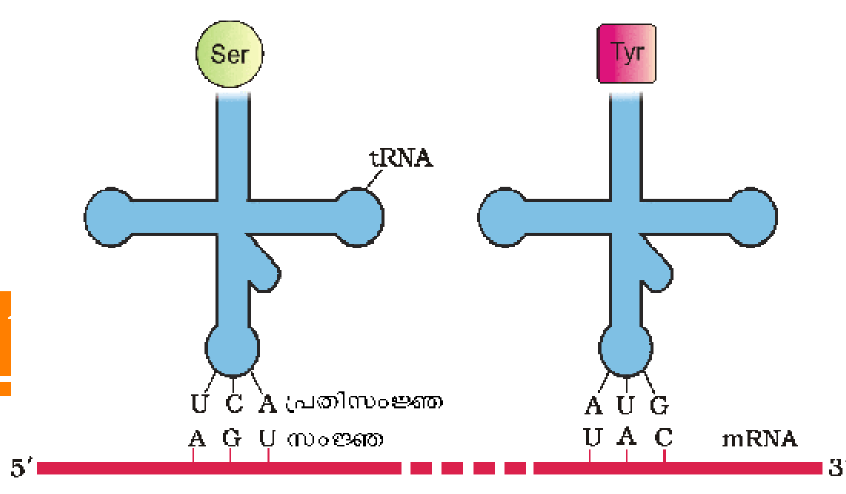
RAM HAS CAP

മേൽ പ്രസ്താവിച്ച ഉദാഹരണങ്ങളിൽ നിന്നും ബേസുകളുടെ നീക്കം ചെയ്യലും കൂട്ടിച്ചേർക്കലും സംജ്ഞാശ്രേണീഘടനയിൽ മാറ്റം വരുത്തുന്നു എന്ന് കാണാം. ആയതിനാൽ ഇത്തരം ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങളെ **ചട്ടസ്ഥാനാന്തര ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Frame shift mutation)** അഥവാ **നീക്കം ചെയ്യൽ ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Deletion mutation)** എന്നുപറയുന്നു. മൂന്നോ അതിന്റെ ഗുണിതങ്ങളോ ആയി സംജ്ഞകൾ നീക്കം ചെയ്യുകയോ കൂടിച്ചേരുകയോ ചെയ്യുന്നതു വഴി തത്തുല്യമായി അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണിയിൽ മാറ്റം വരികയും ഉൽപ്പരിവർത്തനം സംഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ഈ മാറ്റമുണ്ടായ ശ്രേണിയുടെ തുടർന്നുള്ള ഭാഗങ്ങൾ മാറ്റമില്ലാതെ തുടരുകയും ചെയ്യുന്നു.

6.6.2 tRNA- ഒരു അനുരൂപക തന്മാത്ര (tRNA-The Adapter Molecule)

സംജ്ഞകളെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുമ്പോൾ തന്നെ അവ എങ്ങനെ വായിക്കപ്പെടുന്നു എന്നും അമിനോ ആസിഡുകളെ യോജിപ്പിക്കുന്നു എന്നും ഫ്രാൻസിസ് ക്രിക്കിനു വ്യക്തമായ ധാരണയുണ്ടായിരുന്നു. എന്തെന്നാൽ അമിനോ ആസിഡുകൾക്ക് സംജ്ഞകളെ തിരിച്ചറിയാനുള്ള പ്രത്യേക ഘടനാ സവിശേഷതകൾ ഇല്ല എന്നും അദ്ദേഹം തിരിച്ചറിഞ്ഞു. ഒരു അനുരൂപക തന്മാത്രയുടെ ഒരു ഭാഗം ഈ സംജ്ഞകളെ തിരിച്ചറിയുകയും മറ്റൊരു ഭാഗം അമിനോ ആസിഡുകളെ കൃത്യമായി യോജപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു എന്ന് അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ജനിതക സംജ്ഞകൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനു മുമ്പ് തന്നെ എസ് ആർഎൻഎ (sRNA-Soluble RNA) എന്ന് പേരിൽ tRNA അറിയപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ അവയുടെ അനുരൂപക സ്വഭാവം തിരിച്ചറിഞ്ഞത് വളരെ കാലത്തിനു ശേഷമായിരുന്നു.

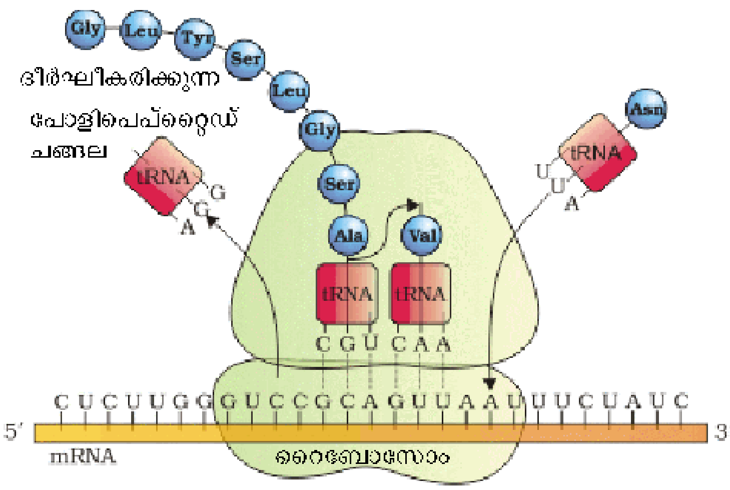
tRNA തന്മാത്രയുടെ രാസഘടന പരിശോധിച്ചാൽ ഇതിനു mRNA യിലെ സംജ്ഞകളെ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്ന അനുപൂരക (Complementary) സംജ്ഞകളാൽ നിർമിച്ച ഒരു **പ്രതിസംജ്ഞാവലയവും (Anticodon loop)** അമിനോ ആസിഡുകളെ സ്വീകരിക്കാനുള്ള ഒരു **സ്വീകരണ അഗ്രവും** ഉണ്ടെന്ന് **(Amino acid acceptor end)** മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും (ചിത്രം 6.12). ഓരോ അമിനോ ആസിഡിനും ഓരോ tRNA യാണുള്ളത്. മാംസ്യസംശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കുന്നതിനെ സഹായിക്കുന്നത് ഒരു



ചിത്രം 6.12 tRNA-ഒരു അനുരൂപക തന്മാത്ര

പ്രത്യേക ടിആർഎൻഎ ആണ്. അവയെ **പ്രാരംഭക ടിആർഎൻഎ (Intiator tRNA)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. വിരാമസംജ്ഞകൾക്ക് അനുപൂരകങ്ങളായ ടിആർഎൻഎ കാണപ്പെടുന്നില്ല. ചിത്രം 6.12 ൽ ടിആർഎൻഎയുടെ ദ്വിതീയ ഘടന കാണിച്ചിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക. ഇത് അനുസരിച്ച് ടിആർഎൻഎകൾക്ക് ഒരു മുന്നില (Clover leaf) രൂപമാണുള്ളത്. യഥാർഥ രാസഘടന അനുസരിച്ച് ടിആർഎൻഎകൾ ദൃഢതയുള്ളതും തല കീഴാക്കിയ 'L' ആകൃതിയിലുള്ളതുമായ ഒരു തന്മാത്രയാണ്.

6.7 തർജമ (Translation)



ചിത്രം 6.13 തർജമ

വിവിധ അമിനോ ആസിഡുകളെ കൂട്ടിച്ചേർത്ത് മാംസ്യ തന്മാത്ര ഉണ്ടാക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് തർജമ എന്ന് നിർവചിക്കാം (ചിത്രം 6.13). mRNAയിലെ ബേസുകളുടെ ശ്രേണിക്ക് അനുസൃതമായാണ് അമിനോ ആസിഡ് നിർമിക്കപ്പെടുന്നത്. പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനം വഴിയാണ് അമിനോ ആസിഡുകൾ കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നത്. ഇതിന് ഊർജം അത്യാന്താപേക്ഷിതമാണ്. അതിനാൽ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ അമിനോ ആസിഡുകൾ ATP തൻമാത്രകളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഉത്തേജിപ്പിക്കപ്പെടുകയും അവയുടെ സജാതീയ tRNA യുമായി ബന്ധിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തെ **tRNAയുടെ ഉത്തേജനം (Charging of tRNA)** അഥവാ **tRNA യുടെ അമിനോ ആസിഡ് ബന്ധനം (Aminoacylation of tRNA)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ഉത്തേജിക്കപ്പെട്ട രണ്ട് tRNA തന്മാത്രകൾ അടുത്തു വരുമ്പോൾ ഊർജത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ ഇവയിലുള്ള അമിനോ ആസിഡുകൾ തമ്മിൽ പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനം സാധ്യമാകുന്നു. ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം പെപ്റ്റൈഡ്ബന്ധനത്തിന്റെ നിർമാണ നിരക്ക് വർധിപ്പിക്കുന്നു.

മാംസ്യസംശ്ലേഷണത്തിന് സഹായിക്കുന്ന കോശാംഗങ്ങൾ റൈബോസോമുകൾ (Ribosome) ആണ്. റൈബോസോമിൽ ഏകദേശം 80 തരം മാംസ്യങ്ങളും ഘടനാ ആർഎൻഎ തന്മാത്രകളും കാണപ്പെടുന്നു. റൈബോസോമുകൾ നിഷ്ക്രിയാവസ്ഥയിൽ രണ്ട് ഉപഘടകങ്ങളായി നിലനിൽക്കുന്നു; ഒരു വലിയ ഉപഘടകവും ഒരു ചെറിയ ഉപഘടകവും. എപ്പോഴാണോ ചെറിയ ഉപഘടകം mRNA യുമായി ആകസ്മികമായി സന്ധിക്കുന്നത്, അപ്പോൾ mRNA യിൽ നിന്നും മാംസ്യം ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയായ തർജമ ആരംഭിക്കുന്നു. അനുലേഖനസമയത്ത് റൈബോസോമിന്റെ വലിയ ഘടകത്തിൽ അടുത്തടുത്തായി കാണപ്പെടുന്ന രണ്ട് സ്ഥലങ്ങൾ, അമിനോ ആസിഡുകൾക്ക് അടുത്തുവരുവാനും പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനം ഉണ്ടാക്കുവാനും സഹായിക്കുന്നു. ബാക്ടീരിയകളിൽ 23SrRNA ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ ആയി (റൈബോസൈം) പ്രവർത്തിച്ച് പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനങ്ങൾ നിർമിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു.

mRNA യിലെ ഒരു തർജമീകരണ ഘടകം (Translational unit) എന്നത് പ്രാരംഭക സംജ്ഞയിൽ (AUG) ആരംഭിച്ച് ഏതെങ്കിലും ഒരു വിരാമ സംജ്ഞയിൽ അവസാനിക്കുകയും ഒരു പോളിപെപ്റ്റൈഡിന്റെ നിർമാണത്തിന് സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഒരു ആർഎൻഎ ശ്രേണിയാണ്. mRNA യിൽ കാണപ്പെടുന്ന തർജമയ്ക്ക് വിധേയമാകാത്ത

ചില ശ്രേണികൾ **തർജമപ്പെടാത്ത ശ്രേണികൾ (Untranslated Region- UTR)** എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം ശ്രേണികൾ സാധാരണ mRNAയുടെ 5'അഗ്രത്തിലും (പ്രാരംഭക സംജ്ഞയ്ക്കു മുമ്പ്) 3'അഗ്രത്തിലും (വിരാമ സംജ്ഞയ്ക്ക്ശേഷം) കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ കാര്യക്ഷമമായ തർജമ പ്രവർത്തനത്തിന് അനിവാര്യമാണ്.

മാംസ്യസംശ്ലേഷണത്തിന്റെ പ്രാഥമിക ഘട്ടത്തിൽ mRNA റൈബോസോമുമായി ചേരുകയും പ്രാരംഭക tRNA (Intiator tRNA) mRNA യിലെ പ്രാരംഭക സംജ്ഞകളെ (AUG) തിരിച്ചറിയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്റെ തുടർച്ചയായി റൈബോസോമിൽ മാംസ്യനിർമാണം ദീർഘീകരണ ഘട്ടത്തിലൂടെ പുരോഗമിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ അമിനോ ആസിഡ് ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള tRNA സഞ്ചയങ്ങൾ അവയുടെ പ്രതിസംജ്ഞകൾക്ക് (Anticodon of tRNA) അനുപൂരകമായ mRNA സംജ്ഞകളുമായി (Codon of mRNA) ബേസ് ജോഡികളുപയോഗിച്ച് ബന്ധിക്കപ്പെടുന്നു. റൈബോസോമുകൾ mRNAയിലെ ഒരു സംജ്ഞയിൽ നിന്ന് അടുത്തതിലേക്ക് എന്ന രീതിയിൽ നീങ്ങുന്നു. അമിനോ ആസിഡുകളെ ഓരോന്നായി കൂട്ടിച്ചേർത്ത് പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് പോളിപെപ്റ്റൈഡ് ശ്രേണികളുണ്ടാക്കുന്നു. ഇത്തരം ശ്രേണികൾ ഡിഎൻഎ അനുശാസിക്കുന്നവയും mRNAയാൽ പ്രതിനിധീകരിക്കപ്പെടുന്നവയുമാണ്. ഒടുവിൽ വിരാമസംജ്ഞയിൽ ഒരു **മോചനഘടകം (Release factor)** ബന്ധിക്കുമ്പോൾ തർജമപ്രവർത്തനം അവസാനിക്കുകയും പൂർത്തിയായ പോളിപെപ്റ്റൈഡുകൾ റൈബോസോമിൽനിന്ന് പുറത്തുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു.

6.8 ജീൻ ആവിഷ്കരണത്തിന്റെ നിയന്ത്രണം (Regulation of Gene Expression)

ജീൻ ആവിഷ്കരണവും അതിന്റെ നിയന്ത്രണവും വിവിധതലങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന വിശാലമായ പ്രക്രിയയാണ്. യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ ഒരു പോളിപെപ്റ്റൈഡിന്റെ നിർമാണത്തിനു കാരണമാകുന്ന ജീൻ ആവിഷ്കാരം ഏതൊക്കെ തലങ്ങളിലാണ് നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നത് എന്ന് താഴെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

i) അനുലേഖനതലം - Transcriptional level (പ്രാഥമിക അനുലേഖനഖണ്ഡനിർമാണം - (Formation of primary transcript).
ii) സംപ്രാപ്തീതലം - Processing level (ഛേദനനിയന്ത്രണം - Regulation of splicing)
iii) കോശമർമത്തിൽ നിന്നും കോശദ്രവ്യത്തിലേക്കുള്ള mRNAയുടെ സംവഹനതലം
iv) തർജമാതലം - Translational level

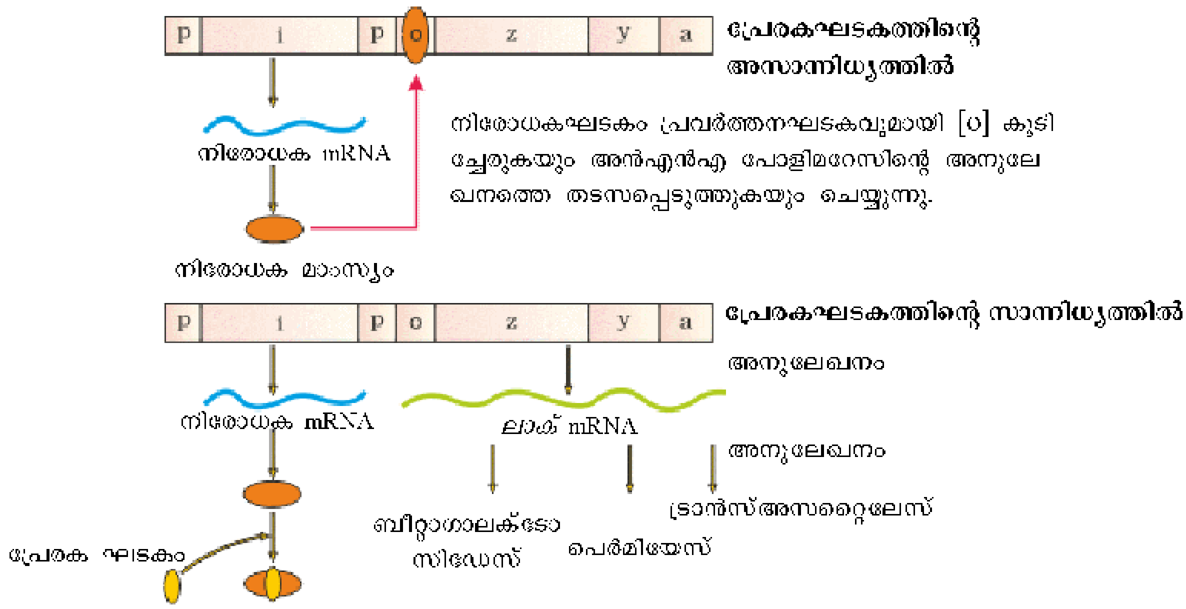
ഒരു കോശത്തിനുള്ളിൽ ജീനുകൾ അവയുടെ ആവിഷ്കാരം നടത്തുമ്പോൾ ഒരു പ്രത്യേക ധർമം അഥവാ ഒരു കൂട്ടം ധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് കോളിഫോം ബാക്ടീരിയ, ബീറ്റാ ഗാലക്ടോസിഡേസ് (Beta galactosidase) എന്ന രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് ഡൈസാക്കറൈഡ് ആയ ലാക്ടോസിനെ, ഗ്ലൂക്കോസും ഗാലക്ടോസും ആക്കി മാറ്റി ഊർജത്തിന്റെ ഉറവിടമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. അതായത് ബാക്ടീരിയയ്ക്ക്, ഊർജ ഉറവിടമായ ലാക്ടോസ് അവയ്ക്ക് ചുറ്റും ഇല്ലാതിരുന്നാൽ, അവയ്ക്ക് ബീറ്റാ ഗാലക്ടോസിഡേസ് നിർമിക്കേണ്ട ആവശ്യം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. അതിനാൽ ഇവിടെ ഉപാപചയം, പാരിസ്ഥിതികമോ ജീവധർമപരമോ ആയ അവസ്ഥകൾ എന്നിവയാണ് ജീൻ ആവിഷ്കാരത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് എന്ന് കാണാം. അനേകം ജീനുകൾ കൂടിച്ചേർന്ന് ഏകോപിപ്പിക്കുന്ന ആവിഷ്കാരനിയന്ത്രണങ്ങളുടെ ഫലമായാണ് ഭ്രൂണത്തിന്റെ വികാസവും അവകലനവും (Differentiation) സാധ്യമാകുന്നത്.

അനുലേഖനത്തിന്റെ പ്രാഥമിക ഘട്ടത്തിലാണ് യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ ജീൻ ആവിഷ്കരണത്തിന്റെ പ്രബലമായ നിയന്ത്രണം നടക്കുന്നത്. യൂക്കാരിയോട്ടുകളിൽ അനുലേഖന ഘടകത്തിൽ പ്രോൽസാഹക ഘടകത്തിന്റെ മേലുള്ള RNA പോളിമറേസിന്റെ പ്രവർത്തനം നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നത് മറ്റു ചില സഹകാരി മാംസ്യങ്ങൾ (Accessory Proteins) വഴിയാണ്. അങ്ങനെ RNA പോളിമറേസുകൾക്ക് അനുലേഖന പ്രക്രിയ തുടങ്ങി വയ്ക്കാനുള്ള സ്ഥലം തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയാതെ വരും. ചില നിയന്ത്രണ മാംസ്യങ്ങൾക്ക് അനുകൂലമായും (ഊർജകങ്ങൾ - Activators) പ്രതികൂലമായും (നിരോധകങ്ങൾ - Repressors) വർത്തിക്കാൻ കഴിയും. പ്രോക്കാരിയോട്ടുകളുടെ DNAയിലെ പ്രോൽസാഹകഘടകങ്ങളുടെ പ്രാപ്യതയെ പല സന്ദർഭങ്ങളിലും നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഇത്തരം മാംസ്യശ്രേണികളെ **പ്രവർത്തനഘടകം (Operator)** എന്നു വിളിക്കുന്നു. പ്രോൽസാഹകഘടകത്തോട് ചേർന്നാണ് ഇത്തരം പ്രവർത്തന ഘടകങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നത്. മിക്ക സന്ദർഭങ്ങളിലും പ്രവർത്തന ശ്രേണികൾ നിരോധക (Repressor) മാംസ്യങ്ങളുമായി ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുന്നു. മിക്ക ഒപറോണുകൾക്കും ഒരു **പ്രവർത്തന ഘടകവും (Operator)** അതിന്റേതായ ഒരു **നിരോധക മാംസ്യവും (Repressor protein)** ഉണ്ടായിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി *ലാക്* പ്രവർത്തനഘടകം *ലാക്* ഒപറോണിൽ മാത്രം കാണുന്നവയും അവ *ലാക്* നിരോധിത മാംസ്യവുമായി (*Lac* Repressor Protein) സമ്പർക്കം പുലർത്തുന്നവയുമാണ്.

6.8.1 *ലാക്* ഒപറോൺ (The *Lac* operon)

ജനിതക ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഫ്രാങ്കോയിസ് ജേക്കബിന്റെയും (Francois Jacob) ജൈവരസതന്ത്രജ്ഞനായ ജാക്ക് മൊണഡിന്റെയും (Jacque Monod) പഠനങ്ങളിൽ നിന്നാണ് *ലാക്* ഒപറോണിന്റെ വ്യാഖ്യാനം രൂപപ്പെടുന്നത്. ഇവരാണ് ആദ്യമായി അനുലേഖന നിയന്ത്രണ വ്യവസ്ഥ വ്യാഖ്യാനിച്ചത്. *ലാക്* ഒപറോൺ എന്നത് (*ലാക്* എന്നാൽ ലാക്ടോസ്) ഒരു പോളിസിസ്ട്രോണിക്കായ ഘടനാജീനാണ്. ഇതിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് ഒരു പൊതുവായ പ്രോൽസാഹക ജീനും നിയന്ത്രണ ജീനുമാണ്. ബാക്ടീരിയകളിൽ ഇത്തരം ക്രമീകരണങ്ങൾ സർവസാധാരണമായി കാണുന്നു. അവയെ **ഒപറോണുകൾ (Operon)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. *ലാക്* ഒപറോൺ (*lac* operon) *ട്രിപ്റ്റോഫൻ* ഒപറോൺ (*trp* operon), *അരാ* ഒപറോൺ(*ara* operon) *ഹിസ്* ഒപറോൺ (*his* operon) *വാൽ* ഒപറോൺ (*val* operon) എന്നിവയാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട ഒപറോണുകൾ.

ഒരു നിയന്ത്രണ ജീനും (i ജീൻ-ഇവിടെ i എന്നതു കൊണ്ട് പ്രേരക ഘടകം (Inducer) എന്നല്ല തടസ്സഘടകം (Inhibitor) എന്നാണ് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്), മൂന്ന് ഘടനാജീനുകൾ (z,y,a എന്നിവ) അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതാണ് *ലാക്* ഒപറോൺ. z ജീൻ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നത് ബീറ്റാ ഗാലക്റ്റോസിഡേഡ് (β-Galactosidase) എന്ന രാസാഗ്നിയാണ്. ഈ രാസാഗ്നിയുടെ പ്രധാന ധർമം ലാക്റ്റോസിനെ വിഘടിപ്പിച്ച് ഗ്ലൂക്കോസും ഗാലക്റ്റോസും ആക്കി മാറ്റുക എന്നതാണ്. y ജീൻ ബീറ്റാ ഗാലക്റ്റോസിഡേസുകളുടെ കോശത്തിലേക്കുള്ള പ്രവേശനത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന പെർമിയേസ് (Permease) എന്ന രാസാഗ്നിയേയും, a ജീൻ ട്രാൻസ്അസറ്റൈലേസ് (Transacetylase) എന്ന രാസാഗ്നിയേയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഈ മൂന്നു ജീനുകളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ ലാക്ടോസിന്റെ ഉപാപചയത്തിന് അത്യാവശ്യമാണ്. മിക്ക ഒപറോണുകളിലും ഇത്തരത്തിൽ ഒപറോണുകളിലെ ജീനുകൾ ഒത്തൊരുമിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുകയും ഉപാപചയ പ്രവർത്തനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 6.14).



ചിത്രം 6.14 *ലാക്* ഒപറോൺ

ബീറ്റാഗാലക്ടോസിഡേസ് രാസാഗ്നിയുടെ അഭികാരകം (Substrate) ലാക്ടോസ് ആണ്. ഈ ഒപറോണിന്റെ ഉത്തേജനത്തെയും നിർവീരീകരണത്തെയും നിയന്ത്രിക്കുന്നത് ലാക്ടോസ് ആയതിനാൽ അവയെ **പ്രേരകഘടകം (Inducer)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. സാധാരണ കാർബണിക ഉറവിടമായി വർത്തിക്കുന്ന ഗ്ലൂക്കോസിന്റെ അസാന്നിധ്യത്തിൽ, ഈ ബാക്ടീരിയകളെ ലാക്ടോസ് പൂരകമാധ്യമത്തിൽ വളർത്തിയാൽ പെർമിയേസിന്റെ സഹായത്തോടെ ലാക്ടോസ് കോശത്തിനുള്ളിലേക്ക് കടക്കുന്നു. (ഓർക്കുക, വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിൽ *ലാക്* ഒപറോൺ സാന്നിധ്യം ബാക്ടീരിയങ്ങളിൽ നിരന്തരം പ്രകടിപ്പിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. അല്ലാത്ത പക്ഷം ലാക്ടോസിന് കോശത്തിനുള്ളിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല). പിന്നീട് ഒപറോണിനെ ലാക്ടോസ് താഴെ വിവരിക്കും വിധം ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നു.

ഒപറോണിന്റെ നിരോധക മാംസ്യം i-ജീനിൽ നിന്നും ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു (എല്ലാ സമയവും നിർമിക്കുന്നത്). ഈ നിരോധക മാംസ്യം ഒപറോണിലെ പ്രവർത്തന ഘടകവുമായി ബന്ധിക്കുകയും അങ്ങനെ ആർഎൻഎ പോളിമറേസിന്റെ അനുലേഖന പ്രവർത്തനത്തിന് ഭംഗം വരുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ഉത്തേജക പദാർഥമായ ലാക്ടോസ് അഥവാ അലോലാക്ടോസ് (Allolactose) ന്റെ സാന്നിധ്യം നിരോധക മാംസ്യത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു. അതായത് നിരോധക മാംസ്യം നിർവീര്യമാക്കപ്പെടുന്നു. തന്മൂലം RNA പോളിമറേസിനു പ്രോൽസാഹക ഘടകത്തിൽ എത്തിച്ചേരാനും അനുലേഖന പ്രവർത്തനത്തിൽ മുന്നേറാൻ സഹായകരമായി തീരുകയും ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 5.14). അഭികാരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ രാസാഗ്നികളുടെ ഉൽപ്പാദനവും അവയുടെ നിയന്ത്രണവും നടക്കുന്നു എന്ന രീതിയിലും *ലാക്* ഒപ്റോണിന്റെ നിയന്ത്രണത്തെ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്.

ഗ്ലൂക്കോസിനും ഗാലക്ടോസിനും ലാക് ഒപറോണിന്റെ ഉത്തേജകരാകാൻ കഴിയില്ല. ലാക്ടോസിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ലാക് ഒപറോണിന് എത്രത്തോളം പ്രവർത്തിക്കുവാൻ കഴിയും എന്ന് ചർച്ച ചെയ്യുക?

നിരോധക മാംസ്യം ഉപയോഗിച്ചുള്ള *ലാക്* ഒപ്റോണിന്റെ നിയന്ത്രണം ഒരു **നെഗറ്റീവ് നിയന്ത്രണമാണ്.** അതേ സമയം *ലാക്* ഒപറോൺ പോസിറ്റീവ് നിയന്ത്രണത്തിനും വിധേയമാണ്. അതിനെക്കുറിച്ച് ഉയർന്ന ക്ലാസുകളിൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കും.

6.9 മനുഷ്യജീനോം പദ്ധതി (Human Genome Project - HGP)

ഒരു ജീവിയുടെ ഡിഎൻഎയിലെ ബേസ് ശ്രേണികൾ എങ്ങനെ ജനിതക വിവരങ്ങളെ തീരുമാനിക്കുന്നു എന്ന് മുൻഭാഗങ്ങളിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചു കഴിഞ്ഞു. മറ്റൊരുവിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഒരു ജീവിയുടെ അഥവാ വ്യക്തിയുടെ ജനിതകസ്വഭാവം ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. രണ്ടു വ്യക്തികൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം അവരുടെ ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളിലെ ഏതെങ്കിലും കുറച്ച് ഭാഗങ്ങളിൽ ഉള്ള വ്യത്യാസം കൊണ്ടായിരിക്കും. മനുഷ്യജീനോമിലെ മുഴുവൻ ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളുടെയും പരിശോധനയിലേക്ക് ഇത്തരം അനുമാനം നയിച്ചത്. ജനിതക സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ സഹായത്താൽ ഏതൊരു ഡിഎൻഎ കഷണത്തെയും വേർതിരിക്കാനും വികസിപ്പിക്കാനും കഴിഞ്ഞു എന്ന് മാത്രമല്ല, വളരെ വേഗത്തിലും ലളിതവുമായി അവയുടെ ശ്രേണികളെ തിരിച്ചറിയാനും സാധിച്ചു. ഇത്തരത്തിൽ 1990-ൽ ഉരുത്തിരിഞ്ഞ ഒരു മഹത് പദ്ധതിയാണ് മനുഷ്യജീനോം പദ്ധതി (Human Genome Project).

ലളിതമായി വിശദീകരിച്ചാൽ ഈ പദ്ധതിയുടെ ലക്ഷ്യങ്ങൾ താഴെപ്പറയുന്നവയാണ്:

മനുഷ്യജീനോമിൽ ഏകദേശം 3 X 10^9 എണ്ണം ബേസ് ജോഡികളുണ്ട്. ഒരു ബേസ് ജോഡി നിർധാരണം ചെയ്യുന്നതിന് ഏകദേശം 3 യു എസ് ഡോളർ ആവശ്യമാണെന്ന് കണക്കാക്കിയാൽ 9 ലക്ഷം കോടി യു.എസ് ഡോളർ മൊത്തം ചെലവ് വേണ്ടിവരും (ഇത് തുടക്കത്തിൽ കണക്കാക്കപ്പെട്ട ചെലവാണ്). ഒരു മനുഷ്യകോശത്തിലെ എല്ലാ ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളെയും സംഗ്രഹിക്കുന്നതിന്, ഓരോ പേജിലും 1000 അക്ഷരങ്ങൾ വീതമുള്ള 1000 പേജുകളുള്ള പുസ്തകരൂപത്തിൽ തയാറാക്കിയാൽ അത്തരത്തിലുള്ള 3300 പുസ്തകങ്ങൾ വേണ്ടിവരും. ഇത്തരം ബൃഹത്തായ അളവിലുള്ള അടിസ്ഥാന വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കാനും, തിരിച്ചെടുക്കാനും, അപഗ്രഥിക്കാനും വളരെ ഉയർന്ന വേഗത്തിലുള്ള കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ ആവശ്യമാണ്. വളരെ വേഗത്തിൽ വികസിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു പുതിയ ജീവശാസ്ത്രമേഖലയായ **ജൈവവിജ്ഞാനശാസ്ത്രത്തിന്റെ (Bioinformatics)** വളർച്ചയ്ക്ക് എച്ച്ജിപി (HGP) ഒരു ചാലകശക്തിയായി.

എച്ച്.ജി.പിയുടെ ലക്ഷ്യങ്ങൾ

എച്ച്.ജി.പിയുടെ ചില പ്രധാന ലക്ഷ്യങ്ങൾ താഴെ പ്രതിപാദിക്കുന്നു:

i. മനുഷ്യ ഡിഎൻഎയിലെ ഏകദേശം 20,000-25,000 ജീനുകളെ തിരിച്ചറിയുക;

ii. മനുഷ്യ ഡിഎൻഎ യിലെ 3 ദശലക്ഷം ബേസ് ജോഡി ശ്രേണിയെ രാസപരമായി അടുത്തറിയുന്നതിനു സഹായിക്കുക;

iii. ഇത്തരം വിവരങ്ങളെ ഒരു ഡാറ്റാബേസിൽ (Database)ശേഖരിക്കുക;

iv. വിവരങ്ങളെ അപഗ്രഥിക്കാനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുക;

v. വ്യാവസായം പോലുള്ള മേഖലയ്ക്ക് ബന്ധപ്പെട്ട സാങ്കേതികവിദ്യകൾ കൈമാറുക;

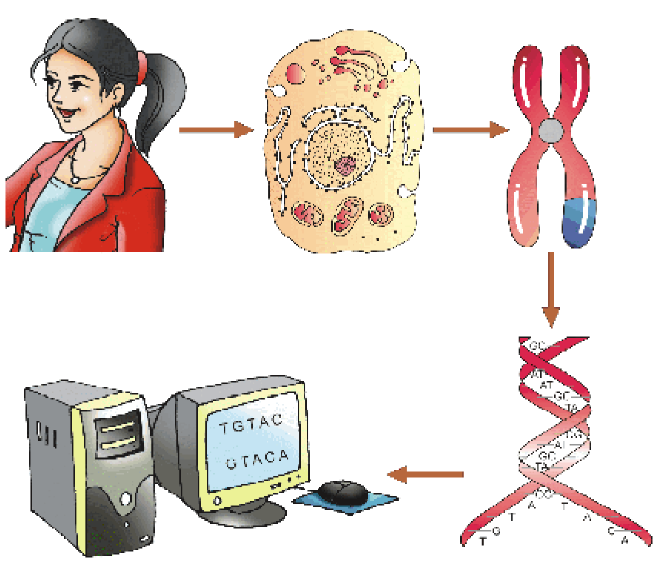
vi. ഈ പദ്ധതി ഉയർത്തുന്ന ധാർമിക, നിയമ, സാമൂഹിക പ്രശ്നങ്ങളെ അഭിസംബോധന ചെയ്യുക.

മനുഷ്യജീനോം പദ്ധതി എന്നത് 13 വർഷം നീളുന്ന ഒരു പദ്ധതി ആയിരുന്നു. ഇതിനു ചുക്കാൻ പിടിച്ചത് യു.എസ് ഊർജവിഭാഗവും (Department of Energy) നാഷണൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഹെൽത്തും (National Institute of Health) ചേർന്നായിരുന്നു.

ആദ്യകാലഘട്ടത്തിൽ വെൽക്കം ട്രസ്റ്റ് (UK)ഒരു പ്രമുഖ പങ്കാളിയായിരുന്നു. ജപ്പാൻ, ഫ്രാൻസ്, ജർമ്മനി, ചൈന തുടങ്ങിയ രാജ്യങ്ങൾ അവരുടെ സംഭാവനകൾ നൽകി. ഈ പദ്ധതി 2003-ൽ പൂർത്തീകരിക്കപ്പെട്ടു. വ്യക്തികൾക്കിടയിലുള്ള ഡി.എൻ.എ വ്യതിയാനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവുകൾ, രോഗനിർണയം, ചികിത്സ കൂടാതെ നിരവധി രോഗങ്ങളുടെ നിവാരണം തുടങ്ങിയ വിപ്ലവകരമായ നേട്ടങ്ങളിലേക്ക് നയിച്ചു. മനുഷ്യജീവശാസ്ത്രത്തെ മനസ്സിലാക്കാനുള്ള തെളിവുകൾ നൽകുന്നത് കൂടാതെ മനുഷ്യനല്ലാത്ത ജീവിവിഭാഗങ്ങളുടെ ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളുടെ പഠനം കൊണ്ട് അവയുടെ പ്രകൃത്യാൽ ഉള്ള കഴിവുകളെ ആരോഗ്യരംഗം, കൃഷി, ഊർജോൽപ്പാദനം, പാരിസ്ഥിതിക പ്രതിവിധി എന്നീ മേഖലകളിൽ ഉണ്ടായ വെല്ലുവിളികൾ നേരിടുവാനും ഉപയോഗപ്പെടുത്തി. മനുഷ്യേതര മാതൃകാജീവികളായ ബാക്ടീരിയ, യീസ്റ്റ്, *സീനോറാബ്ഡിറ്റിസ് എലഗൻസ് (Caenorhabditis elegans)* (ഒരു സ്വതന്ത്ര രോഗഹേതു അല്ലാത്ത നിമാ വിര), പഴയീച്ച *(Drosophila)*, സസ്യങ്ങൾ (നെല്ല്, *അരാബിഡോപ്സിസ്*) മുതലായവയുടെ ശ്രേണികളും അനുക്രമീകരിക്കപ്പെട്ടു.

രീതിശാസ്ത്രങ്ങൾ (Methodologies)

ഇത്തരം പദ്ധതികൾക്ക് രണ്ട് പ്രധാന സമീപനങ്ങൾ ആണ് ഉള്ളത്. ഒരു സമീപനം കേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് ആർഎൻഎകളായി ആവിഷ്കരിക്കപ്പെടുന്ന എല്ലാ ജീനുകളെയും തിരിച്ചറിയുക എന്നതാണ്. ഇവയെ **എക്സ്പ്രസ്ഡ് സീക്കൻസ് ടാഗുകൾ (Expressed sequence tags - ESTs)** എന്ന് വിളിക്കാം. മറ്റൊരു രീതി എന്തെന്നാൽ ജീനോമിലുള്ള മുഴുവൻ സംജ്ഞകളുടെയും ശ്രേണികളെ അനുക്രമീകരിക്കുക, അതിനുശേഷം ശ്രേണിയിലെ വിവിധഭാഗങ്ങൾക്ക് അവയുടെ ധർമം ചുമത്തിക്കൊടുക്കുക എന്നതാണ്. ഇതിനെ **ക്രമാനുക്രമ വ്യഖ്യാനം (Sequence Annotation)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. അനുക്രമീകരിക്കുന്നതിനായി ഒരു കോശത്തിലെ മുഴുവൻ ഡിഎൻഎയും വേർതിരിച്ച് അവയെ ചെറിയ വലുപ്പമുള്ള ക്രമമില്ലാത്ത ശ്രേണികളാക്കി മാറ്റിയതിനുശേഷം (ഡിഎൻഎ നീളമേറിയ ഒരു പോളിമർ ആയതിനാൽ അനുക്രമീകരിക്കുന്നതിനു ചില സാങ്കേതിക പരിമിതികൾ ഉണ്ട്) പ്രത്യേക വാഹകരെ (Vectors) ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഉചിതമായ ആതിഥേയരിൽ (Host) ക്ലോൺ ചെയ്യുന്നു. ക്ലോണിംഗ് ഓരോ ഡിഎൻഎ കഷണത്തിന്റെയും എണ്ണം വർധിപ്പിക്കുകയും അത് തുടർന്നുള്ള അനുക്രമീകരണത്തെ എളുപ്പമാക്കുകയും ചെയ്യും. ഈ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ആതിഥേയ ജീവികൾ യീസ്റ്റും ബാക്ടീരിയകളുമാണ്. ബാക്ടീരിയൽ വാഹകരെ **BAC** (ബാക്ടീരിയൽ ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ക്രോമസോം) എന്നും യീസ്റ്റ് വാഹകരെ **YAC** (യീസ്റ്റ് ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ക്രോമാസോം) എന്നും വിളിക്കുന്നു.



ചിത്രം 6.15 മനുഷ്യജീനോം പദ്ധതി - ഒരു രേഖാചിത്രം

ഖണ്ഡങ്ങളാക്കി നിർധാരണം ചെയ്യുന്നതിന് യാന്ത്രികമായ ഡിഎൻഎ അനുക്രമണം (Automated DNA Sequencing) എന്ന രീതിയാണ് ഉപയോഗിച്ചത്. ഈ രീതി വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത് ഫ്രഡറിക് സാംഗർ (Frederick Sanger) ആണ്. (മാംസ്യത്തിലെ അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണിയെ അനുവർത്തനം ചെയ്തതും സാംഗർ ആണ്).

ഖണ്ഡങ്ങളാക്കി മാറ്റിയ ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളിലെ അഗ്രഭാഗങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ബേസുകളുടെ ചില ആവർത്തനങ്ങളെ കൂട്ടിയോജിപ്പിച്ച് പൂർണരൂപം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന രീതിയാണ് ഇവിടെ അവലംബിച്ചത്. ഇതിനു വേണ്ടി അഗ്രങ്ങളിലെ ബേസുകളിൽ അന്യോന്യം വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയായിരുന്നു ആദ്യഘട്ടം. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന ശ്രേണികളെ പൊരുത്തപ്പെടുത്തി യഥാർഥ പൂർണ്ണ ശ്രേണി ചിട്ടപ്പെടുത്തിയെടുക്കുക എന്നത് മനുഷ്യ സാധ്യമല്ലാത്തതിനാൽ കമ്പ്യൂട്ടർ അധിഷ്ഠിത പ്രോഗ്രാമുകൾ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുകയുണ്ടായി. ഇങ്ങനെ ഓരോ ക്രോമസോമിനേയും വേർതിരിച്ചു വ്യാഖ്യാനിക്കുക വഴി മനുഷ്യ കോശത്തിലെ എല്ലാ ക്രോമസോമുകളെയും നിർവചിച്ചു (ചിത്രം 6.15). ഈ വിധത്തിൽ ക്രോമസോം 1 ലെ ശ്രേണികളുടെ അനുക്രമീകരണം പൂർത്തിയായത് മെയ് 2006 ലാണ്. (അനുക്രമീകരിക്കപ്പെടേണ്ട 24 മനുഷ്യ ക്രോമസോമുകളിൽ അവസാനത്തേതാണ് ക്രോമസോം 1. 22 സ്വരൂപ ക്രോമസോമുകളും X, Y എന്നീ ലിംഗക്രോമസോമുകളുമാണ് മനുഷ്യജീനോമിലുള്ളത്). മറ്റൊരു പ്രധാന വെല്ലുവിളി മനുഷ്യ ജനിതക പദാർഥത്തിന്റെ ഭൗതിക ഘടനയും ജനിതകഘടനയും ചിത്രീകരിക്കുക എന്നതായിരിന്നു. റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസ് തിരിച്ചറിയൽ മേഖലകളുടെ (Restriction Endonuclease recognition sites) ബഹുരൂപത്വം (Polymorphism), മൈക്രോസാറ്റ്ലൈറ്റുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഡിഎൻഎയുടെ ചില ആവർത്തന ശ്രേണികൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഇത് സാധ്യമാക്കിയത്. ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളുടെ ബഹുരൂപത്വം ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടുള്ള ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ ഈ അധ്യായത്തിന്റെ അവസാനം വിശദീകരിക്കുന്നുണ്ട്.

6.9.1 മനുഷ്യജീനോമിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ

എച്ച്ജിപിയുടെ ചില പ്രധാന നിരീക്ഷണങ്ങൾ താഴെ വിശദീകരിക്കുന്നു:

i. മനുഷ്യജീനോം 3164.7 ദശലക്ഷം ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ബേസുകളാൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടതാണ്.

ii. ഓരോ ജീനും ശരാശരി 3000 ബേസുകൾ ഉള്ളവയാണ്. എന്നാൽ അവയുടെ വലുപ്പം ഏറെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും. അറിയപ്പെടുന്ന ഏറ്റവും വലിയ മനുഷ്യ ജീനായ ഡിസ്ട്രോഫിനിൽ 2.4 ദശലക്ഷം ബേസുകൾ ഉണ്ട്.

iii. മുൻകാലങ്ങളിൽ കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരുന്നത് മനുഷ്യനിൽ ഏകദേശം 80,000 മുതൽ 1,40,000 വരെ ജീനുകൾ ഉണ്ടെന്നായിരുന്നു. എന്നാൽ അതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി 3000 ജീനുകളാണ് കണ്ടെത്തിയത്. ലോകത്തിലുള്ള എല്ലാ മനുഷ്യരിലും ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ബേസുകൾ ഒരുപോലെയാണ് (99.9%).

iv. കണ്ടെത്തിയ ജീനുകളുടെ 50 ശതമാനത്തിന്റെയും ധർമ്മം അജ്ഞാതമാണ്.

v. ജീനോമിന്റെ രണ്ട് ശതമാനത്തിൽ താഴെ മാത്രമേ മാംസ്യനിർമാണത്തിനായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നുള്ളൂ.

vi. മനുഷ്യജീനോമിന്റെ വലിയ ഭാഗവും ആവർത്തന ശ്രേണികളായാണ് കാണപ്പെടുന്നത്.

vii. ആവർത്തന ശ്രേണികൾ എന്നാൽ അനേകം തവണ ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്ന ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡങ്ങളാണ്. ചിലപ്പോൾ നൂറ് മുതൽ ആയിരം തവണ ഇവ ആവർത്തിക്കുന്നു. ഇവയ്ക്ക് സംജ്ഞ നിർമാണത്തിൽ പ്രത്യക്ഷ ധർമ്മങ്ങൾ ഒന്നുമില്ലെങ്കിലും, അവ ക്രോമസോം ഘടന, പരിണാമം, പരിപ്രവർത്തനാത്മകത എന്നിവയിലേക്ക് വെളിച്ചം വീശുന്നു.

viii. ക്രോമസോം - 1 ലാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ജീനുകൾ (2968) ഉള്ളത്, ഏറ്റവും കുറവ് Y ലും (231).

ix. ഡിഎൻഎ തന്മാത്രയിൽ ഏകദേശം 1.4 ദശലക്ഷം സ്ഥലങ്ങളിൽ ഏകബേസ് വൈജാത്യം ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. മനുഷ്യനിലെ ഇത്തരം വൈജാത്യങ്ങളെ **ഏക ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ബഹുരൂപത്വം (SNPs- Single Nucleotide Polymorphism)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

വിവിധ രോഗങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളെ കണ്ടെത്തുന്നതിനും മനുഷ്യോൽപ്പത്തിയെക്കുറിച്ചുള്ള വിപ്ലവകരമായ കണ്ടെത്തലുകൾക്കും എച്ച്ജിപിയിൽ നിന്നും ലഭിച്ച വിവരങ്ങൾ വളരെയധികം സഹായിച്ചിട്ടുണ്ട്.

6.9.2 ഉപയോഗങ്ങളും ഭാവിയിലെ വെല്ലുവിളികളും

ഗവേഷണങ്ങളിലൂടെ നേടിയെടുത്ത ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളെ കുറിച്ചുള്ള അറിവുകൾ വരും ദശാബ്ദങ്ങളിൽ ജൈവസംവിധാനത്തെ കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു സഹായിക്കും. വ്യത്യസ്ത വിജ്ഞാനശാഖകളിലെ ബഹുജന സ്വകാര്യപങ്കാളിത്തവും അനവധി ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെ പ്രവർത്തനപാടവവും ഇതിനാവശ്യമാണ്. HGP യുടെ ഏറ്റവും മഹത്തരമായ അനന്തരഫലം എന്നത് ജീവഗവേഷണത്തിനു സമൂലമായ ഒരു പുതിയ രീതിശാസ്ത്രം ലഭ്യമാക്കി എന്നുള്ളതാണ്. മുൻകാലഘട്ടങ്ങളിൽ ഗവേഷകർ വളരെക്കുറച്ച് ജീനുകളെ കുറിച്ചു മാത്രമേ പഠനം നടത്തിയിരുന്നുള്ളൂ. ശാസ്ത്രത്തിൽ ഉയർന്നു വരുന്ന ചോദ്യങ്ങളെ ചിട്ടയോടെ ഉന്നതതലത്തിൽ സമീപിക്കുന്നതിനും ഉത്തരങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനും ഉതകുന്നവയാണ് പുതിയ വിവര സ്വാംശീകരണ സാങ്കേതികവിദ്യയും ജീവികളിലെ പൂർണമായ ജനിതക നിർധാരണവും. ഉദാഹരണമായി ഒരു പ്രത്യേക കലയിലെയോ അവയവത്തിലെയോ ട്യൂമറുകളിലെയോ ആയിരക്കണക്കിന് മാംസ്യങ്ങളുടെ പരസ്പരബന്ധിതമായ പ്രവർത്തനങ്ങളെ ഏകോപിപ്പിക്കുന്ന അനുലേഖികളെ കണ്ടെത്തുന്നതിനും കോശങ്ങളിൽ താളാത്മകമായി നടക്കുന്ന സംഘടിത ജൈവരാസപ്രക്രിയകളെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനും മനുഷ്യ ജീനോം പദ്ധതി സഹായിക്കും.

6.10 ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ്

മുൻ ഭാഗങ്ങളിൽ വിശദീകരിച്ച പോലെ എല്ലാ മനുഷ്യരിലെയും 99.9% ബേസുകളും ഒരുപോലെയാണ്. *(മനുഷ്യനിൽ 3×10^9 bp ശ്രേണികൾ ഉള്ളതിൽ എത്രയെണ്ണം വ്യത്യസ്തമായിരിക്കാം? കണ്ടെത്തി പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.)* ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളിലെ വ്യത്യസ്തതകളാണ് ഓരോ വ്യക്തിയെയും തനതുസ്വഭാവത്തിൽ നിലനിർത്തുന്നത്. ഇത്തരം വ്യത്യാസങ്ങൾ ഒരു സമൂഹത്തിലെ വ്യക്തികൾക്കിടയിൽ നിലനിൽക്കുന്നതുമൂലം രണ്ട് വ്യക്തികളുടെ മുഴുവൻ ഡിഎൻഎ ശ്രേണികൾ തമ്മിലുള്ള ജനിതക വ്യത്യാസം കണ്ടുപിടിക്കുക വളരെ ദുഷ്കരമാണ്. രണ്ട് കൂട്ടം 3×10^9 ബേസ് ജോഡികളെ താരതമ്യം ചെയ്യേണ്ടി വരുമ്പോൾ ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് ഇത് വളരെ വേഗത്തിൽ നിർവഹിക്കാവുന്നതാണ്.

ഡിഎൻഎ ശ്രേണിയിലെ ചില പ്രത്യേക ഭാഗങ്ങളിൽ ഉള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് അവ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് നടത്തപ്പെടുന്നു. ഇവയെ **ആവർത്തന ഡിഎൻഎ (Repetitive DNA)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. കാരണം ഇത്തരം ശ്രേണികളിൽ ഡിഎൻഎയുടെ വളരെ ചെറിയ ഒരു ഭാഗം വളരെയധികം തവണ ആവർത്തിക്കുന്നതായി കാണാം.

ജീനോമിക ഡിഎൻഎയെ സാന്ദ്രത വ്യതിയാനമുള്ള മാധ്യമത്തിൽ സെൻട്രിഫ്യൂഗേഷന് (Density Gradient Centrifugation) വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ആവർത്തന ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകൾ വേർതിരിയുന്നു. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന ഡിഎൻഎയുടെ ഏറിയ പങ്കും സ്ഥൂല ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളും ഒരു ചെറിയ ഭാഗം സൂക്ഷ്മ തന്മാത്രകളായ ഉപഗ്രഹ ഡിഎൻഎ (Satellite DNA) കളുമാണ്. ഈ ഉപഗ്രഹ ഡിഎൻഎ തന്മാത്രകളെ, ബേസുകളുടെ ജോഡി അനുപാതം (A:T കൂടുതൽ അഥവാ G:C കൂടുതൽ), ഖണ്ഡങ്ങളുടെ നീളം, ആവർത്തിത ഘടകങ്ങളുടെ എണ്ണം എന്നിവ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി ചെറിയ (Mini) ഉപഗ്രഹ തന്മാത്രകൾ, സൂക്ഷ്മ (Micro) ഉപഗ്രഹ തന്മാത്രകൾ എന്നിങ്ങനെ പല വിഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിട്ടുണ്ട്. സാധാരണയായി ഈ ശ്രേണികൾ മാംസ്യസംശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുന്നില്ല. എങ്കിലും ഇവ മനുഷ്യ ജീനോമിന്റെ ഒരു വലിയ ഭാഗമായി നിലകൊള്ളുന്നു. ഇത്തരം ശ്രേണികളുടെ **ബഹുരൂപത്വമാണ് (Polymorphism)** ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗിന്റെ അടിസ്ഥാനം. ഒരു വ്യക്തിയുടെ ശരീരത്തിലെ ഏതു കലയിൽ നിന്നും (ഉദാ: രക്തം, രോമകൂപങ്ങൾ, ത്വക്ക്, അസ്ഥി, ഉമിനീർ, പുംബീജം മുതലായവ) ലഭ്യമാകുന്ന ജനിതക പദാർത്ഥം ഒരേ തരത്തിലുള്ള ബഹുരൂപത്വം പ്രകടമാക്കുന്നതിനാൽ ഇവയെ കുറ്റാന്വേഷണ രാസപരിശോധന (Forensic Science) രംഗത്ത് തിരിച്ചറിയൽ ഉപകരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. കൂടാതെ, മാതാപിതാക്കളിൽ നിന്ന് കുട്ടികളിലേക്ക് ബഹുരൂപത്വം പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ കുറ്റവാളികളെ കണ്ടെത്തൽ, പിതൃത്വ തർക്ക പരിഹാരം തുടങ്ങിയവയ്ക്കും ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

ഡി.എൻ.എ ശ്രേണികളുടെ ബഹുരൂപത്വം മനുഷ്യന്റെ ജനിതക ചിത്രീകരണത്തിനും (Genetic mapping) ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗിനും ഉപയോഗപ്രദമായ പ്രതിഭാസമാണ്. ജനിതക തലത്തിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങളെ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങളാണ് ഡിഎൻഎയുടെ ബഹുരൂപത്വത്തിനും ആധാരം. *ഈ അധ്യായത്തിലും അധ്യായം 5 ലും പഠിച്ച ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങളെ കുറിച്ച് ചർച്ച ചെയ്ത് പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.* ശരീരകോശങ്ങളും ബീജകോശങ്ങളും (ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദന ജീവികളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രത്യുൽപ്പാദന കോശങ്ങൾ) പലപ്പോഴും ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകാം. പ്രത്യുൽപ്പാദന കോശങ്ങളിലെ ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങൾ വ്യക്തിയുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദനശേഷിയിൽ കാര്യമായ മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല എങ്കിൽ അവ സന്താനങ്ങളിലേക്ക് പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അങ്ങനെ ഇവ തലമുറകളിലൂടെ ജീവിഗണത്തിന്റെ ഭാഗമായി മാറുന്നു. ഒരു ജീവിഗണത്തിൽ 0.01 ആവൃത്തിയിൽ കൂടുതൽ ആയി കാണപ്പെടുന്ന, ഒന്നിൽ കൂടുതൽ വ്യതിയാനങ്ങൾക്കു കാരണമായ അലീലിക വ്യതിയാനത്തെ പരമ്പരാഗതമായി ഡിഎൻഎ ബഹുരൂപത്വം എന്ന് പറയുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ, ഒരു ജീവിഗണത്തിൽ ഉന്നത ആവൃത്തിയിലുള്ളതും തലമുറകളിലൂടെ പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടാവുന്നതുമായ ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങളെ **ഡിഎൻഎയുടെ ബഹുരൂപത്വം (DNA Polymorphism)** എന്ന് വിവക്ഷിക്കാം. സംജ്ഞാധിഷ്ഠിതമല്ലാത്ത ഡിഎൻഎ ശ്രേണികളിൽ കാണപ്പെടുന്ന വ്യതിയാനങ്ങളുടെ സാധ്യത ഇവിടയുണ്ടാകുന്ന ഉൽപ്പരിവർത്തനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എങ്കിലും ഇത് വ്യക്തിയുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദനക്ഷമതയെ ബാധിക്കുകയോ, തൽക്ഷണഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല. ഈ ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങൾ തലമുറകളിൽ നിന്നും തലമുറകളിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുകയും സ്വരൂപിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു എന്നതാണ് വ്യതിയാനങ്ങൾക്കും ബഹുരൂപത്വത്തിനും അടിസ്ഥാനം. ഇങ്ങനെ ഉണ്ടാകുന്ന ബഹുരൂപത്വങ്ങൾ ഒരു ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡിന്റെ വ്യതിയാനം മുതൽ വൻതോതിലുള്ള മാറ്റങ്ങൾ വരെ ആകാം. ഇത്തരം ബഹുരൂപത്വങ്ങൾ ജീവപരിണാമത്തിലും പുതിയ സ്പീഷീസുകളുടെ രൂപീകരണത്തിലും പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു.

ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ ആദ്യമായി വികസിപ്പിച്ചത് അലെക് ജെഫ്രയ്സ് (Alec Jeffreys) ആണ്. ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള ബഹുരൂപത്വമുള്ളതിനാൽ ഉപഗ്രഹ ഡിഎൻഎയെ ആണ് അദ്ദേഹം പ്രോബ് (Probe) ആയി ഉപയോഗിച്ചത്. ഇവയുടെ എണ്ണം വ്യക്തികൾക്കിടയിൽ വ്യത്യസ്തമായി കാണപ്പെടുന്നതിനാൽ അവ **എണ്ണത്തിൽ വ്യതിയാനമുള്ള ഖണ്ഡങ്ങളുടെ ആവർത്തനം** എന്നർഥം വരുന്ന **Variable Number of Tandem Repeats (VNTR)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. മുമ്പ് പ്രതിപാദിച്ചതുപോലെ റേഡിയോആക്ടീവതയുള്ള VNTR പ്രോബുകളെ ഉപയോഗിക്കുന്ന സതേൺ ബ്ലോട്ട് സങ്കരണ സങ്കേതവും ഇതിലുപയോഗിക്കുന്നു. ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് സാങ്കേതികവിദ്യയിലെ പ്രധാനഘട്ടങ്ങൾ താഴെ പറയുന്നു.

i) ഡി.എൻ.എ വേർതിരിക്കൽ,

ii) റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസ് രാസാഗ്നികൾ ഉപയോഗിച്ച് ഡിഎൻഎ മുറിച്ചെടുക്കൽ,

iii) ഇലക്ട്രോഫോറസിസ് (Electrophoresis) ഉപയോഗിച്ച് ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡങ്ങളുടെ വേർതിരിക്കൽ,

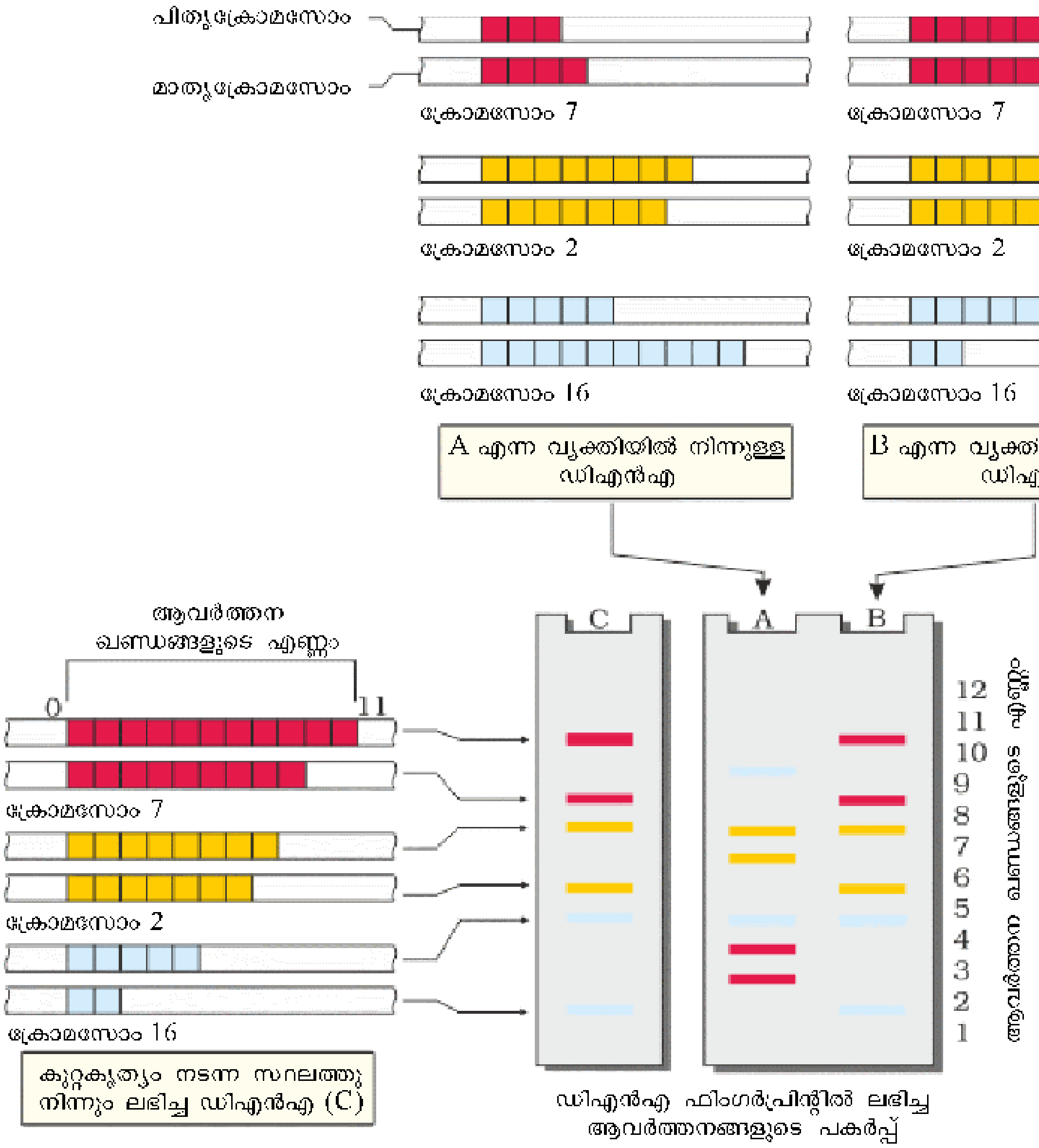
iv) വേർതിരിച്ച ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡങ്ങളെ ഒരു കൃത്രിമസ്തരമായ നൈട്രോസെല്ലുലോസ് അഥവാ നൈലോൺ ഉപയോഗിച്ച് ഒപ്പിയെടുക്കൽ (Blotting),

v) റേഡിയോ ആക്ടീവതയുള്ള VNTR പ്രോബുകളുപയോഗിച്ച് സങ്കരണം ചെയ്യൽ,

vi) ആട്ടോറേഡിയോഗ്രാഫി (Autoradiography) എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ചു സങ്കര ഡിഎൻഎയുടെ തിരിച്ചറിയൽ.

ഒരു ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ സംക്ഷിപ്ത രൂപം ചിത്രം 6.16ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

മേൽവിവരിച്ച VNTR ചെറിയ ഉപഗ്രഹ (Mini-satellite) ഡിഎൻഎ വിഭാഗത്തിൽ വരുന്നവയാണ്. ഇവയുടെ പകർപ്പുകൾ ഒരു ഡിഎൻഎ ശ്രേണിയിൽ വളരെ കൂടുതൽ എണ്ണം ക്രമപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഓരോ വ്യക്തിയുടേയും വ്യത്യസ്ത ക്രോമസോമുകളിലും വ്യത്യസ്ത എണ്ണത്തിൽ വിതരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ എണ്ണം ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള ബഹുരൂപത്വം കാണിക്കുന്നു. VNTR കളുടെ വലുപ്പം 100 മുതൽ 2000 വരെ ബേസുകൾ ആണ്. VNTR പ്രോബുകളുമായുള്ള സങ്കരത്തിന്റെ ഫലമായി പല വലുപ്പത്തിലും എണ്ണത്തിലുമുള്ള വരകൾ ആട്ടോറേഡിയോഗ്രാഫിൽ രൂപപ്പെടുന്നു. ആട്ടോറേഡിയോഗ്രാഫിന്റെ മാതൃകകൾ വ്യക്തി അധിഷ്ഠിതമാകയാൽ സമജാത ഇരട്ടകളിൽ ഒഴികെ ഓരോ വ്യക്തിയിലും ഇവ വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുന്നു. പോളിമറേസ് ചെയിൻ റിയാക്ഷൻ (PCR) ഉപയോഗിച്ച് ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗിന്റെ സംവേദന ക്ഷമത വർധിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്. കുറ്റാന്വേഷണ രാസപരിശോധന ശാസ്ത്രമേഖലയെ കൂടാതെ ജനിതക വൈവിധ്യം, ജീവിഗണത്തിന്റെ സ്വഭാവം എന്നിവ കണ്ടെത്തുന്നതിനും ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. ഇപ്പോൾ ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് സാങ്കേതികവിദ്യയിൽ വ്യത്യസ്തതരം പ്രോബുകൾ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു.



ചിത്രം 6.16 ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ് ഒരു രേഖാചിത്രം. വ്യത്യസ്ത എണ്ണം VNTR കളുള്ള മാതൃകാ ക്രോമസോമുകളെ മുകളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനായി വ്യത്യസ്ത നിറങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ഇതുവഴി ജല്ലിൽ കാണപ്പെടുന്ന വ്യത്യസ്ത Band കളെ മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. മാതൃജന്യവും പിതൃജന്യവുമായ ക്രോമസോമുകളിലെ അലീലുകളിൽ വ്യത്യസ്ത എണ്ണം VNTR കാണപ്പെടുന്നു. ബാൻഡിംഗ് പാറ്റേൺ അനുസരിച്ച് കുറ്റകൃത്യം നടന്ന സ്ഥലത്ത് നിന്നും ലഭിച്ച ഡിഎൻഎ B എന്ന വ്യക്തിയുടെ ബാൻഡിംഗ് പാറ്റേണിനു തത്തുല്യമാണ്, എന്നാൽ A യുടേതിനു തുല്യമല്ല.

സംഗ്രഹം

ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ നീളമേറിയ പോളിമറുകളാണ് ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ. ഡിഎൻഎ ജനിതക സന്ദേശങ്ങളെ ശേഖരിച്ച് വയ്ക്കുമ്പോൾ, ആർഎൻഎ ഈ സന്ദേശങ്ങളുടെ വാഹകരായി അവയുടെ ആവിഷ്കാരത്തിന് സഹായിക്കുന്നു. ഡിഎൻഎയും ആർഎൻഎയും ജനിതക വസ്തുവായി പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഘടനാപരമായും രാസപരമായും സുസ്ഥിര വസ്തുവായി നിലകൊള്ളുന്നത് ഡിഎൻഎയാണ്. എന്നിരുന്നാലും ആർഎൻഎയാണ് പ്രാഥമിക ജനിതക വസ്തു. ഇതിൽ നിന്നും രൂപം കൊണ്ട ഒന്നാണ് ഡിഎൻഎ. ചുറ്റുഗോവണി ഘടനയും ഇരട്ട ഇഴകളുമുള്ള ഡിഎൻഎയിൽ ഇഴകളെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചു നിർത്തുന്നത് എതിർ ശ്രേണികളിലെ ബേസുകൾക്കിടയിൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണ്. രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലൂടെ അഡിനിൻ തൈമിനുമായും മൂന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലൂടെ ഗ്വാനിൻ സൈറ്റോസിനുമായും ജോഡികളാകുന്നു. ഇതുമൂലം രണ്ട് ഇഴകളും അനുപൂരകങ്ങളായിരിക്കും. അർധസംരക്ഷിത രീതിയിലുള്ള ഡിഎൻഎയുടെ ഇരട്ടിക്കൽ സമയത്ത് അനുപൂരകത്വം നിലനിർത്തുന്നത് മേൽപ്രതിപാദിച്ച ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനതത്വം അനുസരിച്ചാണ്. ഒരു ആർഎൻഎ തന്മാത്രയെ സംജ്ഞീകരിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഡിഎൻഎ ഖണ്ഡത്തെ ലളിതമായി ജീൻ എന്നുവിളിക്കാം. അനുലേഖന സമയത്തും ഡിഎൻഎയുടെ ഇഴകളിൽ ഒന്ന് അച്ചിഴയായി നിലകൊള്ളുകയും അനുപൂരക ആർഎൻഎയുടെ നിർമാണത്തിനു സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാക്ടീരിയകളിൽ അനുലേഖീകരിക്കപ്പെട്ട mRNA യെ നേരിട്ട് തർജമയ്ക്കു വിധേയമാക്കാൻ സാധിക്കും. എന്നാൽ യൂക്കാരിയോട്ടുകളായ ജീവികളിൽ ജീനുകൾ ഇടവിട്ട ഖണ്ഡങ്ങളായിട്ടാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഇതിലെ സംജ്ഞാഖണ്ഡങ്ങൾ എക്സോണുകൾ എന്നും അസംജ്ഞാ ഖണ്ഡങ്ങൾ ഇൻട്രോണുകൾ എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ഒരു പൂർണ പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ആർഎൻഎ നിർമിക്കുമ്പോൾ ഇൻട്രോണുകളെ ഛേദന പ്രക്രിയയിലൂടെ മുറിച്ചു മാറ്റുകയും എക്സോണുകളെ കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു സന്ദേശവാഹക ആർഎൻഎയിലെ സംജ്ഞകൾ മൂന്നു വീതം വരുന്നതും ഓരോ അമിനോ ആസിഡുകളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നതുമായ ഏകകങ്ങളാണ് ത്രിബേസിക സംജ്ഞകൾ. ഈ ജനിതക സംജ്ഞകളെ tRNA യുടെ സഹായത്താൽ അനുക്രമമായി അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണികളിലേക്ക് തർജമ ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ ഓരോ tRNA യും അതിന്റെ ഒരഗ്രം അമിനോ ആസിഡുമായി ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലായിരിക്കുകയും മറ്റൊരഗ്രം mRNA ക്കു അനുപൂരകമായ പ്രതിസംജ്ഞയോട് കൂടിയതുമായിരിക്കും. മാംസ്യസംശ്ലേഷണം നടക്കുന്നത് റൈബോസോമിൽ വച്ചാണ്. ഇവിടെ mRNA റൈബോസോമിനോട് ചേർന്ന് അമിനോ ആസിഡുകളുടെ ശ്രേണിയായ മാംസ്യങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിന് ആവശ്യമായ ഒരു വേദി ഒരുക്കുന്നു. റൈബോസൈമിനെ പോലെയുള്ള ആർഎൻഎ അധിഷ്ഠിത രാസാഗ്നികളായി rRNA പ്രവർത്തിക്കുകയും പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനത്തിന്റെ നിർമാണത്തിനു സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തർജമ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ആർഎൻഎയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടു നടക്കുന്നതിനാൽ ജീവന്റെ ഉൽപത്തി ആർഎൻഎയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയായിരുന്നു എന്ന് അനുമാനിക്കാം. അനുലേഖനവും തർജമയും ഊർജ ഉപഭോഗം അധികമുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളാകയാൽ ഇവ കൃത്യമായി നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നു. അനുലേഖനത്തിലെ നിയന്ത്രണമാണ് അതിന്റെ പ്രാഥമിക ഘട്ടം. ബാക്ടീരിയകളിൽ ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ഘടനാ ജീനുകളെ ഒന്നിച്ചുചേർത്ത് ഒപറോണുകളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ലാക്ടോസിന്റെ ഉപാപചയത്തിനു സഹായിക്കുന്ന *ലാക്* ഒപറോൺ ഇതിനു ഉത്തമ ഉദാഹരണമാണ്. ഇവിടെ ഒപറോണിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് ബാക്ടീരിയ വളരുന്ന മാധ്യമത്തിലെ ലാക്ടോസിന്റെ സാന്നിധ്യമാണ്. ഇവിടെ രാസാഗ്നികളുടെ ഉൽപാദനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് അഭികാരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യമാണെന്ന് കാണാം.

മനുഷ്യജീനോം പദ്ധതി എന്ന ബൃഹത് പദ്ധതി മനുഷ്യജനിതക വസ്തുക്കളുടെ പൂർണമായ നിർവചനത്തെ ലക്ഷ്യം വയ്ക്കുന്നതായിരുന്നു. ഈ പദ്ധതിയിലൂടെ വളരെയധികം പുതിയ അറിവുകൾ ലഭിക്കുകയുണ്ടായി. ഈ പദ്ധതിയോടനുബന്ധിച്ച് പുതുശാസ്ത്ര മേഖലകൾ തന്നെ ഉരുത്തിരിഞ്ഞ് വന്നു. ഒരു ജീവിഗണത്തിലെ അംഗങ്ങളുടെ വ്യതിയാനങ്ങളെ ഡിഎൻഎ തലത്തിൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയുന്ന സാങ്കേതികവിദ്യയാണ് ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ്. ഡിഎൻഎ ശ്രേണിയിലെ ഖണ്ഡങ്ങളുടെ ബഹുരൂപത്വമാണ് ഇതിന് അടിസ്ഥാനം. ഈ സാങ്കേതികവിദ്യ കുറ്റാന്വേഷണ രാസപരിശോധന ശാസ്ത്രം, ജനിതക ജൈവവൈവിധ്യം, പരിണാമ ജീവശാസ്ത്രം എന്നീ മേഖലകളിൽ ഒട്ടനവധി സങ്കേതങ്ങളിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. താഴെപ്പറയുന്നവയെ നൈട്രജൻ ബേസും, ന്യൂക്ലിയോസൈഡുകളുമായി തരംതിരിക്കുക.

   അഡിനിൻ, സൈറ്റിഡിൻ, തൈമിൻ, ഗ്വാനോസിൻ, യുറാസിൽ, സൈറ്റോസിൻ

2. ഒരു ഡിഎൻഎയുടെ ഇരട്ട ഇഴയിൽ സൈറ്റോസിൻ 20ശതമാനം ഉണ്ടെങ്കിൽ അഡിനിൻ എത്ര ശതമാനം ഉണ്ടെന്ന് കണക്കാക്കുക.

3. ഒരു ഡിഎൻഎയുടെ ഇഴ താഴെ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന $5' \rightarrow 3'$ ദിശയിലാണ്. ഇതിന്റെ പൂരക ഇഴ രേഖപ്പെടുത്തുക.

   5′ - ATGCATGCATGCATGCATGCATGCATGC - 3′

4. ഒരു അനുലേഖന യൂണിറ്റിലെ സംജ്ഞ ഇഴയിലെ ക്രമം താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന രീതിയിലാണ്:

   5′ - ATGC ATGC ATGC ATGC ATGC ATGC ATGC - 3′

   ഇതിൽ നിന്നും സംജ്ഞീകരിക്കപ്പെടുന്ന ആർഎൻഎ ശ്രേണി തയാറാക്കുക.

5. ഡിഎൻഎയുടെ ഇരട്ട ഇഴ വ്യവസ്ഥ അർദ്ധ സംരക്ഷിത രീതിയിലാണ് ഇരട്ടിക്കുന്നത് എന്ന സിദ്ധാന്തം രൂപീകരിക്കാൻ വാട്ട്സനേയും ക്രിക്കിനേയും സഹായിച്ച സവിശേഷതകൾ എന്തൊക്കെയാണ്? വിശദീകരിക്കുക.

6. അച്ചിഴയുടെ രാസസ്വഭാവനുസരിച്ചായിരിക്കും (ഡിഎൻഎ അഥവാ ആർഎൻഎ) അവയിൽ നിന്നും പുതിയതായി നിർമിക്കുന്ന (ഡിഎൻഎ അഥവാ ആർഎൻഎ) ന്യൂക്ലിക്ക് ആസിഡുകളുടെ സ്വഭാവം നിർണയിക്കപ്പെടുക. അതനുസരിച്ച് ന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് പോളിമെറേസുകളുടെ പട്ടിക തയാറാക്കുക.

7. ഹർഷേയും ചേയ്സും അവരുടെ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഡിഎൻഎ യും ആർഎൻഎ യും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എങ്ങനെ വിവരിക്കുന്നു? അതിലൂടെ ഡിഎൻഎ ആണ് ജനിതക വസ്തു എന്ന് തിരിച്ചറിഞ്ഞതും എങ്ങനെ?

8. താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയുടെ വ്യത്യാസം കണ്ടെത്തുക.

   (a) ആവർത്തന ഡിഎൻഎ യും ഉപഗ്രഹ ഡിഎൻഎയും

   (b) എംആർഎൻഎ യും (mRNA) ടിആർഎൻഎ യും (tRNA)

   (c) അച്ചിഴയും അനുലേഖന ഇഴയും

9. തർജമ പ്രവർത്തനത്തിൽ റൈബോസോമിന്റെ രണ്ട് പ്രധാന ധർമ്മങ്ങൾ എതെല്ലാം?

10. *ഇ.കോളി* വളരുന്ന മാധ്യമത്തിൽ ലാക്ടോസ് ചേർത്താൽ എത് തന്മാത്രയാണ് *ലാക്* ഒപറോണിൽ പ്രേരകഘടകമായി വർത്തിക്കുന്നത്? ലാക്ടോസ് ചേർത്ത് കുറച്ച് സമയത്തിനുശേഷം *ലാക്* ഒപറോൺ പ്രവർത്തന രഹിതമാകുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്?

11. താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയുടെ ധർമങ്ങൾ ഒന്നോ രണ്ടോ വാക്യത്തിൽ വിവരിക്കുക?

(a) പ്രാരംഭകർ

(b) ടിആർഎൻഎ

(c) എക്സോൺ

12. മനുഷ്യജീനോം പദ്ധതി ഒരു വൻപദ്ധതിയാണ് എന്ന് പറയാനുള്ള കാരണമെന്താണ്?

13. എന്താണ് ഡിഎൻഎ ഫിംഗർ പ്രിന്റിംഗ്? അതിന്റെ ഉപയോഗത്തെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുക?

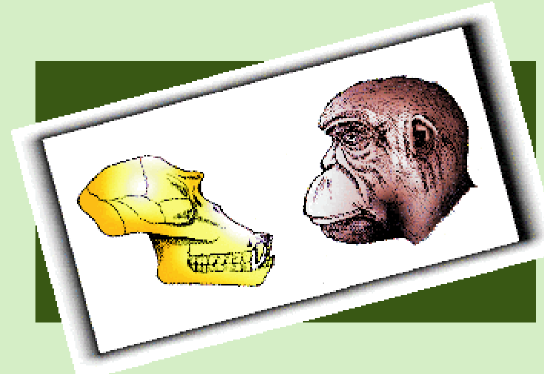
14. താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയെ ചുരുക്കി വിവരിക്കുക.

(a) അനുലേഖനം

(b) ബഹുരൂപത്വം

(c) തർജമ

(d) ജൈവവിവര സാങ്കേതികശാസ്ത്രം



അധ്യായം 7

പരിണാമം (EVOLUTION)

7.1. ജീവന്റെ ഉത്ഭവം

7.2 ജീവികളുടെ പരിണാമം - ഒരു സിദ്ധാന്തം

7.3. പരിണാമത്തിന്റെ തെളിവുകൾ

7.4. എന്താണ് അനുകൂലന വികിരണം

7.5. ജൈവിക പരിണാമം

7.6. പരിണാമപ്രക്രിയ

7.7. ഹാർഡി - വെയിൻബർഗ് തത്വം

7.8. പരിണാമത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ചെറു വിവരണം

7.9. മനുഷ്യന്റെ ഉത്ഭവവും പരിണാമവും

ഭൂമിയിലെ ജീവജാലങ്ങളുടെ പരിണാമചരിത്രപഠനമാണ് പരിണാമ ശാസ്ത്രം. എന്താണ് പരിണാമം? ഭൂമിയിലുടനീളം ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾകൊണ്ട് സംഭവിച്ച സസ്യജന്തുജാലങ്ങളുടെ ക്രമാനുഗതമായ മാറ്റമാണിത്. ഈ മാറ്റങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് ജീവന്റെ ഉത്ഭവത്തിന്റെ പശ്ചാത്തലത്തെക്കുറിച്ച് നാം മനസ്സിലാക്കണം. അതായത് ഭൂമിയുടെ, നക്ഷത്രങ്ങളുടെ, പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ തന്നെ പരിണാമം. നിഗൂഢവും, ദൈർഘ്യമേറിയതുമായ കഥകളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും ദൈർഘ്യമേറിയ കഥയാണിത്. ഇത് ഭൂമിയുടെയും, പ്രപഞ്ചത്തിന്റെയും പരിണാമത്തിന്റെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ സംഭവിച്ച ഭൂമിയിലെ ജീവന്റെയും ജീവജാലങ്ങളുടെയും, ജൈവ വൈവിധ്യങ്ങളുടെയും പരിണാമകഥയാണ്.

7.1. ജീവന്റെ ഉത്ഭവം (Origin of life)

ഒരു തെളിഞ്ഞ രാത്രിയിൽ ആകാശത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കുമ്പോൾ നാം നമ്മുടെ ഭൂതകാലത്തിലേക്കാണ് തിരിച്ചു പോകുന്നത്. നക്ഷത്രങ്ങളിലേക്കുള്ള ദൂരം അളക്കുന്ന യൂണിറ്റാണ് പ്രകാശ വർഷം (Light year). ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപ് പുറപ്പെട്ട പ്രകാശം കോടാനുകോടി കിലോമീറ്ററുകൾ സഞ്ചരിച്ച് നമ്മുടെ കണ്ണുകളിൽ എത്തുമ്പോഴാണ് നാം ഒരു വസ്തുവിനെ കാണുന്നത്. എന്നിരുന്നാലും നമ്മുടെ അടുത്ത ചുറ്റുപാടുകളിലെ വസ്തുക്കളെ നമുക്ക് തൽക്ഷണം കാണുവാൻ സാധിക്കുമ്പോൾ നമ്മൾ സമകാലിക ലോകത്താണ്. എന്നാൽ നക്ഷത്രങ്ങളെ ദർശിക്കുമ്പോൾ നമ്മൾ കഴിഞ്ഞ കാലങ്ങളിലേക്ക് കടന്നു പോവുകയും ചെയ്യുന്നു. പ്രപഞ്ച

ചരിത്രത്തിലെ ഒരു സവിശേഷ സംഭവമായി ജീവന്റെ ഉത്ഭവം കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. വിശാലമായ ഈ പ്രപഞ്ചം ഏകദേശം 2000 കോടി (20 billion) വർഷങ്ങൾ പഴക്കമുള്ള താണ്. നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളുടെ വലിയകൂട്ടമാണ് പ്രപഞ്ചം. താരാപഥങ്ങളും നക്ഷത്ര ങ്ങളും വാതകങ്ങളും പൊടിപടലങ്ങളും ചേർന്നതാണിത്. പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ വലുപ്പം കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ ഭൂമി തീർച്ചയായും ഒരു പൊട്ടു മാത്രമാണ്. മഹാവിസ്ഫോ ടന സിദ്ധാന്തം (Big Bang theory) പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഉത്ഭവത്തെ വിശദീകരിക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം മനുഷ്യചിന്തകൾക്കതീതമായ ഒരു സ്ഫോടന ത്തോടെയാണ് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ആവിർഭാവം. പ്രപഞ്ചം വികസിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നതുമൂലം താപനില താഴുകയും തുടർന്ന് കുറച്ചുകാലത്തിനുശേഷം ഹൈഡ്രജൻ, ഹീലിയം മുത ലായ വാതകങ്ങൾ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്തു. ഈ വാതകങ്ങൾ ഗുരുത്വാകർഷണത്താൽ ചുരുങ്ങി പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഇന്ന് കാണപ്പെടുന്ന ഗാലക്സികൾ രൂപം കൊണ്ടു. ക്ഷീരപഥ (Milky way) ത്തിന്റെ ഭാഗമായ സൗരയൂഥത്തിൽ (Solar system) ഏകദേശം 450 കോടി (4.5 billion) വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പാണ് ഭൂമിയുടെ ആവിർഭാവം. അന്ന് ഭൂമിക്ക് ചുറ്റുമായി ഒരന്തരീക്ഷം ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. നീരാവിയും (Water vapour) മീഥേൻ, കാർബൺഡയോ ക്സൈഡ്, അമോണിയ തുടങ്ങിയ വാതകങ്ങളും ഭൂമിയുടെ ഉരുകിയ പ്രതലത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തു വന്നു. സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണങ്ങൾ ജലത്തെ വിഘടിപ്പിച്ച് ഹൈഡ്രജനും, ഓക്സിജനുമാക്കി മാറ്റി. ഭാരം കുറഞ്ഞ ഹൈഡ്രജൻ അന്ത രീക്ഷത്തിലേക്കു സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെട്ടു. ഓക്സിജനും അമോണിയയും മീഥേനുമായി ചേർന്ന് ജലവും, കാർബൺഡയോക്സൈഡും മറ്റുള്ള വാതകങ്ങളും ഉണ്ടായി. കൂടാതെ ഓസോൺ പാളിയും രൂപം കൊണ്ടു. തുടർന്ന് അന്തരീക്ഷത്തിലുണ്ടായിരുന്ന നീരാവി തണുത്ത് വർഷങ്ങളോളം നീണ്ടു നിന്ന മഴയുണ്ടാവുകയും അത് സമുദ്രങ്ങൾ രൂപപ്പെ ടുന്നതിന് കാരണമാവുകയും ചെയ്തു. ഭൂമിയുടെ രൂപവൽക്കരണത്തിനു ശേഷം 500 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞാണ് ഭൂമിയിൽ ജീവൻ രൂപപ്പെടുന്നത്, അതായത് ഏതാണ്ട് 400 കോടി വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ്.

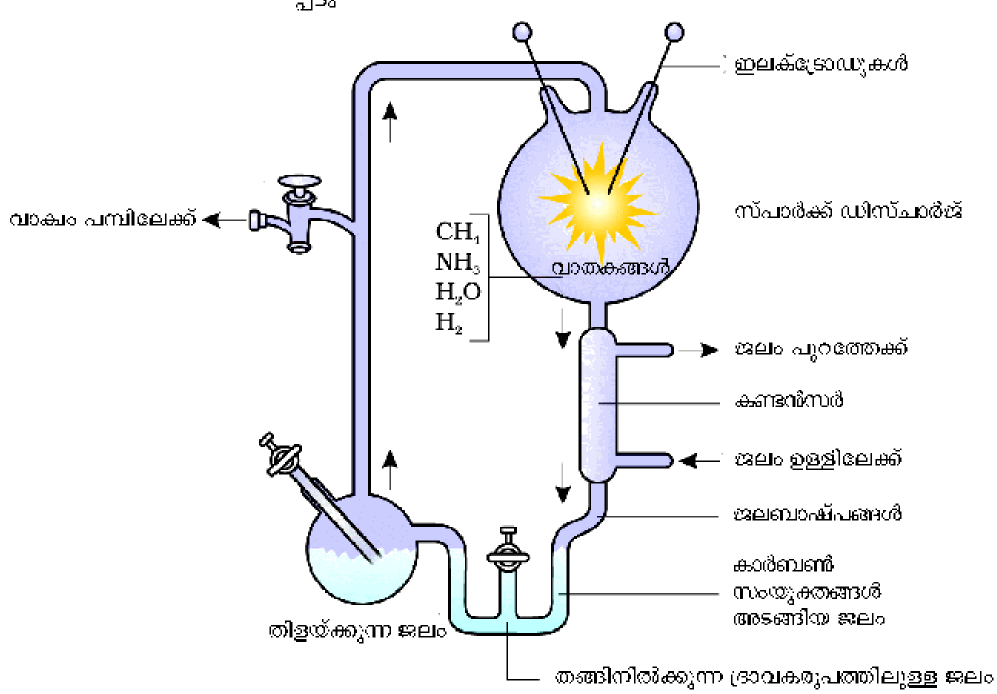
ജീവനുണ്ടായത് പ്രപഞ്ചത്തിലെ മറ്റേതെങ്കിലും ഗ്രഹത്തിലാണോ? ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അങ്ങനെ വിശ്വസിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മറ്റേതെങ്കിലും ഭാഗത്ത് രൂപപ്പെട്ട ജീവന്റെ രേണുക്കൾ (Spores) പല ഗ്രഹങ്ങളിലേക്കും വിതരണം ചെയ്ത പ്പോൾ ഭൂമിയിലും എത്തിയതാണെന്ന് പ്രാചീന ഗ്രീക്ക് ചിന്തകർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ഈ അഭിപ്രായം **പാൻസ്പെർമിയ (Panspermia)** വാദം എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്. ഈ ആശയം ചില ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് ഇപ്പോഴും ഇഷ്ടപ്പെട്ട ആശയമാണ്. വൈക്കോൽ, ചെളി, മണ്ണ് മുതലായ ജീർണിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിൽ നിന്നാണ് ജീവനു ണ്ടായതെന്ന് ദീർഘകാലം വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ഈ സിദ്ധാന്തം **നൈസർഗികജനന സിദ്ധാന്തം (Theory of Spontaneous generation)** എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ശാസ്ത്രീയ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ ലൂയിപാസ്ചർ ഈ വിശ്വാസം തെറ്റാണെന്ന് തെളിയിച്ചു. ജീവനുള്ളവയിൽ നിന്നു മാത്രമേ മറ്റൊരു ജീവൻ ആവിർഭവിക്കുകയുള്ളു എന്ന് അദ്ദേഹത്തിന്റെ പരീക്ഷണം തെളിയിച്ചു. (അണുവിമുക്തമാക്കിയ രണ്ട് ഫ്ളാസ്കുകളിൽ ഒന്നിൽ നിർജീവമാക്കിയ യീസ്റ്റ് അടച്ചു സൂക്ഷിക്കുകയും, രണ്ടാമത്തെ ഫ്ളാസ്കിലെ യീസ്റ്റ് വായുവിൽ തുറന്നുവയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. തുറന്നുവച്ച ഫ്ളാസ്കിൽ ജീവികൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. എന്നാൽ അടച്ചു സൂക്ഷിച്ച ഫ്ളാസ്കിൽ പുതിയ ജീവികൾ ഉണ്ടായില്ല). ഇതേ തുടർന്ന് ശാസ്ത്രലോകം നൈസർഗികജനന സിദ്ധാ ന്തത്തെ പൂർണമായും നിരാകരിച്ചുവെങ്കിലും ഭൂമിയിൽ ജീവനുണ്ടായതെങ്ങനെയെന്ന് വിശദമാക്കുവാൻ ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് സാധിച്ചില്ല.

ജീവന്റെ ഉത്ഭവത്തെക്കുറിച്ച് ആദ്യമായി ഒരു പരികല്പന രൂപപ്പെടുത്തിയത് റഷ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഒപാരിനും, ബ്രിട്ടീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഹാൽഡേനും ചേർന്നാണ്.

ആദിമ ഭൂമിയിൽ നിലനിന്നിരുന്ന അജൈവ സംയുക്തങ്ങളിൽ നിന്നും ജൈവിക സംയുക്തങ്ങളിലേക്കുള്ള രാസപരിണാമം വഴി RNA, മാംസ്യം മുതലായ തൻമാത്രകൾ രൂപം കൊള്ളുകയും ഇവ കൂടിച്ചേർന്ന് ഭൂമിയിൽ ജീവൻ ആവിർഭവിക്കുകയും ചെയ്തതാവാം എന്ന് നിർദേശിക്കപ്പെട്ടു.

ആദിമ ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിലുണ്ടായിരുന്ന മീഥേൻ, അമോണിയ, നീരാവി തുടങ്ങിയ വാതകങ്ങൾ പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് അമിനോ ആസിഡുപോലുള്ള ചെറിയ ജൈവതൻമാത്രകൾ രൂപപ്പെട്ടു. ഈ പ്രവർത്തനത്തിനാവശ്യമായ ഉയർന്ന തോതിലുള്ള ഊർജം നൽകുന്നതിന് ഇടിമിന്നൽ, സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണങ്ങൾ, അഗ്നി പർവത സ്ഫോടനങ്ങൾ എന്നിവ സഹായകമായി. ആയിരക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ നീണ്ടുനിന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായിരുന്നു ഇത്. 1953- ൽ സ്റ്റാൻലിമില്ലർ എന്ന അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആദിമ ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തെ പരീക്ഷണശാലയിൽ പുനസൃഷ്ടിച്ചു. (ചിത്രം.7.1). അദ്ദേഹം 800°C ൽ നീരാവിയോടൊപ്പം CH_4, NH_3, H_2 എന്നിവ അടങ്ങിയ വാതക മിശ്രിതം ഒരു അടച്ച ഫ്ളാസ്ക്കിൽ വൈദ്യുത പ്രവാഹത്തിനു വിധേയമാക്കി. അവക്ഷിപ്ത പദാർഥങ്ങളെ വേർതിരിച്ച് പരിശോധിച്ചപ്പോൾ ജൈവ കണങ്ങളായ അമിനോ ആസിഡുകൾ രൂപപ്പെട്ടതായി കണ്ടെത്തി. പിൽക്കാലത്ത് മറ്റ് പല ശാസ്ത്രജ്ഞരും ഇത്തരം പരീക്ഷണങ്ങൾ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുകയും പഞ്ചസാര, നൈട്രജൻബേസ്, വർണവസ്തുക്കൾ, കൊഴുപ്പുകൾ തുടങ്ങിയ പല ജൈവ സംയുക്തങ്ങളും സംശ്ലേഷിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തതോടെ **ഒപാരിൻ – ഹാൽഡേൻ പരികല്പന** (രാസപരിണാമ സിദ്ധാന്തം) കൂടുതൽ സ്വീകാര്യത നേടി.

ഉൽക്കകളുടെ (Meteorite) സാമ്പിൾ വിശകലനത്തിലൂടെയും മേൽപ്പറഞ്ഞ സംയുക്തങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം കാണുവാൻ നമുക്ക് സാധിക്കും. അതായത് ഇത്തരത്തിലുള്ള പ്രക്രിയകൾ പ്രപഞ്ചത്തിൽ മറ്റിടങ്ങളിലും സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന് അനുമാനിക്കാം. ഇത്തരം പരിമിതമായ തെളിവുകളേ ഉള്ളുവെങ്കിലും ജീവ പരിണാമത്തിന്റെ ആദ്യഘട്ടമായി അനുമാനിക്കുന്ന **രാസപരിണാമം (Chemical Evolution)** ശാസ്ത്രലോകത്തിൽ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു.



ചിത്രം 7.1. *മില്ലറുടെ പരീക്ഷണത്തിന്റെ ചിത്രീകരണം*

സ്വയം പര്യാപ്തമായതും സ്വയം ഇരട്ടിക്കുവാൻ കഴിവുള്ളതുമായ ആദ്യ ബീജകോശം രൂപപ്പെട്ടതെങ്ങനെയെന്ന് കൃത്യമായ ഒരു വിശദീകരണം സാധ്യമല്ല. അജൈവതൻമാത്രകളിൽ നിന്നുമാണ് ആദ്യത്തെ ജീവകോശം രൂപപ്പെട്ടത്. ഇത് ഏതാണ്ട് 300 കോടി വർഷങ്ങൾ (3 billion) ക്കു മുൻപാണ്. ഇത് സ്ഥൂല തൻമാത്രകളായ RNA, മാംസ്യം, പോളീസാക്കറൈഡുകൾ തുടങ്ങിയവ ചേർന്നുണ്ടായവയാകാം. ഈ ജീവകോശങ്ങൾ ഏകകോശ ജീവികളായിരുന്നു. ഈ ലഘുഘടനയുള്ള ബീജകോശങ്ങളിൽ നിന്ന് ലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ കൊണ്ട് സങ്കീർണഘടനയുള്ളതും ഇന്നു കാണപ്പെടുന്നതുമായ ജീവജാലങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ടു. ആദ്യ ജീവകണം (Cellular form) ഏതാണ്ട് 2000 ദശലക്ഷം (2000 million) വർഷങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് ഉൽഭവിച്ചു. ഇത് മിക്കവാറും ഏകകോശ ജീവികളായിരുന്നു. എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളും സമുദ്രത്തിലാണ് രൂപംകൊണ്ടത്. ഇന്നു കാണുന്ന സങ്കീർണ ഘടനയോടുകൂടിയ ജൈവവൈവിധ്യങ്ങൾ ലക്ഷക്കണക്കിനു വർഷങ്ങളിലൂടെ സാവധാനം പരിണമിച്ചുണ്ടായതാണ്. ആകർഷകമായ ആ കഥ നമുക്ക് ചർച്ച ചെയ്യാം.

7.2. ജീവികളുടെ പരിണാമം - ഒരു സിദ്ധാന്തം

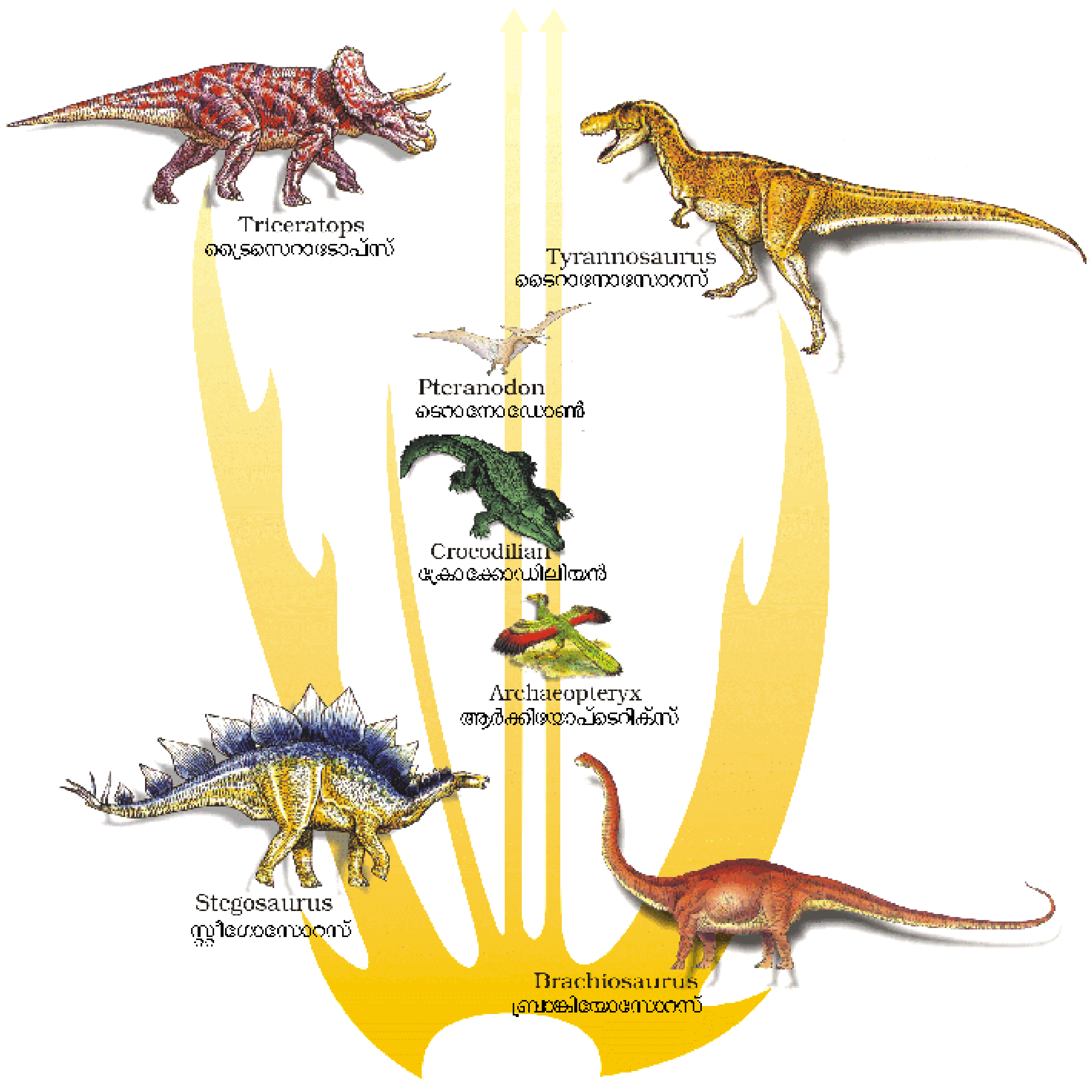
പരമ്പരാഗതമായ മതഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ ജീവപരിണാമത്തെക്കുറിച്ച് പറയുന്ന സിദ്ധാന്തമാണ് **വിശേഷ സൃഷ്ടിവാദ സിദ്ധാന്തം (Theory of special creation).** ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന് മൂന്ന് വ്യംഗ്യാർഥങ്ങളുണ്ട്. ഒന്ന്:- ഇന്ന് നമ്മൾ കാണുന്ന എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളും ഇതേപോലെ തന്നെ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടവയാണ്. രണ്ട്:- ഈ ജീവജാലങ്ങളുടെ വൈവിധ്യം സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടതു മുതൽ ഇതേപോലെ ആയിരുന്നു; ഭാവിയിലും അത് ഇങ്ങനെയായിരിക്കും. മൂന്നാമത് ഭൂമിക്ക് ഏകദേശം 4000 വർഷത്തെ പഴക്കമേ ഉള്ളൂ. സൃഷ്ടിവാദ സിദ്ധാന്തത്തിന് 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ശക്തമായ വെല്ലുവിളി നേരിട്ടു. ഇതിൽ പ്രധാനം ചാൾസ് ഡാർവിൻ മുന്നോട്ടുവച്ച പരിണാമ സിദ്ധാന്തമായിരുന്നു. H.M.S ബീഗിൾ എന്ന കപ്പലിൽ ഏതാണ്ട് അഞ്ചുവർഷം നീണ്ടുനിന്ന യാത്രയാണ് പരിണാമത്തെക്കുറിച്ചുള്ള നിഗമനത്തിൽ എത്തിച്ചേരാൻ ആവശ്യമായ തെളിവുകൾ ശേഖരിക്കാൻ ഡാർവിനെ സഹായിച്ചത്. ഈ തെളിവുകളിൽ നിന്ന് അദ്ദേഹം സാമാന്യമായ ചില നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേർന്നു. ഡാർവിന്റെ അഭിപ്രായപ്രകാരം ഇന്ന് നിലനിൽക്കുന്ന ജീവിരൂപങ്ങൾ അവർക്കിടയിൽ മാത്രമല്ല, ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് നിലനിന്നിരുന്ന ജീവിരൂപങ്ങളുമായും വ്യത്യസ്ത അളവിലുള്ള സമാനതകൾ പങ്കുവച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ അവയിൽ പല ജീവികൾക്കും വംശനാശം സംഭവിച്ചു. അതോടൊപ്പം പുതിയ ജീവിവർഗങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ ചരിത്രത്തിന്റെ പല കാലഘട്ടത്തിൽ രൂപം കൊള്ളുകയും അവയ്ക്ക് അനുക്രമമായ പരിണാമം സംഭവിക്കുകയും ചെയ്തു. എല്ലാ ജീവിവർഗങ്ങളിലും സ്വഭാവ സവിശേതകളിൽ വ്യതിയാനം (Variation) കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. വ്യതിയാനങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ ജീവികൾക്ക് ഗുണകരമായിരിക്കും. പരിസ്ഥിതിയുമായി നല്ലതുപോലെ ഇണങ്ങിച്ചേരുന്നതിന് ഇത്തരം വ്യതിയാനങ്ങൾ ജീവികളെ സഹായിച്ചേക്കും (കാലാവസ്ഥ, ആഹാരം, ശരീരഘടകങ്ങൾ, ഭൗതികസാഹചര്യങ്ങൾ മുതലായവ). പരിസ്ഥിതിയോട് ഇണങ്ങിച്ചേരാൻകഴിയുന്ന അനുകൂല വ്യതിയാനങ്ങളുള്ള ജീവികൾ കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുകയും അവയുടെ എണ്ണം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ പരിസ്ഥിതിയുമായി ഇണങ്ങിച്ചേരാൻ കഴിവില്ലാത്ത വ്യതിയാനങ്ങളുള്ള ജീവികളുടെ എണ്ണം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഡാർവിൻ ഇതിനെ **അർഹതയുള്ളവയുടെ അതിജീവനം (Survival of the fittest)** എന്നു വിളിച്ചു. ഡാർവിന്റെ അഭിപ്രായപ്രകാരം ഇതിനെ പ്രത്യുൽപ്പാദനപരമായ അതിജീവനം എന്നുപറയാം. ചുറ്റുപാടുകളോട് ഇണങ്ങിച്ചേരാൻ സഹായിക്കുന്നതരം വ്യതിയാനമുള്ള ജീവികൾ കൂടുതൽ സന്താനങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും അവ പെരുകി പുതിയ ജീവവർഗമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. അതായത് അനുഗുണമായ സ്വഭാവവ്യതിയാനങ്ങൾ ഉള്ള ജീവികൾ

മാത്രമാണ് നിലനിൽക്കുന്നത്. ഈ നിലനിൽപ്പിൽ പ്രകൃതി തന്നെ ഒരു തിരഞ്ഞെടുക്കൽ അഥവാ നിർധാരണം നടത്തുന്നു. അദ്ദേഹം ഈ പ്രക്രിയയെ **പ്രകൃതി നിർധാരണം (Natural selection)** എന്ന് വിളിക്കുകയും ഇതിനെ പരിണാമത്തിന്റെ പ്രവർത്തനരീതി (Mechanism of evolution) ആയി കണക്കാക്കുകയും ചെയ്തു. ആൽഫ്രഡ് റസ്സൽ വാലസ് ജീവപരിണാമത്തെക്കുറിച്ച് ഇതേ കാലഘട്ടത്തിൽ തന്നെ ഡാർവിന്റേതിന് സമാനമായ നിഗമനത്തിൽ എത്തുകയുണ്ടായി. ഇന്തോനേഷ്യയിലെ ദ്വീപസമൂഹങ്ങളിലും (Malay Archipelago) മറ്റും നടത്തിയ പഠനങ്ങളാണ് അദ്ദേഹത്തെ ഇതിലേക്ക് നയിച്ചത്. കാലക്രമേണ പുതിയ ജീവിവർഗങ്ങൾ ഉരുത്തിരിയുന്നു. ഇന്ന് നിലനിൽക്കുന്ന ജീവിവർഗങ്ങളെല്ലാം പൊതുസ്വഭാവങ്ങളെയും പൊതുപൂർവികരെയും പങ്കിടുന്നവരാണ്. എന്നിരുന്നാലും ഈ പൊതു പൂർവികർ ഭൂമിയുടെ ചരിത്രത്തിലെ വിവിധ കാലഘട്ടങ്ങളിലുണ്ടായിരുന്നവരാണ് [യുഗം (Epoch), കാലഘട്ടം (Period), കാലം (Era)]. ഭൂവിജ്ഞാന ചരിത്രം (Geological history) ഭൂമിയുടെ ജീവശാസ്ത്ര ചരിത്രവുമായി (Biological history) പരസ്പര ബന്ധം കാണിക്കുന്നുണ്ട്. ഇതിൽ നിന്നൊക്കെ മുൻപ് പ്രതിപാദിച്ചതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി ഭൂമിക്ക് കോടിക്കണക്കിനു വർഷങ്ങളുടെ പഴക്കമുണ്ട് എന്ന നിഗമനത്തിൽ എത്തിച്ചേരാവുന്നതാണ്.

7.3 പരിണാമത്തിന്റെ തെളിവുകൾ (Evidences for evolution)

ഭൂമിയിൽ സംഭവിച്ച പരിണാമത്തിന് ഉപോൽബലകമായ തെളിവുകൾ വിവിധ വിജ്ഞാന ശാഖകളിൽ നിന്ന് കണ്ടെത്തുവാൻ കഴിയും. ഭൂവൽക്കത്തിൽ (Earth's crust) സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ട പുരാതന ജീവികളുടെ നിർജീവ അവശിഷ്ടങ്ങളെയാണ് ജീവാശ്മങ്ങൾ അഥവാ ഫോസിലുകൾ എന്നു പറയുന്നത്. മിക്ക ഫോസിലുകളും പാറയുടെ അടുക്കുകളിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ പരിച്ഛേദം (Cross section) നിരീക്ഷിച്ചാൽ പാറകൾ അടുക്കുകളായി ഒന്നിനു മുകളിൽ ഒന്നായാണ് ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നതെന്ന് കാണാം. പാറകളുടെ ഒരു പ്രത്യേക അടുക്കിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഫോസിലുകൾ ആ അടുക്ക് രൂപം കൊണ്ടകാലത്ത് ഭൂമിയിലുണ്ടായിരുന്നവയായിരിക്കും. വ്യത്യസ്ത പ്രായമുള്ള അവസാദശിലകളിൽ (Sedimentary Rocks) വ്യത്യസ്ത ഘടനാക്രമത്തിലുള്ള ജീവികളെ കാണാൻ സാധിക്കും. അവയിൽ ചിലത് ആധുനിക ജീവികളോട് സാദൃശ്യം പുലർത്തുന്നവയാണ് (ചിത്രം 7.2). ഇവ വംശനാശം സംഭവിച്ച ജീവികളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു (ഉദാഹരണമായി ദിനോസോറുകൾ). അവസാദശിലകളിലെ വിവിധ പാളികളിലെ ഫോസിലുകളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം ഈ ജീവികൾ ഏതെല്ലാം ഭൂവിജ്ഞാന കാലഘട്ടങ്ങളിലാണ് ഭൂമിയിൽ നിലനിന്നതെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഫോസിൽ പഠനം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഓരോ കാലഘട്ടത്തിലും ജീവജാലങ്ങൾക്ക് മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നുവെന്നും ചില ജീവികൾ ചില ഭൂവിജ്ഞാന കാലപരിധിക്കുള്ളിൽ മാത്രമായി ഒതുങ്ങുന്നു എന്നുമാണ്. അതായത്, ഭൂമിയുടെ ചരിത്രത്തിൽ വ്യത്യസ്ത കാലങ്ങളിലായാണ് ജീവന്റെ പുതിയ രൂപങ്ങൾ ഉണ്ടായത്. ഇവയെല്ലാം ഫോസിൽ തെളിവുകളാണ്. *ഫോസിലുകളുടെ കാലപ്പഴക്കം എങ്ങനെ നിർണയിക്കുന്നുവെന്ന് ഓർത്തു നോക്കൂ? കാർബൺ ഉപയോഗിച്ചുള്ള കാലപ്പഴക്ക നിർണയത്തിന്റെ (Carbon dating) തത്വങ്ങളും പ്രക്രിയകളും നിങ്ങളോർക്കുന്നുണ്ടോ?*

ഭ്രൂണാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നതും എന്നാൽ പ്രായപൂർത്തിയായവയിൽ കാണപ്പെടാത്തതുമായ ചില പൊതു സവിശേഷതകൾ ഏണസ്റ്റ് ഹെക്കൽ കശേരുകികളിൽ കണ്ടെത്തുകയുണ്ടായി. ഇവയാണ് ജീവപരിണാമത്തിന് ഉപോൽബലകമായി അദ്ദേഹം മുന്നോട്ടുവെച്ച തെളിവുകൾ. ഉദാഹരണത്തിന് മനുഷ്യൻ ഉൾപ്പെടെയുള്ള എല്ലാ കശേരുകികളിലും ഭ്രൂണാവസ്ഥയിൽ തലയ്ക്കുശേഷം ഇരുവശങ്ങളിലുമായി മത്സ്യങ്ങളിൽ ഒഴികെ പ്രവർത്തനക്ഷമമല്ലാത്ത ഒരു നിര 'ഗില്ലുകൾ' കാണപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ഈ



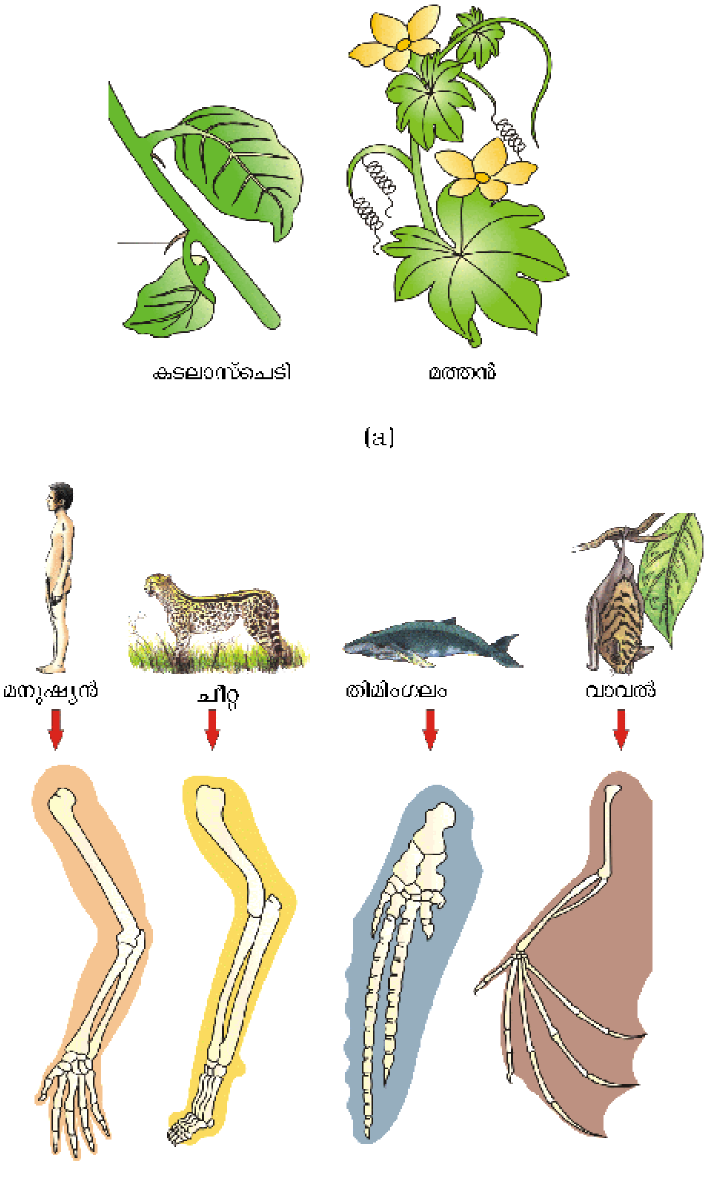
ചിത്രം 7.2. *ദിനോസോറുകളുടെ വംശപാരമ്പര്യവും അവയുടെ ആധുനിക പ്രതിരൂപങ്ങളായ മുതലയും പക്ഷികളും.*

കണ്ടെത്തലിനോട് കാൾ ഏണസ്റ്റ് വോൺ ബയർ യോജിച്ചില്ല. ഭ്രൂണാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരുജീവി മറ്റൊരു ജീവിയുടെയും മുതിർന്ന ജീവിതഘട്ടത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നില്ല എന്ന് വളരെ ശ്രദ്ധയോടെയുള്ള പഠനത്തിലൂടെ അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി.

ആന്തരഘടനാതാരതമ്യ പഠനവും (Comparative anatomy) **ബാഹ്യരൂപഘടനാ പഠനവും** (Morphology) വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് ഇവിടെ ജീവിച്ചിരുന്ന ജീവികളും ഇന്നു കാണുന്ന ജീവികളും തമ്മിലുള്ള സമാനതകളും വ്യത്യാസങ്ങളും വിശദീകരിക്കുന്നു. ജീവികൾ തമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യങ്ങൾ അവ പൊതു പൂർവിക ജീവിയിൽ നിന്ന് ഉരുത്തിരിഞ്ഞവയാണോ അല്ലയോ എന്ന് മനസ്സിലാക്കുവാൻ സഹായിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന് തിമിംഗലങ്ങൾ, വാവൽ, പുള്ളിപ്പുലി, മനുഷ്യൻ (എല്ലാം സസ്തനികൾ) എന്നീ ജീവികളുടെ മുൻകാലിലെ അസ്ഥികളുടെ ഘടനയിൽ സമാനതകളുണ്ട് (ചിത്രം 7.3 b) എന്നാൽ മുൻകാലുകളുടെ ധർമ്മങ്ങൾ വ്യത്യസ്തമാണ്. ഹ്യൂമറസ് (Humerus), റേഡിയസ് (Radius), അൾന (Ulna), കാർപ്പൽസ് (Carpals), മെറ്റാകാർപ്പൽസ് (Metacarpals), ഫലാഞ്ചസ് (Phalanges) എന്നീ അസ്ഥികൾ വ്യത്യസ്ത ധർമ്മം നിർവഹിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി വ്യത്യസ്തമായി രൂപമാറ്റം സംഭവിച്ചുണ്ടായതാണ്. ഇത് വ്യത്യസ്ത ആവശ്യങ്ങൾ നിർവഹിക്കാൻ വേണ്ടിയുള്ള അനുകൂലനമാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള പരിണാമത്തെ

വിവ്രജന പരിണാമം (Divergent Evolution) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള അവയവങ്ങളെ **സജാതീയ അംഗങ്ങൾ** (Homologous organs) എന്നു പറയുന്നു. **സജാതീയത** (Homology) സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഒരു പൊതുപൂർവികനിൽ നിന്നുള്ള ഇവയുടെ പരിണാമമാണ്. ഇവയ്ക്കുള്ള മറ്റുദാഹരണങ്ങളാണ് കശേരുകികളുടെ ഹൃദയം, തലച്ചോറ് തുടങ്ങിയവ. സസ്യങ്ങളിൽ കടലാസ് ചെടിയുടെ മുള്ളും മത്തന്റെ ടെൻഡ്രിലും (Tendril) സജാതീയ അവയവങ്ങളാണ്. സജാതീയതയിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമാണ് **വിജാതീയത (Analogy)**. ചിത്രശലഭങ്ങളുടെ ചിറകുകൾ പക്ഷികളുടെ ചിറകുകളുമായി സാമ്യമുള്ളവയാണ്. എന്നാൽ ഇവയുടെ ആന്തരഘടന വ്യത്യസ്തമാണ്. വ്യത്യസ്ത അവയവങ്ങളാണെങ്കിലും ഇവ ഒരേ ധർമ്മം നിർവഹിക്കുന്നു. ഇവയെ **വിജാതീയ അംഗങ്ങൾ (Analogous structures)** എന്നു പറയാം. ഇവ **സംവ്രജന പരിണാമത്തെ (Convergent evolution)** സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

അതായത് ഒരേ ധർമ്മം നിർവഹിക്കുന്നതിന് വ്യത്യസ്ത അവയവങ്ങൾ ഒരു പോലെ പരിണമിച്ചുണ്ടാകുന്നു. മറ്റുദാഹരണങ്ങൾ നീരാളിയുടെ കണ്ണും സസ്തനികളുടെ കണ്ണും, പെൻഗ്വിന്റെ ചിറകും ഡോൾഫിനുകളുടെ തുഴകളും. ഒരേ ചുറ്റുപാടുകളിൽ ജീവിക്കുന്ന വ്യത്യസ്ത ജീവികളുടെ അവയവങ്ങൾ ഒരേ ധർമ്മം ചെയ്യാൻ ഒരേ പോലെ പരിണമിക്കുന്നു. സസ്യങ്ങളിൽ വേര് പരിണമിച്ചുണ്ടാകുന്നവയാണ് മധുരക്കിഴങ്ങ്, എന്നാൽ ഉരുളക്കിഴങ്ങ് കാണ്ഡം പരിണമിച്ചുണ്ടായവയാണ്. ഇത് വിജാതീയ (Analogous) അവയവങ്ങൾക്ക് മറ്റൊരുദാഹരണമാണ്.

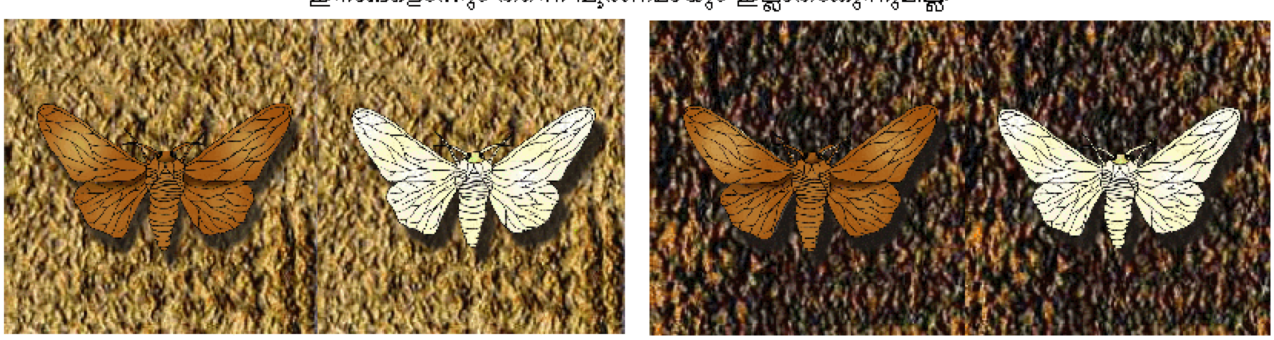


ചിത്രം 7.3. സജാതീയ അവയവങ്ങളുടെ ഉദാഹരണങ്ങൾ (a) സസ്യങ്ങൾ (b) ജന്തുക്കൾ

വിവിധ ജീവികളിൽ ഒരു പ്രത്യേക ധർമ്മം നിർവഹിക്കുന്നതിനായി മാംസ്യങ്ങളിലും ജീനുകളിലും സാമ്യം കാണുന്നു എന്നത് പൊതുപൂർവികനിൽ നിന്നുള്ള പരിണാമത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വ്യത്യസ്ത ജീവികളിലെ ഘടനാപരമായ സമാനതകൾ പോലെ ഈ ജൈവരാസീയ സമാനതകളും ഇവർ ഒരു പൊതുപൂർവികത പങ്കുവച്ചിരുന്നു എന്ന് ചൂണ്ടികാണിക്കുന്നു.

കൃഷി, ഉദ്യാനപരിപാലനം, കായിക വിനോദങ്ങൾ, സുരക്ഷ എന്നിവയ്ക്കായി മനുഷ്യർ സസ്യങ്ങളെയും മൃഗങ്ങളെയും വളർത്തുന്നു. പല വന്യജീവികളെയും വിളകളെയും മനുഷ്യർ അവരുടെ നിയന്ത്രണത്തിൽ വളർത്തുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള വ്യാപക പ്രജനന പ്രക്രിയയിലൂടെ ഒരു വിഭാഗത്തിൽ തന്നെ (ഉദാ: നായ്ക്കൾ) വ്യത്യസ്ത ഇനങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. നൂറ് വർഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ മനുഷ്യർക്ക് ഇത്തരത്തിൽ പുതിയ ഇനങ്ങളെ സൃഷ്ടിക്കാൻ കഴിയുമെങ്കിൽ ലക്ഷക്കണക്കിനു വർഷങ്ങൾ കൊണ്ട് പ്രകൃതിക്കിതു സാധ്യമമാണെന്ന് കരുതിക്കൂടെ?

പ്രകൃതിനിർധാരണത്തിലൂടെയാണ് പരിണാമമുണ്ടായതെന്ന് തെളിയിക്കുന്ന രസകരമായ മറ്റൊരുദാഹരണമുണ്ട്. ഈ തെളിവ് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയതാണ്. അതായത് വ്യാവസായിക വിപ്ലവം തുടങ്ങുന്നതിനു മുമ്പ് 1850 ൽ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ നിന്ന് ശേഖരിച്ച നിശാശലഭങ്ങളുടെ (Moths) സാമ്പിളിൽ വെളുത്ത നിറമുള്ള ശലഭങ്ങൾ കറുത്ത നിറമുള്ള ശലഭങ്ങളേക്കാൾ (മെലാനിക് ശലഭങ്ങൾ - Melanic moths) കൂടുതലായിരുന്നു. എന്നാൽ 1920 ൽ വ്യവസായിക വിപ്ലവത്തിനുശേഷം ഈ പ്രദേശത്തുനിന്ന് തന്നെ ശേഖരിച്ച സാമ്പിളിൽ കൂടുതലുണ്ടായിരുന്നത് കറുത്ത നിറമുള്ള ശലഭങ്ങളായിരുന്നു. അതായത് എണ്ണം വിപരീത അനുപാതത്തിലായി. വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തിനുശേഷം അന്തരീക്ഷത്തിൽ അടിഞ്ഞുകൂടിയ കരിയും പുകയും ഓക്ക് മരത്തിന്റെ തടിയിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ച് തടി ഇരുണ്ട നിറമായിമാറി. ഇക്കാരണത്താൽ വെളുത്ത നിറമുള്ള ശലഭങ്ങളെ ഇരപിടിയൻമാർക്ക് എളുപ്പത്തിൽ തിരിച്ചറിയാനും അവ കൂടുതൽ വേട്ടയാടാനും കാരണമായെന്ന് കണ്ടെത്തപ്പെട്ടു. വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തിനു മുമ്പ് വെളുത്ത നിറമുള്ള ലൈക്കനുകൾ മരങ്ങളുടെ തടികളെ ആവരണം ചെയ്തിരുന്നു. തൻമൂലം വെളുത്ത ചുറ്റുപാടിൽ വെളുത്ത ശലഭങ്ങൾ ഇരപിടിയൻമാരിൽ നിന്നു രക്ഷപ്പെടുകയും കറുപ്പു നിറമുള്ളവ ഇരപിടിയൻമാരാൽ കൂടുതൽ വേട്ടയാടപ്പെടുകയും ചെയ്തിരുന്നു. ലൈക്കനുകൾ മലിനീകരണത്തിന്റെ സൂചകങ്ങളാണ്. ഇവ മലിനീകരണം കൂടുതലുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ വളരാറില്ല. (ചിത്രം 7.4) അതിനാൽ വ്യവസായവൽക്കരണം സംഭവിക്കാത്ത ഗ്രാമീണ മേഖലകളിൽ വെളുത്ത ശലഭങ്ങൾ എണ്ണത്തിൽ കൂടുതലും മെലാനിക് ശലഭങ്ങൾ എണ്ണത്തിൽ വളരെ കുറവുമാണ്. സമ്മിശ്ര സ്വാഭാവസവിശേഷതകളുള്ള ഒരു ജീവഗണത്തിൽ മെച്ചപ്പെട്ട അനുകൂലനങ്ങൾ ഉള്ളവ അതിജീവിക്കുകയും അവയുടെ എണ്ണം വർധിക്കുകയും ചെയ്യും. എന്നാൽ ഈ ഗണത്തിലെ വ്യത്യസ്ത ഇനങ്ങളൊന്നും തന്നെ പൂർണമായും ഇല്ലാതാകുന്നുമില്ല.



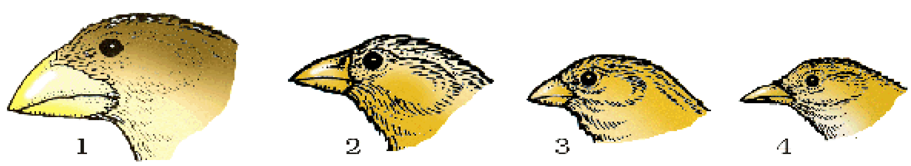
(a) (b)

ചിത്രം 7.4. *മരത്തടിയിൽ കാണുന്ന വെളുത്ത ചിറകുകളുള്ള നിശാശലഭത്തിന്റെയും കറുത്ത ചിറകുകളുള്ള നിശാശലഭത്തിന്റെയും ചിത്രം. (a) മലിനീകരണം ഇല്ലാത്തസ്ഥലം (b) മലിനീകരണമുള്ള സ്ഥലം.*

ഇതുപോലെതന്നെ കളനാശിനികളുടെയും കീടനാശിനികളുടെയും അമിതപ്രയോഗം വളരെ കുറഞ്ഞ സമയത്തിനുള്ളിൽ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ള ജീവികൾ ഉരുത്തിരിയുന്നതിന് കാരണമായി. രോഗാണുക്കളുടെ കാര്യത്തിലും ഇത് ശരിയാണ്. നമ്മൾ രോഗാണുക്കൾക്കെതിരെ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ മാസങ്ങൾ കൊണ്ടോ, വർഷങ്ങൾകൊണ്ടോ ആന്റിബയോട്ടിക് പ്രതിരോധശേഷിയുള്ള (Antibiotic resistant) രോഗാണുക്കൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ മാറ്റത്തിന് നൂറ്റാണ്ടുകളുടെ ആവശ്യം തന്നെയില്ല. ഇവയെല്ലാം മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ (Anthropogenic action) മൂലമുണ്ടായ പരിണാമപ്രക്രിയയാണ്. അതായത് നിർദിഷ്ടമോ നിയന്ത്രിതമോ ആയ പ്രക്രിയയല്ല പരിണാമം. മറിച്ച് പ്രകൃതിയിലെ യാദൃച്ഛിക സംഭവങ്ങളുടെയും ജീവികളിലെ ഉൽപ്പരിവർത്തന സാധ്യതയുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ നടക്കുന്ന ആകസ്മിക പ്രക്രിയയാണ് (stochastic process) പരിണാമം.

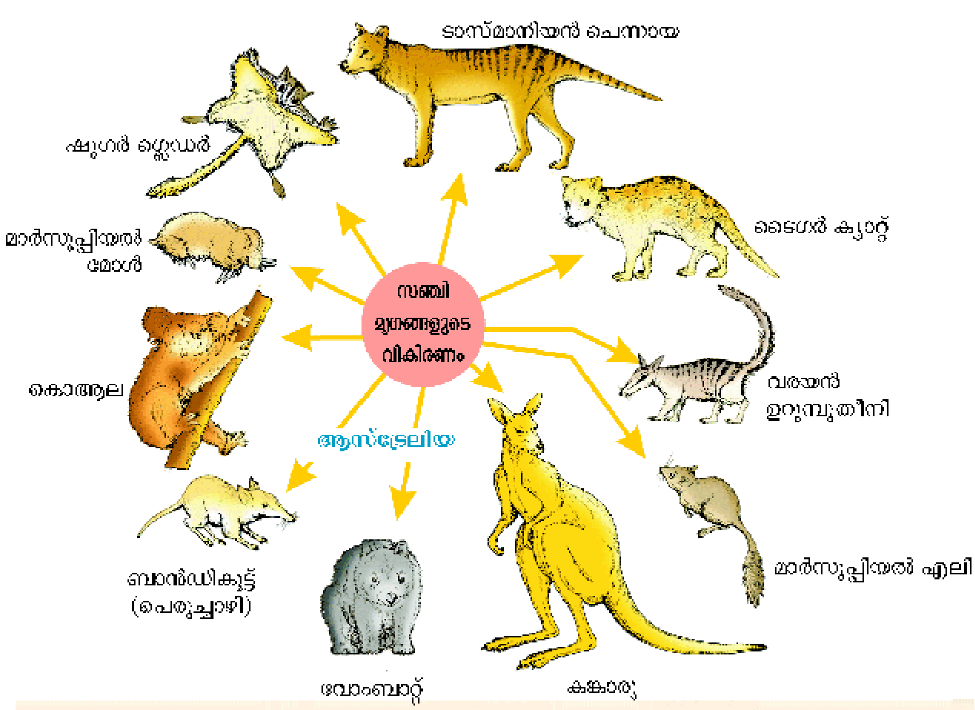
എന്താണ് അനുകൂലന വികിരണം? (Adaptive Radiation)

തന്റെ യാത്രയിൽ ഡാർവിൻ ഗാലപ്പഗോസ് ദ്വീപുകളിലെത്തി. അവിടെ അദ്ദേഹം അദ്ഭുതകരമായ ജീവജാലങ്ങളെക്കണ്ടു. അവിടെ കാണപ്പെട്ട, പിൽക്കാലത്ത് ഡാർവിൻ ഫിഞ്ചുകൾ (Darwin's Finches) എന്നറിയപ്പെട്ട ചെറിയ കറുത്ത കുരുവികൾ ഡാർവിനെ ആശ്ചര്യപ്പെടുത്തി. ഒരേ ദ്വീപിൽ അനേകതരം ഫിഞ്ച് കുരുവികൾ ഉണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. എല്ലാത്തരത്തിലുള്ളവയും ദ്വീപിൽ തന്നെ പരിണമിച്ചുണ്ടായതാണെന്ന് അദ്ദേഹം ഊഹിച്ചു. ഈ പക്ഷികളുടെ പൂർവികർ വിത്ത് ഭക്ഷിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള കൊക്കുകളോടു കൂടിയവയായിരുന്നു. വ്യത്യസ്ത ഭക്ഷണരീതിക്കനുസരിച്ചുള്ള മാറ്റങ്ങൾ കൊക്കുകൾക്ക് സംഭവിച്ച് ഈ ഫിഞ്ചുകളിൽ നിന്നും പ്രാണിഭോജികളും സസ്യഭോജികളുമായ ഫിഞ്ചുകൾ പരിണമിച്ചിട്ടുള്ളതായി കാണാം. (ചിത്രം 7.5).

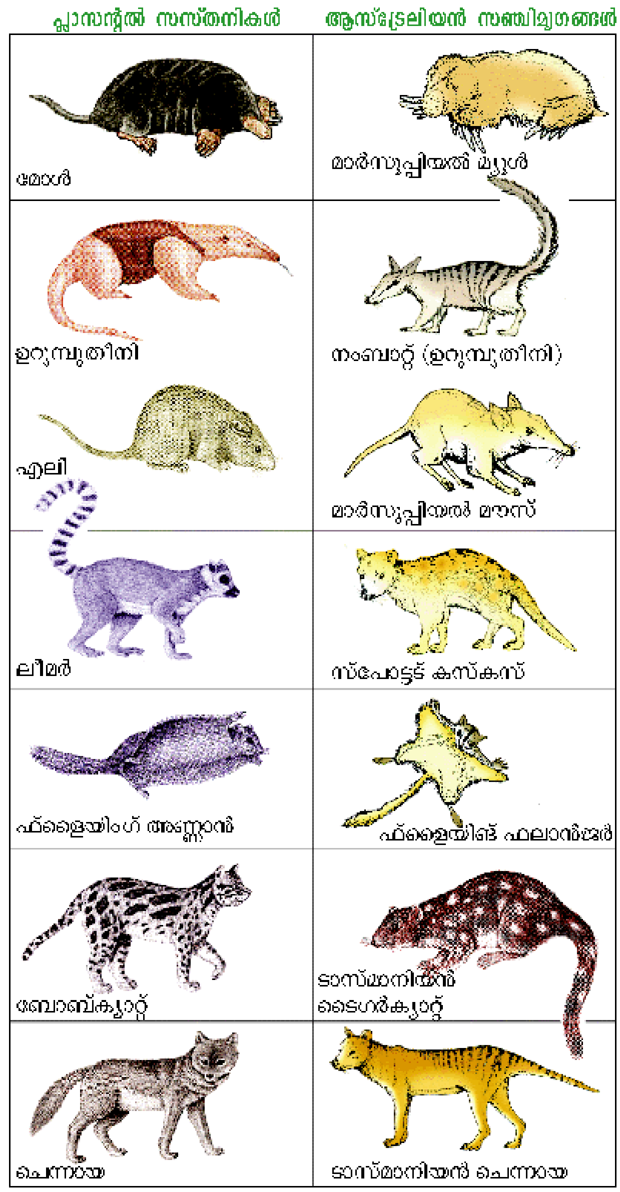


ചിത്രം 7.5. *ഗാലപ്പഗോസ് ദ്വീപിൽ ഡാർവിൻ കണ്ടെത്തിയ വ്യത്യസ്ത കൊക്കുകളുള്ള കുരുവികൾ.*

ഒരു പ്രത്യേക ഭൂപ്രദേശത്ത് ഒരു ജീവി വർഗത്തിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്ത ജീവി വർഗങ്ങൾ മറ്റു പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് (Habitat) പരിണമിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **അനുകുലന വികിരണം (Adaptive radiation).** ഈ പ്രതിഭാസത്തിന്റെ ഏറ്റവും മികച്ച ഉദാഹരണങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് ഡാർവിൻ ഫിഞ്ച്. മറ്റൊരുദാഹരണമാണ് ആസ്ട്രേലിയൻ സഞ്ചിമൃഗങ്ങൾ (Australian marsupials) (ചിത്രം 7.6). *ചിത്രം 7.6 നിരീക്ഷിച്ച് ആസ്ട്രേലിയൻ സഞ്ചിമൃഗങ്ങൾക്ക് ഉണ്ടായ അനുകൂലനവികിരണത്തെക്കുറിച്ച് ചർച്ച ചെയ്യുക.*



ചിത്രം 7.6. *ആസ്ട്രേലിയൻ സഞ്ചിമൃഗങ്ങളുടെ അനുകൂലനവികിരണം.*



ചിത്രം 7.7. ഓസ്ട്രേലിയൻ സഞ്ചിമൃഗങ്ങളുടേയും പ്ലാസന്റൽ സസ്തനികളുടേയും സംവ്രജന പരിണാമം.

ഒരു പൊതു പൂർവികനിൽ നിന്ന് വ്യസ്ത്യസ്തതരം സഞ്ചിമൃഗങ്ങൾ പരിണമിച്ചുണ്ടായെങ്കിലും ഇവയെല്ലാം ഓസ്ട്രേലിയൻ ഭൂഖണ്ഡത്തിൽ തന്നെയാണുണ്ടായത് (വ്യത്യസ്ത ആവാസ വ്യവസ്ഥകളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു). ഒരു ഒറ്റപ്പെട്ട ഭൂപ്രദേശത്ത് ഒന്നിലധികം അനുകൂലന വികിരണം സംഭവിച്ചാൽ ഉണ്ടാകുന്ന പരിണാമത്തെ **സംവ്രജന പരിണാമം (Convergent evolution)** എന്നു പറയുന്നു. ഓസ്ട്രേലിയയിലെ പ്ലാസന്റൽ സസ്തനികൾ ഇത്തരം ആവാസാധിഷ്ഠിത വികിരണത്തിനുള്ള മറ്റൊരുദാഹരണമാണ്. ഓരോ പ്ലാസന്റൽ സസ്തനിക്കും സമാനമായ സഞ്ചിമൃഗങ്ങൾ ആസ്ട്രേലിയ ഭൂഖണ്ഡത്തിൽ കണ്ടെത്താനാകും. (ഉദാ:- പ്ലാസന്റൽ ചെന്നായ, ടാസ്മാനിയൻ ചെന്നായ (സഞ്ചിമൃഗം) (ചിത്രം7.7).

7.5. ജൈവിക പരിണാമം

ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത ശേഷികളുള്ള ജീവന്റെ ഏകകോശരൂപങ്ങൾ ഭൂമിയിൽ ഉദയം ചെയ്തതു മുതൽ യഥാർഥത്തിൽ പ്രകൃതി നിർധാരണം വഴിയുള്ള പരിണാമം തുടങ്ങിയിരിക്കണം.

പ്രകൃതി നിർധാരണം വഴിയുള്ള പരിണാമമാണ് ഡാർവിന്റെ പരിണാമ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ സത്ത. പുതിയ ജീവികളുടെ രൂപപ്പെടൽനിരക്ക് അവയുടെ ജീവിതചക്രവും ജീവിത ദൈർഘ്യവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. വേഗത്തിൽ വിഭജിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മ ജീവികൾ മണിക്കൂറുകൾക്കകം ദശലക്ഷക്കണക്കിന് എന്ന തോതിൽ അടുത്ത തലമുറയെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ പ്രാപ്തിയുള്ളവയാണ്. ഒരു കോളനിയിൽ വളരുന്ന ബാക്ടീരിയകൾക്ക് പോഷണ മാധ്യമത്തിലെ (Culture medium) ഭക്ഷ്യഘടകങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതിലെ കഴിവ് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ഇതിനെ (A) എന്ന് സൂചിപ്പിക്കാം. മാധ്യമത്തിലെ ഭക്ഷ്യഘടകങ്ങളിൽ മാറ്റം വരുത്തിയാൽ പുതിയ സാഹചര്യത്തിൽ നിലനിൽക്കാൻ കഴിയുന്ന ബാക്ടീരിയകൾ (ഭാഗം B) ഭക്ഷ്യഘടകങ്ങൾ നന്നായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തി എണ്ണം കൂട്ടുന്നു. കാലക്രമേണ ഇവ മറ്റുള്ളവയെ പുറന്തള്ളി പുതിയ വർഗമായി മാറുന്നു. ഇത് ദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ സംഭവിക്കും. എന്നാൽ മൃഗങ്ങളുടെ ആയുസ്സ് വർഷങ്ങളായതിനാൽ ഇതേ കാര്യം ഒരു മത്സ്യത്തിലോ, മുഞ്ഞയിലോ സംഭവിക്കുന്നതിന് ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾ വേണ്ടിവന്നേക്കും. ഇവിടെ പറഞ്ഞ ബാക്ടീരിയകോളനിയിൽ, പുതിയ സാഹചര്യത്തിൽ 'B' എന്ന് സൂചിപ്പിച്ച വർഗമാണ് 'A' യേക്കാൾ കൂടുതൽ അനുയോജ്യമായവ (Fittest). അനുഗുണമായ വ്യതിയാനം ഉള്ള ജീവികളെ പ്രകൃതി നിലനിർത്തുന്നു. അനുയോജ്യമായ സ്വഭാവ സവിശേഷത പാരമ്പര്യമായി പ്രേഷണം (Inherited) ചെയ്യുന്നവയാണെന്ന് ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. ആയതിനാൽ, തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെടുന്നതിനും പരിണമിക്കപ്പെടുന്നതിനും ഒരു ജനിതക അടിസ്ഥാനം ഉണ്ടായിരിക്കണം. മറ്റൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ

ഒരു പ്രതികൂല ചുറ്റുപാടിനോട് യോജിച്ച് അതിജീവിക്കാനുതകുന്നതാണ് അനുകൂലന സ്വഭാവം (Adaptive ability). ഇതിന് ഒരു ജനിതക അടിത്തറയുണ്ട്. അനുകൂലനങ്ങൾ നേടിയെടുക്കാനും പ്രകൃതിനിർധാരണം വഴി തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെടാനുമുള്ള ജീവികളുടെ കഴിവിന്റെ പരിണിത ഫലമായാണ് അവയ്ക്ക് പ്രകൃതിയിൽ നിലനിൽക്കാനുള്ള ശേഷി (Fittness) കൈവരുന്നത്.

ശാഖിത പരിണാമം (Branching descent), പ്രകൃതിനിർധാരണം (Natural selection) എന്നിവയാണ് ഡാർവിന്റെ പരിണാമ സിദ്ധാന്തത്തിലെ രണ്ട് പ്രധാന ആശയങ്ങൾ (ചിത്രം 7.7.8).

ഡാർവിന് എത്രയോമുമ്പ് തന്നെ ഫ്രഞ്ച് പ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലാമാർക്ക് ജീവരൂപങ്ങളുടെ പരിണാമത്തെ മുന്നോട്ടുനയിച്ചത് അവയവങ്ങളുടെ ഉപയോഗവും (Use) നിരുപയോഗവുമാണ് (Disuse) എന്ന് പറഞ്ഞിരുന്നു. അദ്ദേഹം ഉദാഹരണമായി ജിറാഫിനെയാണ് ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചത്. ജിറാഫിന്റെ പൂർവികർ പൊക്കം കൂടിയ വൃക്ഷത്തിലെ ഇലകൾക്കുവേണ്ടി കഴുത്ത് സ്ഥിരമായി നീട്ടി ഉപയോഗിച്ചതിന്റെ പരിണിത ഫലമാണ് അവയുടെ നീണ്ട കഴുത്ത്. ഈ സ്വയാർജിത സ്വഭാവം (Acquired character) അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്തു. ഇങ്ങനെ സാവധാനം വർഷങ്ങൾ കൊണ്ട് കഴുത്തിന് നീളമുള്ള ജിറാഫ് രൂപം കൊണ്ടു. എന്നാൽ ഈ അനുമാനം വിശ്വസിക്കാൻ ആരും തന്നെ തയാറായില്ല.

പരിണാമം ഒരു പ്രക്രിയയോ അല്ലെങ്കിൽ പ്രക്രിയയുടെ പരിണിത ഫലമോ? ഈ ഭൂമിയിൽ കാണുന്ന ജീവനുള്ളതോ അല്ലാത്തതോ ആയവയിലെല്ലാം പരിണാമത്തിന്റെ വിജയഗാഥകൾ നമുക്ക് കാണാൻ കഴിയും. ഈ ലോകത്തെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കുമ്പോൾ പരിണാമം ഒരു പ്രക്രിയയായി നാം പ്രതിപാദിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഭൂമിയിലെ ജീവനെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കുമ്പോൾ പ്രകൃതി നിർധാരണ പ്രക്രിയയുടെ പരിണിത ഫലമായാണ് പരിണാമത്തെ കാണേണ്ടത്. പരിണാമവും പ്രകൃതിനിർധാരണവും പ്രക്രിയകളോ, അതോ അജ്ഞാതമായ പ്രക്രിയകളുടെ അനന്തരഫലമോ എന്നത് ഇന്നും അനിർവചനീയമായി തുടരുന്നു.

തോമസ് മാൽത്തൂസിന്റെ ജനസംഖ്യാ പഠനത്തിൽ ജനസംഖ്യയുടെ ജ്യാമിതീയ വളർച്ചയെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രമേയമാണ് ഡാർവിനെ ഏറ്റവുമധികം സ്വാധീനിച്ചത്. വസ്തുനിഷ്ഠമായ ചില നിരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണ് പ്രകൃതിനിർധാരണം. ഉദാഹരണങ്ങൾ: പ്രകൃതി വിഭവങ്ങൾ പരിമിതമാണ്, കാലികമായ മാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നില്ലെങ്കിൽ ജീവിഗണത്തിന്റെ (Population) വലുപ്പം സ്ഥിരമായിരിക്കും, ഒരു ജീവിഗണത്തിലെ അംഗങ്ങൾ അവർ പുറമേ സമാന രൂപത്തോടു കൂടിയവരെങ്കിലും സ്വഭാവ സവിശേഷതകളിൽ വ്യത്യസ്തരായിരിക്കും (യഥാർഥത്തിൽ ഒരുപോലെയുള്ള രണ്ടു വ്യക്തികൾ ഇല്ല). വ്യതിയാനങ്ങൾ പാരമ്പര്യ പ്രേഷണത്തിന് വിധേയമാണ്. ജീവിഗണത്തിലെ എല്ലാ അംഗങ്ങളും പരമാവധി പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തിയാൽ സാങ്കല്പികമായി ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പം ക്രമാതീതമായി വർധിക്കും (ഈ വസ്തുത വളരുന്ന ബാക്ടീരിയൽ കോളനിയിൽ കാണാവുന്നതാണ്). എന്നാൽ ജനസംഖ്യ വളരെ കുറവാണെന്നതാണ് വാസ്തവം. ഇതിനു കാരണം വിഭവങ്ങൾക്കുവേണ്ടി മത്സരം ഉണ്ടാകുന്നു. തഴച്ചു വളരാത്ത മറ്റുള്ളവയെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് ചിലർക്കുമാത്രമേ ഈ മത്സരത്തെ അതിജീവിക്കാനാവുന്നുള്ളൂ. ഡാർവിന്റെ നവീനവും പുരോഗമനപരവുമായ ഉൾക്കാഴ്ച ഇതായിരുന്നു – പ്രകൃതിവിഭവങ്ങളെ നന്നായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന പ്രേഷണം ചെയ്യാൻ പറ്റുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ ഉള്ള ജീവികൾ വളരെ കുറച്ചേ ഉള്ളുവെങ്കിലും (ആവാസത്തിന് അനുയോജ്യമായവ) അവ കൂടുതൽ സന്താനങ്ങളെ ഉൽപാദിപ്പിക്കുകയും അനേകം തലമുറകളായി ഈ പ്രക്രിയ തുടരുകയും ചെയ്താൽ പുതിയ സ്വഭാവങ്ങളുള്ള ഒരു ജീവിവർഗം (Species) രൂപപ്പെടുമെന്ന് ഡാർവിൻ അവകാശപ്പെട്ടു.

പ്രത്യുൽപ്പാദനശേഷി
(ജ്യാമിതിയരീതിയിൽ എണ്ണം കൂടുവാനുള്ള പ്രവണത)
+
പാരിസ്ഥിതിക പ്രതിരോധങ്ങൾ
(പരിമിതമായ വിഭവങ്ങൾ)

↓

നിലനിൽപ്പിനുവേണ്ടിയുള്ള സമരം
(വിഭവങ്ങൾക്കുവേണ്ടിയുള്ള മത്സരം)
+
കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ
(വിവിധ ജനിതക സ്വഭാവങ്ങൾ)

↓

പ്രകൃതിനിർധാരണം
(അനുഗുണമായ വ്യതിയാനങ്ങളുടെ പ്രേഷണക്ഷമത)
+
ചുറ്റുപാടുകളിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ

↓

പുതിയ ജീവജാതികളുടെ ഉത്ഭവം
(പരിണാമം)

ചിത്രം 7.7. a ചാൾസ് ഡാർവിന്റെയും ആൽഫ്രഡ് വാലസിന്റെയും പ്രകൃതിനിർധാരണ സിദ്ധാന്തത്തിലെ മുഖ്യ ആശയങ്ങളുടെ ചിത്രീകരണം.

7.6 പരിണാമ പ്രക്രിയ (Mechanism of Evolution)

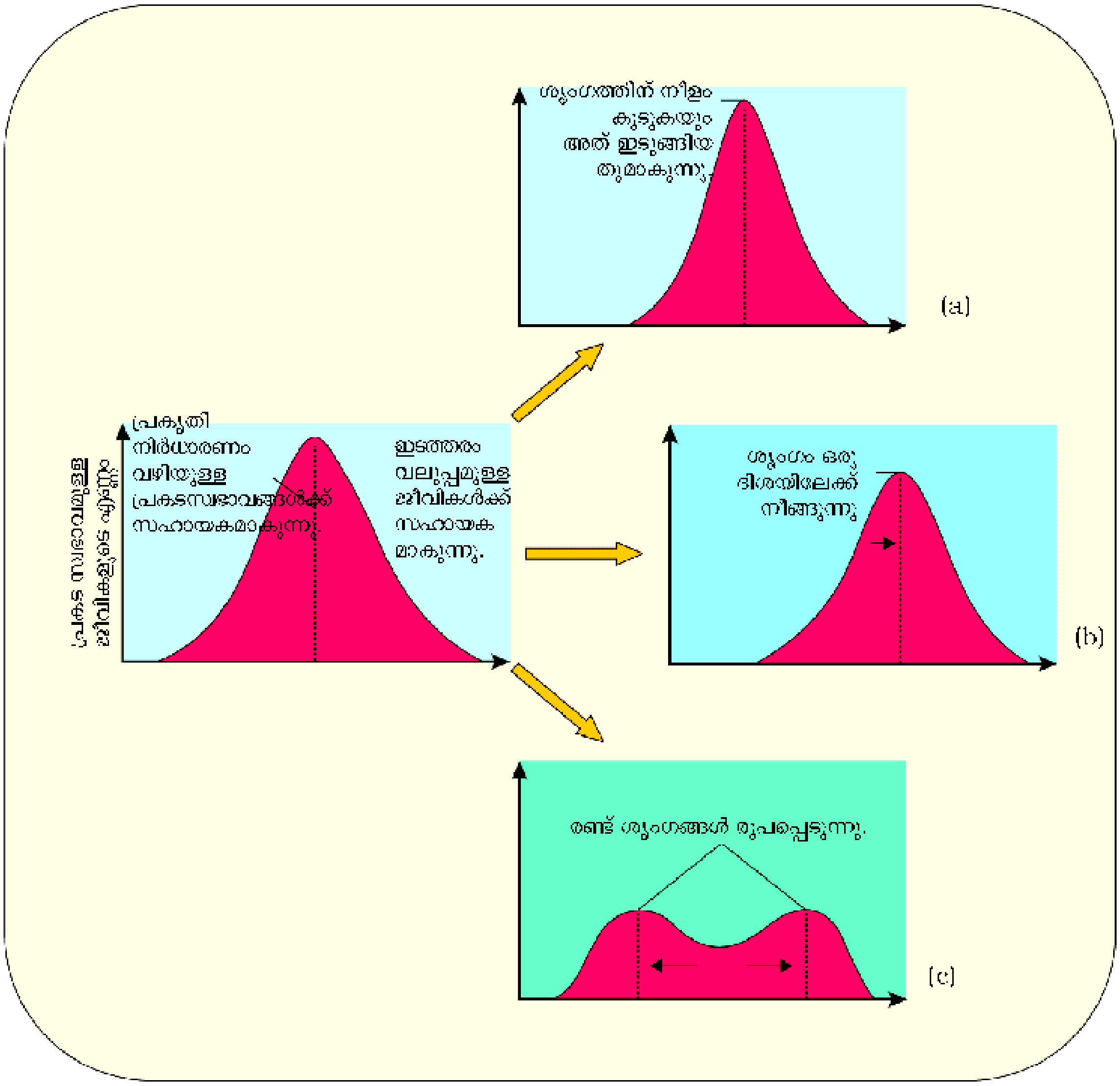
വ്യതിയാനങ്ങളുടെ ഉത്ഭവം എവിടെയാണ്? എങ്ങനെയാണ് പുതിയ ജീവവർഗം ഉണ്ടായിവരുന്നത്? ജീവികളിലെ പ്രകടസ്വഭാവങ്ങളെ സ്വാധീനിക്കുന്ന പാരമ്പര്യ 'ഘടകങ്ങളെ' (Inheritable 'factors') കുറിച്ചുള്ള മെൻഡലിന്റെ പഠനങ്ങളെ ഡാർവിൻ അവഗണിക്കുകയോ അതിനെക്കുറിച്ച് നിശബ്ദത പാലിക്കുകയോ ചെയ്തു. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യദശകത്തിൽ ഹ്യൂഗോ ഡിവ്രിസ് (Hugo de Vries) നാലുമണിച്ചെടിയിൽ (Evening Primrose) നടത്തിയ പഠനങ്ങളുടെ ഫലമായി പുതിയ ഒരു സിദ്ധാന്തം മുന്നോട്ടുവച്ചു -**ഉൽപ്പരിവർത്തന സിദ്ധാന്തം (Theory of Mutation)** -ജീവിസമൂഹത്തിൽ ആകസ്മികമായുണ്ടാകുന്ന ജനിതകവ്യതിയാനമാണ് പരിണാമത്തിന് കാരണമാകുന്നത്. ഡാർവിൻ പറഞ്ഞതുപോലുള്ള ചെറിയ വ്യതിയാനങ്ങളല്ല (Minor variations) പരിണാമത്തിന് കാരണം എന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. ഡാർവിൻ പരാമർശിച്ച വ്യതിയാനങ്ങൾ തുലോം ചെറുതും (small) കൃത്യമായ ദിശയുള്ളവയുമാകുമ്പോൾ (Directional)

ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങൾ (Mutations) ക്രമരഹിതവും ദിശാരഹിതവുമാണ്. ഡാർവിന്റെ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് പരിണാമം തുടർച്ചയായ പ്രക്രിയയാണെങ്കിൽ ഉൽപ്പരിവർത്തന സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് പുതിയ ജീവിവർഗങ്ങളുണ്ടാകുന്നത് പെട്ടെന്നുണ്ടാകുന്ന ജനിതക ഘടനാ വ്യതിയാനം കൊണ്ടാണ്. ഇതിനെ സാൾട്ടേഷൻ (Saltation-single step large mutation) അല്ലെങ്കിൽ ഒറ്റയടിക്കുള്ള വലിയ ഉൽപ്പരിവർത്തനം എന്നു വിളിക്കാം. പിന്നീട് നടന്ന ജീവിഗണ ജനിതക ശാസ്ത്രത്തിലെ (Population genetics) പഠനങ്ങൾ ഇതിന് കുറേക്കൂടി വ്യക്തതവരുത്തി.

7.7. ഹാർഡി - വെയ്ൻബർഗ് നിയമം

ഒരു ജീവിഗണത്തിലെ അലീലുകളുടെ (Alleles - ജീനുകളുടെ വ്യത്യസ്ത രൂപങ്ങൾ) ആവൃത്തി (Frequency) അല്ലെങ്കിൽ ലോക്കസുകളുടെ (Locus) ആവൃത്തി കണ്ടെത്താൻ കഴിയും. ഈ ആവൃത്തി തലമുറ തലമുറകളായി സ്ഥിരമായി നിലനിൽക്കുന്നു. ഇതിനെ **ഹാർഡി-വെയ്ൻബർഗ് നിയമം** എന്നു പറയുന്നു. ഹാർഡി - വെയ്ൻ ബർഗ് തത്വം ഗണിത സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കാം.

ഈ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ഒരു ജീവിഗണത്തിലെ അലീലുകളുടെ ആവൃത്തി തലമുറകളായി സ്ഥിരമായി നിലനിൽക്കും. ജീൻപൂൾ (ഒരു ജനസംഖ്യയിലെ മൊത്തം ജീനുകളും അവയുടെ അലീലുകളും) എപ്പോഴും സ്ഥിരമായിരിക്കും. ഇത് ജനിതക സന്തുലിതാവസ്ഥ (Genetic equilibrium) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. എല്ലാ അലീലുകളുടെയും ആവൃത്തിയുടെ മൊത്തം തുക 1 ആയിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി അലീലുകളുടെ വ്യക്തിഗത ആവൃത്തി 'p', 'q' എന്ന് സൂചിപ്പിക്കാം. ഒരു ഡിപ്ലോയിഡിൽ (Diploid) 'p', 'q' എന്നിവ 'A' എന്ന അലീലിന്റേയും 'a' എന്ന അലീലിന്റേയും ആവൃത്തിയെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. ജനസംഖ്യയിലെ AA അലീലുകളുടെ ആവൃത്തിയെ കേവലം 'p^2' എന്ന് സൂചിപ്പിക്കാം. ഇത് മറ്റൊരു രീതിയിൽ പ്രസ്താവിക്കാം. അതായത് 'p' ആവൃത്തിയുള്ള A എന്ന അലീലിന് ഒരു ഡിപ്ലോയ്ഡ് ജീവിയിലെ രണ്ടു ക്രോമസോമുകളിലും ഉണ്ടാകുവാനുള്ള സാധ്യത എന്നു പറയുന്നത്, സാധ്യതകളുടെ ഗുണനഫലമാണ്, അതായത് p^2. അതുപോലെ aa യുടെ സാധ്യതയെ q^2 എന്നും, Aa യുടെ സാധ്യതയെ 2pq എന്നും സൂചിപ്പിക്കാം. അതിനാൽ $p^2 + 2pq + q^2 = 1$. ഇത് $(p + q)^2$ എന്ന ദ്വിപദത്തിന്റെ വിപുലീകരിച്ച രൂപമാണ്. ആവൃത്തി അളക്കുമ്പോൾ പ്രതീക്ഷിച്ച മൂല്യത്തിൽ നിന്ന് വ്യത്യാസപ്പെട്ടാൽ, ആ വ്യത്യാസം (ദിശ) പരിണാമത്തിന്റെ പരിധിയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ജനിതക സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ അഥവാ ഹാർഡി-വെയ്ൻബർഗ് സന്തുലിതവാസ്ഥയിൽ നിന്നുള്ള ഏതുമാറ്റവും പരിണാമത്തിന്റെ സൂചനയാണ്. അതായത് ഒരു ജീവിഗണത്തിലെ (Population) അലീലുകളുടെ ആവൃത്തി മാറുന്നത് പരിണാമത്തിന്റെ ഫലമാണെന്ന് വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെടും.



ചിത്രം 7.8. വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവങ്ങളിലെ പ്രകൃതി നിർധാരണ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ചിത്രീകരണം. (a) സന്തുലിത നിർധാരണം (b) ദിശാപരമായ നിർധാരണം (c) വിഘടിത നിർധാരണം.

ഹാർഡി - വെയ്ൻബർഗ് സന്തുലിതത്വത്തെ ബാധിക്കുന്ന അഞ്ചു ഘടകങ്ങൾ ഉണ്ട്. അവ ജീൻ സഞ്ചാരം അല്ലെങ്കിൽ ജീൻ പ്രവാഹം, (Gene migration or geneflow), ജനിതക സ്ഥാനഭ്രംശം (Genetic drift), ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Mutation), ജീൻ പുനസ്സംയോജനം (Genetic recombination), പ്രകൃതിനിർധാരണം (Natural selection) എന്നിവയാണ്. ഒരു ജീവിഗണമോ (Population) ഒരു സമൂഹത്തിൽ നിന്നുള്ള ഒരു കൂട്ടം ജീവികളോ മറ്റൊരു സ്ഥലത്തേക്ക് കുടിയേറ്റം നടത്തുമ്പോൾ, പഴയ ജനസംഖ്യയിലും പുതിയ ജനസംഖ്യയിലും ജീൻ ആവൃത്തിയിൽ വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നു. പുതിയ ജീനുകൾ/ അലീലുകൾ പുതിയ ജനസംഖ്യയോടു കൂട്ടിച്ചേർക്കുകയും പഴയ ജനസംഖ്യയിൽ നിന്നും നഷ്ടപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഇങ്ങനെ ജീൻ സഞ്ചാരം പലതവണ സംഭവിക്കുമ്പോൾ ജീൻ പ്രവാഹം ഉണ്ടാകും. മേൽപ്പറഞ്ഞതുപോലെ വെറും യാദൃച്ഛിക കാരണങ്ങളാൽ

ചില ജീനുകൾ സമൂഹത്തിൽ നിന്ന് നഷ്ടപ്പെടുകയും മറ്റു ചിലത് കൂടുതലാവുകയും ചെയ്യാറുണ്ട്. ഇതാണ് ജനിതക സ്ഥാനഭ്രംശം (Genetic drift). പുതിയൊരു ആവാസ സ്ഥലം തുറന്നു കിട്ടിയാൽ അവിടേക്ക് കുറച്ച് ജീവികൾ കൂടിയേറും. ഈ ജീവികളിലുള്ള ജീനുകൾ മാത്രമെ പുതുതായുണ്ടാവുന്ന സമൂഹത്തിലുണ്ടാവുകയുള്ളൂ. അതിനാൽ ഈ പുതിയ ജീവിസമൂഹം പുതിയ ജീവിവർഗമായി മാറുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസത്തിന് **പ്രാരംഭക പ്രഭാവം (Founder effect)** എന്നുപറയുന്നു.

ജീനുകളുടെ സന്തുലനാവസ്ഥ നഷ്ടപ്പെടുത്തി പരിണാമത്തിന് കാരണമാകുന്ന പ്രധാന ഘടകം പ്രകൃതിനിർധാരണമാണ്. ഉൽപ്പരിവർത്തനം വഴി ഉണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങളിൽ ഏതിനെങ്കിലും അതിജീവനശേഷി കൂടുതലുണ്ടെങ്കിൽ അത്തരം വ്യതിയാനങ്ങൾ നിർധാരണം ചെയ്യപ്പെടും. ഉദാഹരണമായി ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ ഉള്ള മാധ്യമത്തിൽ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ എത്തിപ്പെട്ടാൽ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ളവ മാത്രം അതിജീവിക്കും. പ്രതിരോധശേഷി മുൻപ് സംഭവിച്ച ഏതെങ്കിലും ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായി യാദൃച്ഛികമായി ലഭിച്ചതാവാം. അസംഖ്യം ഹാനികരമായ ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് ഗുണകരമായവയെ തിരഞ്ഞെടുത്ത് കൂടുതൽ തലമുറകളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് പ്രകൃതിനിർധാരണം. വിമർശനാത്മകമായി വിശകലനം ചെയ്താൽ ഉൽപ്പരിവർത്തനം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ അല്ലെങ്കിൽ ബീജോൽപ്പാദന വേളയിൽ ജീൻ പുനസ്സംയോജനം വഴി ഉണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ അല്ലെങ്കിൽ ജീൻ ഒഴുക്ക് അല്ലെങ്കിൽ ജനിതക സ്ഥാനഭ്രംശം എന്നിവ ഭാവിതലമുറകളുടെ അലീലിക ആവൃത്തിയിലോ, ജീൻ ആവൃത്തിയിലോ വ്യത്യാസം ഉണ്ടാക്കുന്നു. പ്രത്യുൽപ്പാദന സഫലതയും പ്രകൃതി നിർധാരണവുമായി യോജിച്ച് പ്രവർത്തിച്ച് വ്യത്യസ്ത ജീവിവർഗം ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാരണമാകാറുണ്ട് (Speciation). പ്രകൃതി നിർധാരണം ജീവികളിൽ ശരാശരി സ്വഭാവം നിലനിർത്തപ്പെടുകയും കൂടിയതും കുറഞ്ഞതുമായ സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ പിന്തള്ളപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്ന **സന്തുലിത നിർധാരണ**ത്തിലേക്കോ **(Stabilisation Selection)** ജീവികളുടെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ ഒരു ദിശയിൽ ക്രമേണ നീങ്ങുന്ന **ദിശാപരമായ നിർധാരണത്തിലേക്കോ (Directional selection)** സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ കൂടിയതും കുറഞ്ഞതുമായ ജീവികളെ നിലനിർത്തുന്ന **വിഘടിത നിർധാരണ**ത്തിലേക്കോ **(disruptive selection)** നയിക്കപ്പെടാം. (ചിത്രം 7.8).

7.8 പരിണാമം ഒരു ചെറുവിവരണം

ഏകദേശം 2000 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പ് (mya) ഭൂമിയിൽ ജീവന്റെ ആദ്യ കോശരൂപങ്ങൾ (Cellular forms) പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. കോശഘടനയില്ലാത്ത ഭീമൻ സ്ഥൂലതൻമാത്രകളുടെ (Macromolecules) കൂട്ടങ്ങൾ, സ്തരപാളികളാൽ നിർമ്മിതമായ കോശങ്ങളായി പരിണമിച്ചത് എങ്ങനെയെന്നുള്ളത് ഇന്നും ശാസ്ത്രലോകത്തിന് അജ്ഞാതമാണ്. ഈ കോശങ്ങളിൽ ചിലത് ഓക്സിജനെ (O_2) സ്വതന്ത്രമാക്കാൻ കഴിവുള്ളവയായിരുന്നു. ഇവ ഉചിതമായ പ്രകാശ ഉപയുക്ത വർണകങ്ങളുടെ (Light harvesting pigments) സഹായത്തോടെ ജലത്തെ വിഘടിപ്പിച്ചാണ് ഓക്സിജനെ സ്വതന്ത്രമാക്കിയത്. ഇത് പ്രകാശസംശ്ലേഷണ (Photosynthesis) ത്തിലെ പ്രകാശഘട്ട (Light reaction) ത്തിനു സമാനമായ പ്രവർത്തനമായിരുന്നു. സാവധാനം ഏകകോശ ജീവികൾ ബഹുകോശ ജീവികളായി മാറുകയുണ്ടായി. 500 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപ് അകശേരുകികൾ രൂപം കൊള്ളുകയും സജീവമാകുകയും ചെയ്തു. താടിയെല്ലുരഹിത മത്സ്യങ്ങൾ (Jawless fish) ഏകദേശം 350 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് രൂപം കൊണ്ടു. കടൽ ആൽഗകളും (Sea weeds) കുറച്ച് സസ്യങ്ങളും 320 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് നിലനിന്നിരുന്നു. കരയിലേക്ക് അധിനിവേശം നടത്തിയ ആദ്യത്തെ ജീവിവർഗങ്ങൾ സസ്യങ്ങളാണെന്ന് പറയാം. ജന്തുക്കൾ കരയിൽ എത്തിയപ്പോഴേക്കും സസ്യങ്ങൾ

കരയിൽ വ്യാപകമായി. ഏകദേശം 350 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് ദൃഢതയേറിയ ചിറകുള്ള മത്സ്യങ്ങൾക്ക് കരയിലേക്ക് നീങ്ങാനും തിരികെ ജലത്തിലേക്ക് മടങ്ങാനും കഴിഞ്ഞിരുന്നു. 1938-ൽ ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയിൽ നിന്ന് ലഭിച്ച **സീലക്കാന്ത് (Coelacanth)** എന്ന മത്സ്യത്തിന് വംശനാശം സംഭവിച്ചെന്ന് കരുതിയിരുന്നതാണ്. ലോബ്ഫിൻസ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ ജീവികൾ ജലത്തിലും കരയിലും ജീവിക്കുന്ന ആദ്യ ഉഭയജീവികളായി പരിണമിച്ചു. ഈ വാദഗതിക്ക് തെളിവുകളില്ല. എന്നിരുന്നാലും ആധുനിക തവളകളുടെയും, സലമാണ്ടറുകളുടെയും പൂർവികർ ഇവരാണെന്ന് കരുതുന്നു. ഉഭയജീവികൾ ഉരഗങ്ങളായി പരിണമിച്ചു. ഉഭയജീവികളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി ഉണങ്ങാത്തതും കട്ടികൂടിയ പുറംതോടുള്ളതുമായ മുട്ടകളാണ് ഉരഗങ്ങൾ ഇട്ടിരുന്നത്. കടലാമകൾ (Turtles), കരയാമകൾ (Tortoises) മുതലകൾ തുടങ്ങിയവയെ ഇവയുടെ ആധുനിക പിൻഗാമികളായി കാണാനാകും. അടുത്ത 200 ദശലക്ഷം വർഷത്തിനിടയിൽ വ്യത്യസ്തമായ രൂപവും വലുപ്പവും ഉള്ള ഉരഗങ്ങൾ ഭൂമിയിൽ ആധിപത്യം സ്ഥാപിച്ചു. റ്റെറിഡോഫൈറ്റുകളായ ഭീമൻ ഫേണുകൾ (Ferns) ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും അവ നശിച്ച് കൽക്കരി നിക്ഷേപത്തിന്റെ ഭാഗമായി. ഏകദേശം 200 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് ചില ഉരഗങ്ങൾ കരയിൽ നിന്ന് തിരികെ ജലത്തിലെത്തി. ഇവ മത്സ്യങ്ങൾക്ക് സമാനമായ ഉരഗങ്ങളായി പരിണമിച്ചു (ഉദാഹരണം - ഇക്തിയോസോറസ് - Ichthyosaurus). കരയിലുണ്ടായിരുന്ന ഉരഗങ്ങൾ ദിനോസറുകളാണ്. ഇവയിൽ ഏറ്റവും വലുപ്പമുള്ള *ടിറാനോസോറസ് റെക്സിന് (Tyrannosaurus rex)* 20 അടി ഉയരവും ഭീമാകാരമായ കത്തിയുടെ രൂപമുള്ള പല്ലുകളുമുണ്ടായിരുന്നു. ഏകദേശം 65 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് ദിനോസറുകൾ ഭൂമിയിൽ നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമായി. ഇതിന്റെ യഥാർഥ കാരണം ഇപ്പോഴും അജ്ഞാതമാണ്. കാലാവസ്ഥ വ്യതിയാനം അവരെ നാമാവശേഷമാക്കിയെന്നൊരു വാദം നിലനിൽക്കുന്നു. അവ പക്ഷികളായി പരിണമിച്ചു എന്നതാണ് മറ്റൊരുവാദം. എന്നാൽ ആ കാലഘട്ടത്തിലെ വലുപ്പം കുറഞ്ഞ ഉരഗങ്ങൾ ഇപ്പോഴും നിലനിൽക്കുന്നു.

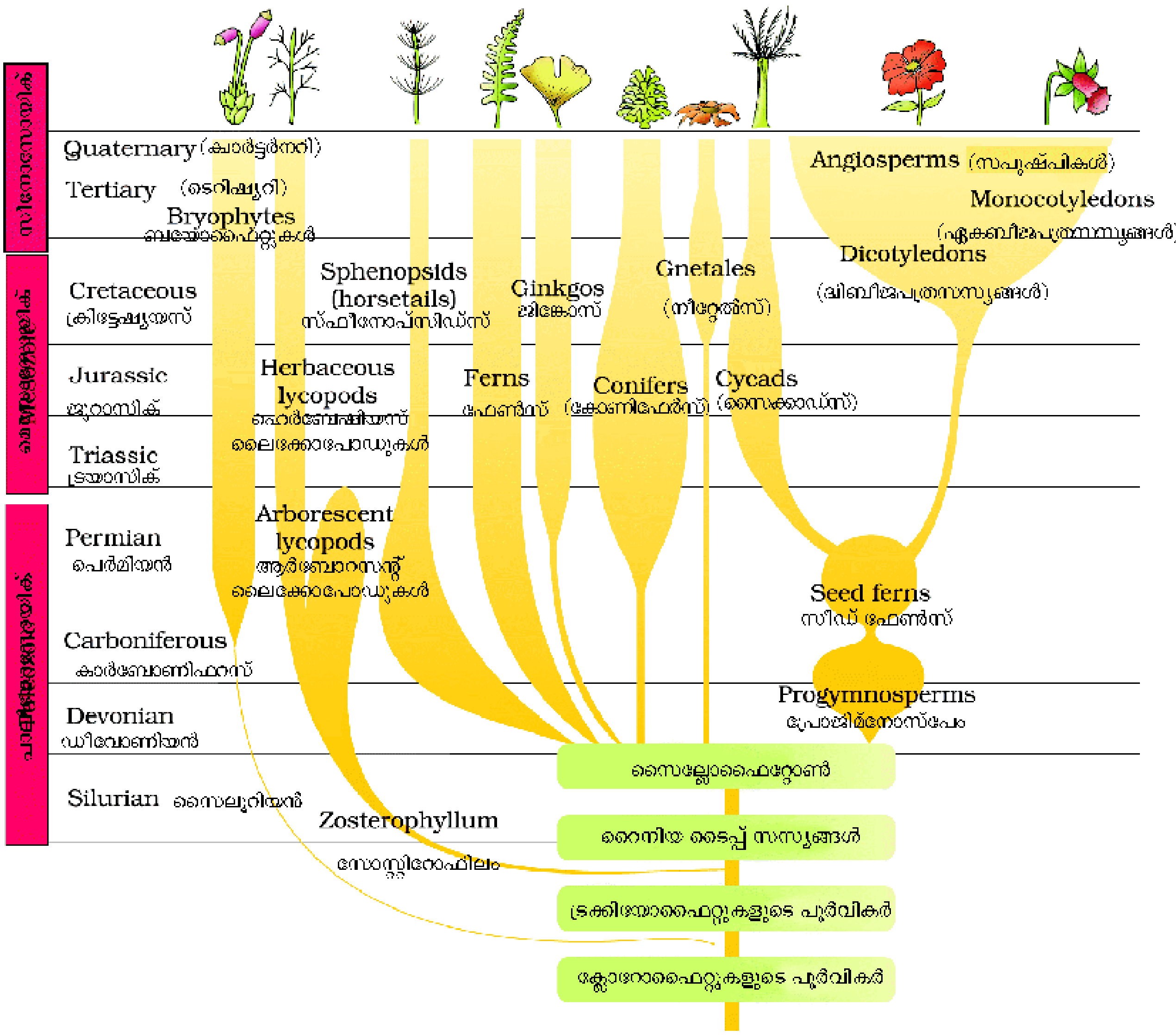
ആദ്യ സസ്തനികൾ ഒരുതരം നച്ചെലികളെ (Shrews) പോലെയുള്ളവയായിരുന്നു. ഇവയുടെ ഫോസിലുകൾ വലുപ്പം കുറഞ്ഞവയായിരുന്നു. സസ്തനികളെല്ലാം കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കുന്നവയാണ്. ഇവ വളർച്ചയെത്താത്ത കുഞ്ഞുങ്ങളെ അമ്മയുടെ ശരീരത്തിനുള്ളിൽ സംരക്ഷിച്ചുവയ്ക്കുന്നു. സസ്തനികൾ ചുറ്റുപാടുകളെ മനസ്സിലാക്കി അപകടം ഒഴിവാക്കുന്നകാര്യത്തിൽ കൂടുതൽ ബുദ്ധിയുള്ളവയാണ്. ഉരഗങ്ങളുടെ എണ്ണം കുറഞ്ഞപ്പോൾ സസ്തനികൾ ഭൂമിയിൽ ആധിപത്യം ഉറപ്പിച്ചു. കുതിര, നീർക്കുതിര, കരടി, മുയൽ, തുടങ്ങിയവയ്ക്ക് സാദൃശ്യമുള്ള സസ്തനികൾ തെക്കേ അമേരിക്കയിലുണ്ടായിരുന്നു. വൻകരാ വിസ്ഥാപനം മൂലം (Continental drift) തെക്കേ അമേരിക്ക വടക്കേ അമേരിക്കയുമായി കൂടിച്ചേർന്നപ്പോൾ വടക്കെ അമേരിക്കയിലെ ജന്തുലോകം തെക്കേ അമേരിക്കയിലുള്ളവയെ അടിച്ചമർത്തി. ഇതേ വൻകരാ വിസ്ഥാപനം മൂലം ആസ്ട്രേലിയയിലെ സഞ്ചി മൃഗങ്ങൾ (Pouched mammals) സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടു. മൽസരിക്കാൻ മറ്റ് സസ്തനികൾ ഇല്ലാത്തതായിരുന്നു ഇതിന് കാരണം.

റീസന്റ് (Recent)	**ആധുനിക കുതിര (ഇക്വസ്) യൂറേഷ്യ** · **ആധുനിക കുതിര (ഇക്വസ്) വടക്കേ അമേരിക്ക** · **ആധുനിക കുതിര (ഇക്വസ്) തെക്കേ അമേരിക്ക**
പ്ലീസ്റ്റോസീൻ (Pleistocene)	*ഇക്വസ് (Equus)*
പ്ലിയോസീൻ (Pliocene)	↑ *ഇക്വസ് (Equus)* ↑ *പ്ലിയോഹിപ്പസ് (Pliohippus)* ↑
മയോസീൻ (Miocene)	*മെറിഹിപ്പസ് (Merychippus)* ↑ *പാരാഹിപ്പസ് (Parahippus)*
ഒളിഗോസീൻ (Oligocene)	↑ *മയോഹിപ്പസ് (Miohippus)* ↑ *മെസോഹിപ്പസ് (Mesohippus)* ↑
ഇയോസീൻ (Eocene)	*എപ്പിഹിപ്പസ് (Epihippus)* ↑ *ഓറോഹിപ്പസ് (Orohippus)* ↑
	ഹൈറാക്കോതീരിയം (Hyracotherium)

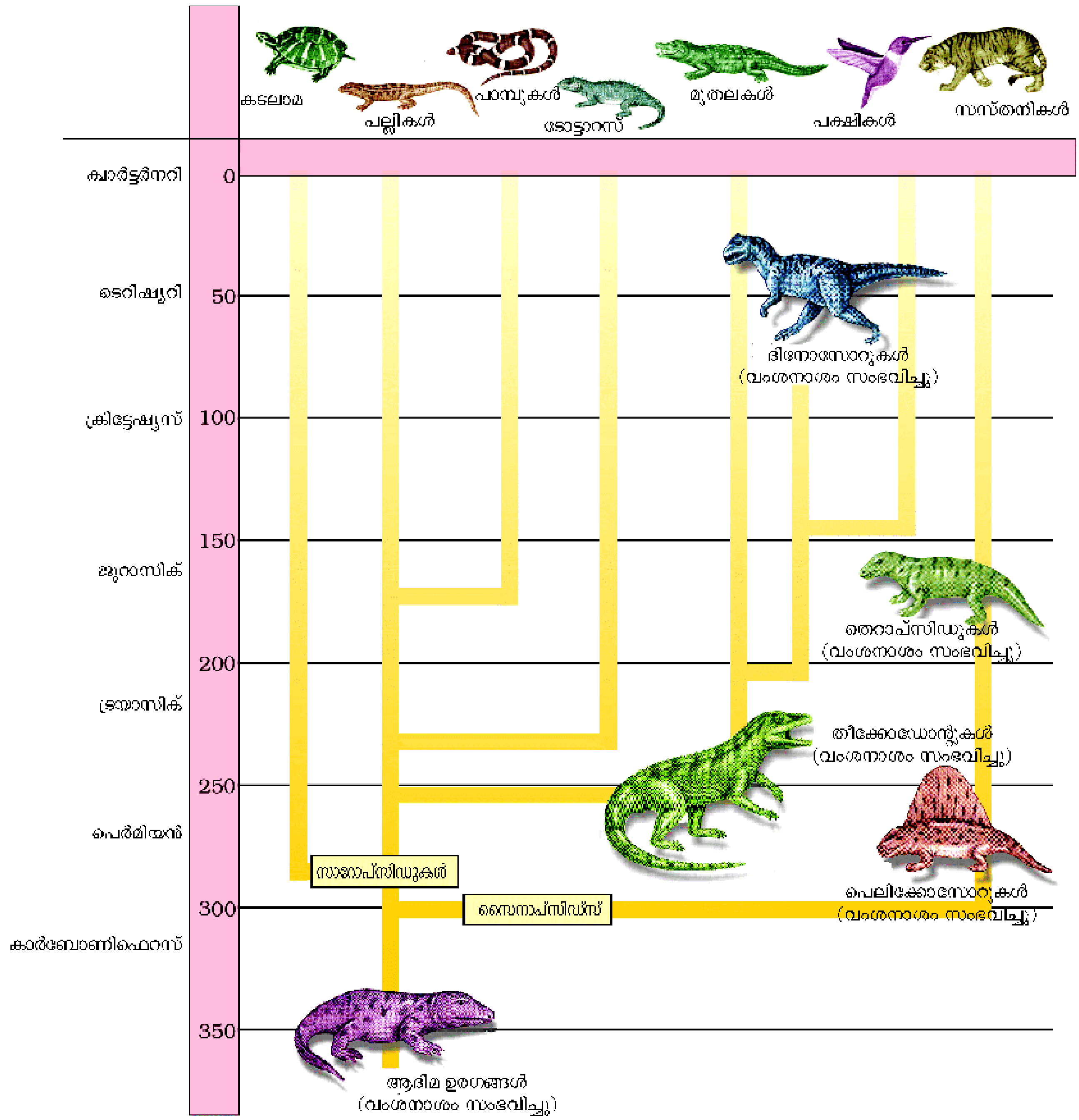
ചിത്രം 7.8. a ഇന്നത്തെ കുതിരകൾ രൂപപ്പെട്ടതെങ്ങനെയെന്ന് കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം - ഈ പ്രക്രിയയ്ക്ക് ഏകദേശം 5 കോടി വർഷം വേണ്ടി വന്നു.

ചില സസ്തനികൾ പൂർണമായും ജലത്തിൽ ജീവിക്കുന്നതിനുള്ള അനുകൂലനം നേടി. തിമിംഗലം, ഡോൾഫിൻ, സീൽ, കടൽപ്പശുക്കൾ എന്നിവ ഇവയ്ക്കുദാഹരണങ്ങളാണ്. കുതിര, ആന, നായ എന്നിവയുടെ പരിണാമം, പരിണാമത്തിന്റെ പ്രത്യേക ഏടുകളാണ്. ഉയർന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ ഇവയെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ പഠിക്കും. ഭാഷാ വൈദഗ്ധ്യവും, സ്വയം ബോധവുമുള്ള മനുഷ്യന്റെ പരിണാമമാണ് ഇവയിൽ ഏറ്റവും വിജയകരമായ പരിണാമം.

ജീവജാലങ്ങളുടെ പരിണാമം കാണിക്കുന്ന രേഖയും അവ രൂപപ്പെട്ട ഭൂവിജ്ഞാന കാലഘട്ടവും (Geological period) സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചാർട്ട് നോക്കൂ (ചിത്രം 7.9 ഉം 7.10 ഉം).



ചിത്രം 7.9. വ്യത്യസ്ത ഭൂവിജ്ഞാനകാലഘട്ടങ്ങളിലെ സസ്യങ്ങളുടെ പരിണാമം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം.



ചിത്രം 7.10. *ഭൂവിജ്ഞാനകാലഘട്ടങ്ങളിലെ കശേരുകികളുടെ പരിണാമ ചരിത്രത്തിന്റെ ചിത്രീകരണം.*

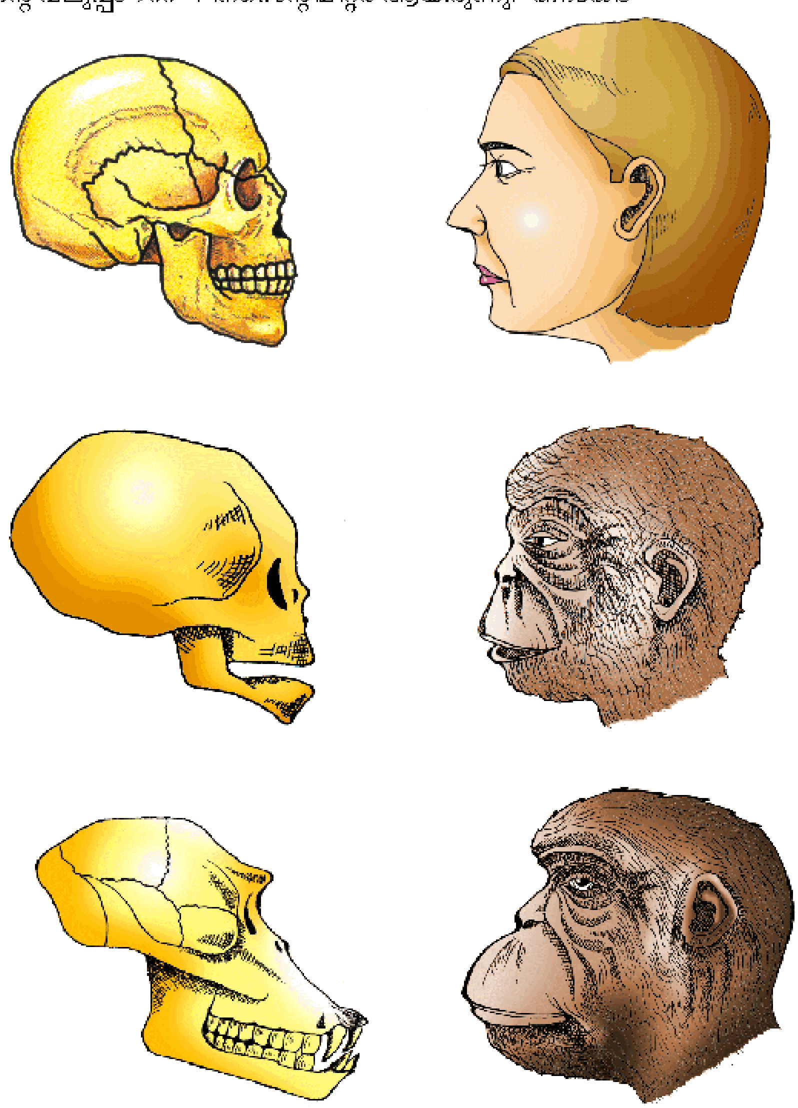
കാലം (Era)	കാലഘട്ടം (Period)	കാലം കോടി വർഷങ്ങളിൽ	പ്രബല ജീവി വർഗങ്ങൾ
സീനോസോയിക്	ക്വാർട്ടർനറി	0.18	ആധുനിക മനുഷ്യൻ
	ടെറിഷ്യറി	6.5	പ്ലാസന്റൽ സസ്തനികൾ വ്യാപകമായി. ആനകൾ, കുതിരകൾ മുതലായവ ഇന്നുള്ള രൂപത്തിലേക്ക് പരിണമിച്ചു. മനുഷ്യപൂർവികർ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു.
മെസോസോയിക്	ക്രിട്ടേഷ്യസ്	13.5	ദിനോസോറുകൾക്ക് വംശനാശം സംഭവിച്ചു.
	ജുറാസിക്	20.6	ആദ്യസസ്തനികളും പക്ഷികളും പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. ദിനോസോറുകൾ പ്രബലവർഗമായി.
	ട്രയാസിക്	24.8	ദിനോസോറുകളും മുട്ടയിടുന്ന സസ്തനികളും കൂടുതൽ.
പാലിയോസോയിക്	പെർമിയൻ	29	ട്രൈലോബൈറ്റുകൾ നശിച്ചു. ആദിമ ഉരഗങ്ങൾ കൂടുതലായി.
	കാർബോണിഫെറസ്	35.4	ഉഭയജീവികൾ ധാരാളമായി, ആദ്യ ഉരഗങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു.
	ഡീവോണിയൻ	41.7	മത്സ്യങ്ങൾ ധാരാളമായി, ആദ്യ ഉഭയജീവി പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു.
	സൈലൂറിയൻ	44.3	മത്സ്യങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു, ഷഡ്പദങ്ങൾ ധാരാളമായി.
	ഓർഡോവിഷ്യൻ	49.5	ആദ്യമത്സ്യങ്ങൾ, പവിഴപ്പുറ്റുകൾ, ട്രൈലോബൈറ്റുകൾ വ്യാപകമായി.
	കാംബ്രിയൻ	54.5	ട്രൈലോബൈറ്റുകൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു.
	പ്രീകാംബ്രിയൻ		സ്പോഞ്ചുകൾ, ജെല്ലി മത്സ്യങ്ങൾ, വിരകൾ

ചിത്രം 7.10 a. *ഭൂവിജ്ഞാനകാലഘട്ടങ്ങൾ*

7.9 മനുഷ്യന്റെ ഉത്ഭവവും പരിണാമവും

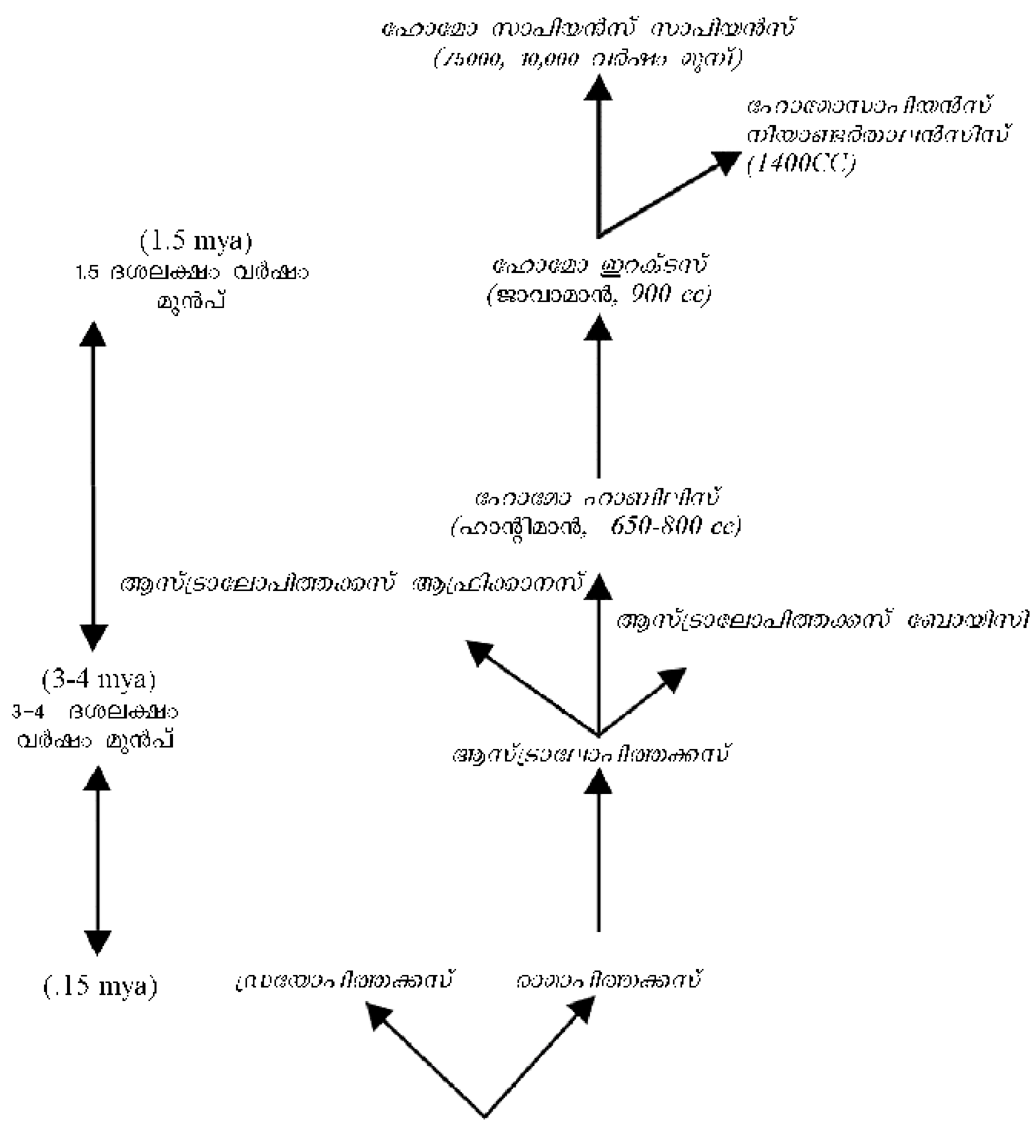
ഏതാണ്ട് 15 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപ് (15 mya) *ഡ്രയോപിത്തക്കസ് (Dryopithecus)*, *രാമാപിത്തക്കസ് (Ramapithecus)* എന്നീ പ്രൈമേറ്റുകൾ നിലനിന്നിരുന്നു. അവയുടെ ശരീരം രോമാവൃതമായിരുന്നു. കൂടാതെ അവർ ഗോറില്ലകളെയും, ചിമ്പാൻസികളെയും പോലെ നടക്കാൻ കഴിവുള്ളവരും ആയിരുന്നു. *രാമാപിത്തക്കസ്* കൂടുതലും മനുഷ്യനോടു സാദൃശ്യമുള്ളവയും, *ഡ്രയോപിത്തക്കസ്* മനുഷ്യക്കുരങ്ങുകളോട് സാദൃശ്യമുള്ളവയും ആയിരുന്നു. എത്യോപ്യ, ടാൻസാനിയ എന്നീ പ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്ന് മനുഷ്യസമാനമായ അസ്ഥികളുടെ ഫോസിലുകൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട് (ചിത്രം 7.11). മനുഷ്യസമാനമായ പ്രൈമേറ്റുകൾ 3 മുതൽ 4 വരെ ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപ് കിഴക്കൻ ആഫ്രിക്കയിൽ ഉരുത്തിരിയുകയുണ്ടായി എന്ന് ഹൊമിനിഡ് (Hominid) സവിശേഷതകളുള്ള ഈ ഫോസിലുകൾ വെളിപ്പെടുത്തുന്നു. അവർക്ക്

ഏകദേശം 4 അടിയിലേറെ ഉയരമുണ്ടായിരുന്നില്ല. പക്ഷേ അവർ നിവർന്നു നടന്നിരുന്നു. 2 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് *ആസ്ട്രലോപിത്തിസൈനുകൾ (Australopithecines)* കിഴക്കൻ ആഫ്രിക്കൻ പുൽമേട്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്നു. അവർ ശിലായുധങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് വേട്ടയാടുകയും പഴങ്ങൾ ഭക്ഷിക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു. കണ്ടെത്തിയ അസറികളിൽ ചിലത് മുൻപ് കണ്ടെത്തിയവയിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായിരുന്നു. ഈ ആദിമ മനുഷ്യൻ *ഹോമോ ഹാബിലിസ് (Homo habilis)* എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെട്ടു. ഇവയുടെ തലച്ചോറിന്റെ വ്യാപ്തി 650 - 800 ഘനസെന്റിമീറ്റർ വരെയാണ്. ഇവ മാംസം കഴിച്ചിരുന്നതായി കരുതുന്നില്ല. 1891- ൽ ജാവയിൽ കണ്ടെത്തിയ ഫോസിലുകൾ അടുത്തഘട്ടത്തിലുള്ള *ഹോമോ ഇറക്ടസ് (Homo erectus)* എന്ന ആദിമ മനുഷ്യന്റേതായിരുന്നു. ഇവ ഏകദേശം 1.5 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കുമുൻപ് ജീവിച്ചിരുന്നു. ഇവയുടെ തലച്ചോറിന്റെ വലുപ്പം 900 ഘനസെന്റിമീറ്റർ ആയിരുന്നു. *ഹോമോ*



ചിത്രം. 7.11. *മുതിർന്ന ആധുനിക മനുഷ്യന്റെയും ശിശു ചിമ്പാൻസിയുടെയും മുതിർന്ന ചിമ്പാൻസിയുടെയും തലയോട്ടിയുടെ താരതമ്യം. ശിശു ചിമ്പാൻസിയുടെ തലയോട്ടി മുതിർന്ന മനുഷ്യന്റെ തലയോട്ടിയുമായി കൂടുതൽ സാദൃശ്യം കാണിക്കുന്നു.*

ഇറക്ടസ് മാംസം കഴിച്ചിരുന്നവരായി കരുതപ്പെടുന്നു. 1,00,000 മുതൽ 40,000 വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് ഏഷ്യയുടെ കിഴക്കും മധ്യഭാഗങ്ങളിലും 1400 ഘന സെന്റീമീറ്റർ തലച്ചോറിന്റെ വലുപ്പമുള്ള *നിയാണ്ടർതാൽ* മനുഷ്യൻ *(Neanderthal man)* ജീവിച്ചിരുന്നതായി കാണുന്നു. അവർ ശരീരത്തെ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനായി മൃഗത്തോൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. മാത്രമല്ല അവർ മരിച്ചവരെ സംസ്കരിക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു. ആഫ്രിക്കയിലാണ് *ഹോമോ സാപിയൻസ് (Homo sapiens)* ഉണ്ടായത്. അവിടെ നിന്ന് അവ എല്ലാ ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിലേക്കും വ്യാപിച്ചു. 75,000 മുതൽ 10,000 വർഷങ്ങൾ മുമ്പുള്ള ഹിമയുഗത്തിലാണ് ആധുനിക *ഹോമോ സാപിയൻസ് (Homo sapiens)* ഉടലെടുത്തത്. 18,000 വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് ചരിത്രാതീതകാല ഗുഹാ ചിത്രകല ഉടലെടുത്തു. 10,000 വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപ് കൃഷി ആരംഭിച്ചു. അതിനുശേഷം മനുഷ്യ നാഗരികത ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്തു. നാഗരികതയുടെ ഉയർച്ചയും താഴ്ചയും തളർച്ചയും മനുഷ്യചരിത്രത്തിന്റെ വികാസ പരിണാമങ്ങളുടെ സവിശേഷതയാണ്.



ചിത്രം 7.11 a. *മനുഷ്യപൂർവികരുടെ ബന്ധം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം*

സംഗ്രഹം

ഭൂമിയിലെ ജീവന്റെ ഉത്ഭവത്തെക്കുറിച്ച് അറിയണമെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ, പ്രത്യേകിച്ച്, ഭൂമിയുടെ ഉത്ഭവം മനസ്സിലാക്കിയാലേ പറ്റുകയുള്ളു. ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരിൽ ഒരു വലിയ വിഭാഗം രാസപരിണാമത്തിൽ വിശ്വസിക്കുന്നു, അതായത് ജീവന്റെ ആദ്യ കോശ രൂപങ്ങൾ ഉണ്ടായത് അതിനു മുമ്പ് രൂപപ്പെട്ട ജൈവതൻമാത്രകളിൽ നിന്നാണ്. പ്രകൃതിനിർധാരണത്തിലൂടെ ഓർഗാനിക് പരിണാമത്തിലെ ഡാർവീനിയൻ ആശയങ്ങൾ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള സംഭവ ബഹുലമായ ഒരു കഥയാണ് ജീവന്റെ ആദ്യരൂപത്തിലേക്കുള്ള പരിണാമം. ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങളായി ഭൂമിയിൽ ജൈവവൈവിധ്യങ്ങൾ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഒരു ജീവസമൂഹത്തിലെ വ്യത്യസ്ത വ്യതിയാനങ്ങൾ പലതരത്തിലുള്ള അതിജീവനങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നവയാണ്. ആവാസങ്ങളുടെ വെട്ടിമുറിക്കലും ജനിതക സ്ഥാനഭ്രംശം പോലെയുള്ള മറ്റ് പ്രതിഭാസങ്ങളും പുതിയ ജീവിവർഗത്തിന്റെ രൂപവൽക്കരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ശാഖിത പരിണാമം (Branching descent) എന്ന ആശയം ഹോമലോഗി (Homology) യുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. താരതമ്യ ആകാരവിജ്ഞാനം, ഫോസിലുകൾ, താരതമ്യ ജൈവരസതന്ത്രം എന്നിവ പരിണാമത്തിന് തെളിവ് നൽകുന്നു. ഓരോ ജീവിവർഗത്തിന്റെയും പരിണാമ കഥകളിൽ വച്ച് ആധുനിക മനുഷ്യന്റെ പരിണാമകഥ വളരെ രസകരമാണ്. മനുഷ്യന്റെ തലച്ചോറിന്റെയും ഭാഷയുടെയും സമാന്തരപരിണാമം ഇതിൽ കാണാനാകും.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ഡാർവിന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ ബാക്ടീരിയയിൽ കാണപ്പെടുന്ന ആന്റിബയോട്ടിക് പ്രതിരോധം വിശദീകരിക്കുക?
2. പരിണാമവാദത്തെക്കുറിച്ച് എന്തെങ്കിലും പുതിയ ഫോസിൽ കണ്ടെത്തലോ, അല്ലങ്കിൽ വിവാദങ്ങളോ പത്രങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രശസ്തമായ ശാസ്ത്രലേഖനങ്ങളിൽ നിന്നും കണ്ടെത്തുക.
3. സ്പീഷീസ് (Species) എന്ന വാക്കിന്റെ വ്യക്തമായ നിർവചനം കൊടുക്കുക?
4. മനുഷ്യ പരിണാമത്തിന്റെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കാൻ ശ്രമിക്കുക (സൂചന. തലച്ചോറിന്റെ വലുപ്പം, എല്ലിന്റെ ഘടന, ഭക്ഷണക്രമം).
5. മനുഷ്യനൊഴികെയുള്ള മൃഗങ്ങൾ സ്വയം ബോധം ഉള്ളതാണോയെന്ന് ഇന്റർനെറ്റിലൂടെയും പ്രസിദ്ധമായ ശാസ്ത്ര ലേഖനങ്ങളിലൂടെയും കണ്ടെത്തുക.
6. പത്ത് ആധുനിക മൃഗങ്ങളെ പട്ടികപ്പെടുത്തുക. ഇന്റർനെറ്റ് വിഭവങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് അവയെ അവയുടെ ഫോസിലുകളുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തുക, രണ്ടിനും പേരു നൽകുക.
7. വിവിധ ജന്തുക്കളുടെയും സസ്യങ്ങളുടേയും ചിത്രം വരയ്ക്കുവാൻ പരിശീലിക്കുക.
8. അനുകൂലന വികിരണത്തിന്റെ ഒരു ഉദാഹരണം വിവരിക്കുക.
9. മനുഷ്യ പരിണാമത്തെ അനുകൂലന വികിരണം എന്ന് നമുക്ക് വിളിക്കാനാകുമോ?
10. നിങ്ങളുടെ സ്കൂൾ ലൈബ്രറിയുടെയോ അല്ലങ്കിൽ ഇന്റർനെറ്റിന്റെയോ സഹായത്താലോ നിങ്ങളുടെ ടീച്ചറുമായുള്ള ചർച്ചകളിലൂടെയോ ഏതെങ്കിലും മൃഗത്തിന്റെ പരിണാമഘട്ടങ്ങൾ കണ്ടെത്തുക.

യൂണിറ്റ് VIII
ജീവശാസ്ത്രം മനുഷ്യനന്മയ്ക്ക്
(BIOLOGY IN HUMAN WELFARE)

അധ്യായം 8

മനുഷ്യരുടെ ആരോഗ്യവും രോഗങ്ങളും

അധ്യായം 9

ഭക്ഷ്യോൽപാദനം വർദ്ധിപ്പിക്കാനുള്ള ഉപായങ്ങൾ

അധ്യായം 10

സൂക്ഷ്മജീവികൾ മനുഷ്യക്ഷേമത്തിന്

പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിലെ നൂതനമായ ശാസ്ത്രശാഖയാണ് ജീവശാസ്ത്രം. ജീവശാസ്ത്രത്തേക്കാൾ വേഗത്തിൽ ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിലും രസതന്ത്രത്തിലും പുരോഗതി ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ പ്രായോഗികതലത്തിൽ ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിനും രസതന്ത്രത്തിനും ജീവശാസ്ത്രത്തേക്കാൾ പ്രത്യക്ഷത്തിൽ കൂടുതൽ സ്വാധീനം ചെലുത്താൻ കഴിയുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ആരോഗ്യം, കാർഷിക മേഖല, തുടങ്ങിയ മനുഷ്യക്ഷേമ പരിപാടികളിൽ ഇരുപത്, ഇരുപത്തിയൊന്നാം നൂറ്റാണ്ടുകളിൽ ജീവശാസ്ത്രവിജ്ഞാനത്തെ പ്രായോഗികമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തം, സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന കൃത്രിമ മരുന്നുകൾ, അനസ്തേഷ്യ മരുന്നുകൾ എന്നിവ ഒരുവശത്ത് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിനും മറുവശത്ത് മനുഷ്യാരോഗ്യത്തിനും മുതൽക്കൂട്ടായിട്ടുണ്ട്.

കാലം പിന്നിടുമ്പോൾ മനുഷ്യരുടെ പ്രതീക്ഷിത ആയുർദൈർഘ്യം (Life expectancy) പ്രതീക്ഷയ്ക്കുമപ്പുറം വർധിപ്പിക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. കാർഷിക സമ്പ്രദായങ്ങൾ, ഭക്ഷ്യസംസ്കരണം, രോഗനിർണയം തുടങ്ങിയവ മനുഷ്യകുലത്തിൽ സാമൂഹിക-സാംസ്കാരിക മാറ്റങ്ങൾക്ക് വഴിയൊരുക്കി. തുടർന്നുള്ള മൂന്ന് അധ്യായങ്ങളിൽ ഇവയെപ്പറ്റി വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

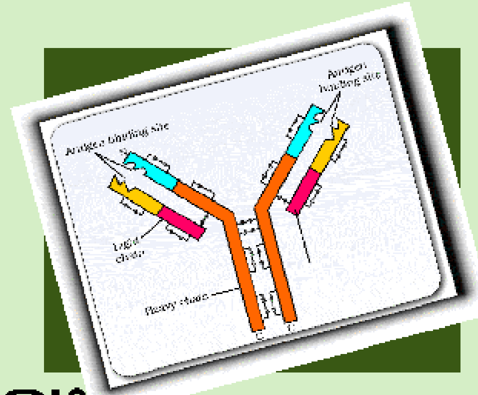
എം. എസ്.സ്വാമിനാഥൻ
(1925)

1925 ആഗസ്റ്റിൽ തമിഴ്നാട്ടിലെ കുംഭകോണം എന്ന സ്ഥലത്ത് മങ്കൊമ്പു സാംബശിവൻ സ്വാമിനാഥൻ ജനിച്ചു. അദ്ദേഹം മദ്രാസ് സർവകലാശാലയിൽ നിന്ന് സസ്യശാസ്ത്രത്തിൽ ബിരുദവും ബിരുദാനന്തരബിരുദവും നേടി. അദ്ദേഹം ഇന്ത്യയിലും വിദേശത്തുമുള്ള ധാരാളം സ്ഥാപനങ്ങളിൽ വിവിധ മേഖലകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുകയും ജനിതക ശാസ്ത്രത്തിലും സസ്യപരിപാലനത്തിലും തന്റെ വൈദഗ്ധ്യം വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുകയും ചെയ്തു.

കുറഞ്ഞകാലയളവുകൊണ്ട് കൂടുതൽ ഉൽപാദനം നൽകാൻ ശേഷിയുള്ള വിവിധയിനം അരി, ബസുമതി അരി ഉൾപ്പെടെ, വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്നതിന് ഇന്ത്യൻ കാർഷിക ഗവേഷണ കേന്ദ്രത്തിൽ *(IARI)* സ്ഥാപിച്ച കോശജനിതകശാസ്ത്രവിഭാഗവും *(Cytogenetics)* വികിരണ ഗവേഷണ വിഭാഗവും *(Radiation Research)* സ്വാമിനാഥനെയും അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹപ്രവർത്തകരെയും പ്രാപ്തരാക്കി. ജനിതക മാറ്റം വഴി അത്യുൽപാദന ശേഷിയും ഗുണനിലവാരവും ഉള്ള വിളകളുടെ വികസനം, വിളകളുടെ ശമനക്രമം, വിത്തുവിള വിപണനകേന്ദ്രങ്ങൾ, എന്നിവ കാർഷിക മേഖലയിൽ അദ്ദേഹം നൽകിയ സംഭാവനകളാണ്.

നോർമാൻ ബോർലോഗുമായി സഹകരിച്ചുകൊണ്ട് 'ഹരിതവിപ്ലവത്തി'ലൂടെ മെക്സിക്കൻ ഗോതമ്പ് ഇനങ്ങളെ സ്വാമിനാഥൻ ഇന്ത്യക്ക് പരിചയപ്പെടുത്തി. ഇത് പരക്കെ അംഗീകരിക്കപ്പെടുകയും പ്രശംസ നേടുകയും ചെയ്തു. 'പരീക്ഷണശാലയിൽ നിന്ന് പാടത്തേക്ക്', ഭക്ഷ്യസുരക്ഷ, മറ്റ് ധാരാളം പരിസ്ഥിതി പദ്ധതികൾ എന്നിവയുടെ നടത്തിപ്പുകാരനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. പത്മഭൂഷൺ, മറ്റ് നിരവധി പുരസ്കാരങ്ങൾ, മെഡലുകൾ, മികവിന്റെ സ്ഥാപനങ്ങൾ നൽകിയ ഫെല്ലോഷിപ്പുകൾ എന്നിങ്ങനെ ധാരാളം ബഹുമതികൾ നൽകി രാഷ്ട്രം അദ്ദേഹത്തെ ആദരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

അധ്യായം 8



മനുഷ്യരുടെ ആരോഗ്യവും രോഗങ്ങളും
(HUMAN HEALTH AND DISEASE)

8.1 മനുഷ്യരിൽ സാധാരണ കാണുന്ന രോഗങ്ങൾ

8.2 രോഗപ്രതിരോധം

8.3 എയിഡ്സ്

8.4 അർബുദം (ക്യാൻസർ)

8.5 മയക്കുമരുന്ന്, മദ്യം എന്നിവയുടെ ദുരുപയോഗം

ആരോഗ്യമെന്നത് ശരീരത്തിന്റെയും മനസ്സിന്റെയും സുസ്ഥിതിയായി പ്രാചീനകാലം മുതൽക്കേ പരിഗണിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ഇത് ശരീരത്തിലെ ദ്രവങ്ങളുടെ സന്തുലനാവസ്ഥയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതായി ഗ്രീക്കു ചിന്തകനായ ഹിപ്പോക്രേറ്റസും അതുപോലെ തന്നെ ഭാരതീയ ആയുർവേദ വൈദ്യശാസ്ത്രവും വിഭാവന ചെയ്തിരിക്കുന്നു. 'കറുത്ത പിത്തരസം' ഉള്ളവർ പൊതുവേ മുൻകോപക്കാരും പനി പ്രകൃതമുള്ളവരുമാണ് എന്നത് ദാർശനിക ചിന്താഗതിയിലൂടെ ഉരുത്തിരിഞ്ഞുവന്ന ഒരു ആശയമാണ്. നമ്മുടെ രക്തപര്യയനവ്യവസ്ഥ കണ്ടെത്തിയ വില്യംഹാർവി കറുത്ത പിത്തരസം ഉള്ള ആളുകളിൽ തെർമോമീറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ അവരിലും സാധാരണ ശരീരോഷ്മാവ് തന്നെയാണെന്ന് കണ്ടെത്തുകയും ആരോഗ്യപരിപാലനത്തിൽ 'ശുദ്ധരസങ്ങളുടെ പങ്ക്' എന്ന സങ്കൽപ്പനം തെറ്റാണെന്ന് തെളിയിക്കുകയും ചെയ്തു. നാഡീവ്യവസ്ഥ, അന്തഃസ്രാവീവ്യവസ്ഥ ഇവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ മനസ്സ് രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനത്തെ സ്വാധീനിക്കുകയും, രോഗപ്രതിരോധവ്യവസ്ഥ ആരോഗ്യത്തെ നിലനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു എന്ന് വർഷങ്ങൾക്കുശേഷം ജീവശാസ്ത്രം പരാമർശിച്ചു. അതിനാൽ മനസ്സും മാനസികാവസ്ഥയും നമ്മുടെ ശാരീരിക ആരോഗ്യത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നു.

ആരോഗ്യത്തെ ബാധിക്കുന്ന പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ്

(i) ജനിതക വൈകല്യങ്ങൾ : ജനന വൈകല്യങ്ങളും ജനിതക വൈകല്യങ്ങളും

(ii) രോഗാണുബാധ

(iii) ജീവിതശൈലികൾ (ആഹാരം, വ്യായാമം, വിശ്രമം, ശീലങ്ങൾ മുതലായവ)

'ആരോഗ്യം' എന്നത് വളരെ സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു പദമാണ്. ആരോഗ്യം അർത്ഥമാക്കുന്നത് കേവലം 'രോഗമില്ലാത്ത അവസ്ഥ' എന്നല്ല, മറിച്ച് ശാരീരികവും മാനസികവും സാമൂഹികവുമായ പൂർണസുസ്ഥിതിയാണ്. ആരോഗ്യമുള്ള ജനത ജോലിയിൽ കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമത പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് ഉൽപ്പാദനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുകയും തൽഫലമായി സാമ്പത്തിക പുരോഗതിയുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ആരോഗ്യം ജനതയുടെ ആയുർദൈർഘ്യം വർധിപ്പിക്കുകയും മാതൃ-ശിശു മരണനിരക്ക് കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ശരിയായ ആരോഗ്യപരിപാലനത്തിന് സമീകൃതാഹാരം, വ്യക്തിശുചിത്വം, കൃത്യമായ വ്യായാമം എന്നീ ഘടകങ്ങൾ അനിവാര്യമാണ്. ശാരീരികവും മാനസികവുമായ ആരോഗ്യം നേടിയെടുക്കാനായി യോഗപോലെയുള്ള വ്യായാമമുറകൾ പ്രാചീനകാലം മുതൽക്കേ അഭ്യസിച്ചു വന്നിരുന്നു. വിവിധതരം രോഗങ്ങൾ, ഇവ ശരീരധർമ്മങ്ങളെ ബാധിക്കുന്നവിധം, പകർച്ചവ്യാധികൾക്കെതിരെയുള്ള പ്രതിരോധം, ശരിയായ മാലിന്യനിർമാർജനം, രോഗകാരികളുടെ നിയന്ത്രണം, ആഹാര പദാർഥങ്ങളുടെയും ജലസ്രോതസ്സുകളുടെയും ശുചിത്വം എന്നിവയെക്കുറിച്ചുള്ള ബോധവൽക്കരണം ആരോഗ്യപരിപാലനത്തിന് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

നമുക്ക് രോഗാവസ്ഥ സംജാതമാകുമ്പോൾ ശരീരത്തിലെ ഒന്നോ അതിലധികമോ അവയവങ്ങളുടെയോ അവയവ വ്യവസ്ഥകളുടെയോ പ്രവർത്തനങ്ങൾ തടസ്സപ്പെടുന്നതിന്റെ ഫലമായി പലതരത്തിലുള്ള സൂചനകളും ലക്ഷണങ്ങളും ശരീരം പ്രകടമാക്കുന്നു. രോഗങ്ങളെ പ്രധാനമായും **പകരുന്ന രോഗങ്ങൾ** എന്നും **പകരാത്ത രോഗങ്ങൾ** എന്നും രണ്ടായി തരംതിരിക്കാം. ഒരാളിൽ നിന്നും മറ്റൊരാളിലേക്ക് പകരുന്ന രോഗങ്ങളെ പകർച്ചവ്യാധികൾ എന്നു പറയുന്നു. പകർച്ചവ്യാധികൾ സർവസാധാരണവും നമ്മളിൽ ഓരോരുത്തർക്കും പലപ്പോഴായി പിടിപെട്ടിട്ടുള്ളതുമാണ്. എയിഡ്സ് പോലുള്ള ചില പകരുന്ന രോഗങ്ങൾ മാരകമാണ്. പകരാത്ത രോഗങ്ങളിൽ, മരണകാരണമായ ഒരു രോഗമാണ് ക്യാൻസർ. മയക്കുമരുന്നിന്റെയും മദ്യത്തിന്റെയും ദുരുപയോഗവും നമ്മുടെ ആരോഗ്യത്തെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കാറുണ്ട്.

8.1 മനുഷ്യരിൽ സാധാരണ കാണുന്ന രോഗങ്ങൾ

ബാക്ടീരിയ, വൈറസുകൾ, ഫംഗസുകൾ, പ്രോട്ടോസോവകൾ, വിരകൾ (Helminths) മുതലായ വിഭാഗത്തിൽപ്പെട്ട പലതരം ജീവികൾ മനുഷ്യരിൽ രോഗങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇവയെ **രോഗകാരികൾ** (Pathogens) എന്നു പറയുന്നു. ആതിഥേയ ജീവികളുടെ ശരീരത്തിനകത്തോ പുറത്തോ ജീവിച്ചുകൊണ്ട് അവർക്ക് ഉപദ്രവം ഉണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ എല്ലാ പരാദങ്ങളും രോഗകാരികളാണ്. വിവിധ മാർഗങ്ങളിലൂടെ രോഗകാരികൾ നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിക്കുകയും എണ്ണത്തിൽ പെരുകുകയും സാധാരണ ജീവൽ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഇടപെടുകയും അവയെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആതിഥേയ പരിസ്ഥിതിക്കനുസരിച്ച് രോഗകാരികളുടെ ജീവിതരീതിയിൽ അനുകൂലനങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് അന്നപഥത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന രോഗകാരികൾക്ക് ആമാശയരസത്തിലെ താഴ്ന്ന pH നെ അതിജീവിക്കാനും വിവിധ രാസാഗ്നികളെ ചെറുക്കാനും കഴിയുന്നു. വിവിധ വിഭാഗങ്ങളിൽപ്പെട്ട രോഗകാരികളായ ചില ജീവികളെക്കുറിച്ചും അവ ഉണ്ടാക്കുന്ന രോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചും ഇവിടെ

പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ രോഗങ്ങൾക്കെതിരായ പൊതുവായ പ്രതിരോധ നിയന്ത്രണ മാർഗങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഒരു സംക്ഷിപ്ത വിവരണം താഴെ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

മനുഷ്യരിൽ **സന്നിപാതജ്വര** (Typhoid) ത്തിന് കാരണമാകുന്ന രോഗകാരിയായ ബാക്ടീരിയം ആണ് *സാൽമൊണെല്ല ടൈഫി (Salmonella typhi)*. ഈ ബാക്ടീരിയകളാൽ മലിനമാക്കപ്പെട്ട ആഹാരത്തിലൂടെയും ജലത്തിലൂടെയും ഇവ ചെറുകുടലിലേക്കും അവിടെനിന്ന് രക്തത്തിലൂടെ മറ്റ് അവയവങ്ങളിലേക്കും പ്രവേശിക്കുന്നു. നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന കടുത്ത പനി (39°C - 40°C), ക്ഷീണം, തലവേദന, വയറുവേദന, വിശപ്പില്ലായ്മ, മലബന്ധം മുതലായവ ഈ രോഗത്തിന്റെ പ്രധാന ലക്ഷണങ്ങളാണ്. രോഗത്തിന്റെ കാഠിന്യമേറിയ ഘട്ടങ്ങളിൽ ഇവ കുടലിൽ ദ്വാരങ്ങളുണ്ടാക്കുകയും രോഗിക്ക് മരണം സംഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. **വൈഡാൽ** (Widal test) പരിശോധനയിലൂടെ സന്നിപാതജ്വരം സ്ഥിരീകരിക്കാം. ടൈഫോയിഡ് മേരി (Typhoid mary) എന്ന വിളിപ്പേരിലറിയപ്പെട്ടിരുന്ന മേരി മാല്ലൻ എന്ന പാചകക്കാരിയുടെ ജീവിതം വൈദ്യശാസ്ത്ര മേഖലയിൽ പരാമർശിക്കപ്പെടേണ്ട ഒരു വിഷയമാണ്. സന്നിപാതജ്വരത്തിന്റെ വാഹകയായിരുന്ന അവർ പാചകം ചെയ്ത ഭക്ഷണത്തിലൂടെ വർഷങ്ങളോളം നിരവധിപേർക്ക് സന്നിപാതജ്വരം പകരുകയുണ്ടായി.

മനുഷ്യനിൽ **ന്യുമോണിയ** രോഗത്തിന് കാരണമായ ബാക്ടീരിയകളാണ് *സ്ട്രെപ്റ്റോകോക്കസ് ന്യൂമോണിയയും (Streptococcus pneumoniae) ഹീമോഫിലസ് ഇൻഫ്ളുവൻസയും (Haemophilus influenzae)*. ഇത് ശ്വാസകോശത്തിലെ വായു അറകളെ (Alveoli) ബാധിക്കുന്നു. അണുബാധയുടെ ഫലമായി, വായു അറകൾ ദ്രവത്താൽ നിറയുകയും കഠിനമായ ശ്വസന പ്രശ്നങ്ങളിലേക്ക് നയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പനി, വിറയൽ, ചുമ, തലവേദന ഇവയാണ് ന്യുമോണിയയുടെ രോഗലക്ഷണങ്ങൾ. രോഗം കഠിനമാകുമ്പോൾ ചുണ്ടുകളും കൈവിരലിലെ നഖങ്ങളും ചാരനിറത്തിൽ നിന്ന് നീലനിറത്തിലേക്ക് മാറുന്നു. രോഗിയായ വ്യക്തിയിൽ നിന്ന് സ്വതന്ത്രമാകുന്ന സ്രവങ്ങളോ/കണികകളോ ശ്വസിക്കുന്നതുമൂലമോ അല്ലെങ്കിൽ രോഗി ഉപയോഗിച്ച ഗ്ലാസുകളോ പാത്രങ്ങളോ പങ്കുവയ്ക്കുന്നതു മൂലമോ ആരോഗ്യവാനായ വ്യക്തിയെ ഈ രോഗം ബാധിക്കുന്നു. മനുഷ്യനെ ബാധിക്കുന്ന മറ്റുള്ള ബാക്ടീരിയാരോഗങ്ങളാണ് അതിസാരം, പ്ലേഗ്, ഡിഫ്തീരിയ തുടങ്ങിയവ.

ബാക്ടീരിയ രോഗങ്ങൾ	
രോഗം	**രോഗകാരി**
ക്ഷയം	*മൈക്കോബാക്ടീരിയം ട്യൂബർക്കുലോസിസ് Mycobacterium tuberculosis)*
കുഷ്ഠം (ഹാൻസെൻസ് രോഗം)	*മൈക്കോബാക്ടീരിയം ലെപ്രെ (M. leprae)*
ഡിഫ്ത്തീരിയ	*കോറിൻബാക്ടീരിയം ഡിഫ്ത്തീരിയേ (Corynebacterium diphtheriae)*
കോളറ	*വിബ്രിയോ കോളറേ (Vibrio cholerae)*
ടെറ്റനസ് (ലോക്ക് ജാ രോഗം)	*ക്ലോസ്ട്രിഡിയം ടെറ്റനൈ (Clostridium tetani)*
സിഫിലിസ്	*ട്രിപ്പോണിമ പല്ലിഡം (Treponema pallidum)*
ഗോണറിയ	*നൈസ്സീരിയ ഗോണറിയേ (Neisseria gonorrhoeae)*
ക്ലാമിഡിയാസിസ്	*ക്ലാമിഡിയ ട്രാക്കോമാറ്റിസ് (Chlamydia trachomatis)*

പട്ടിക 8.1

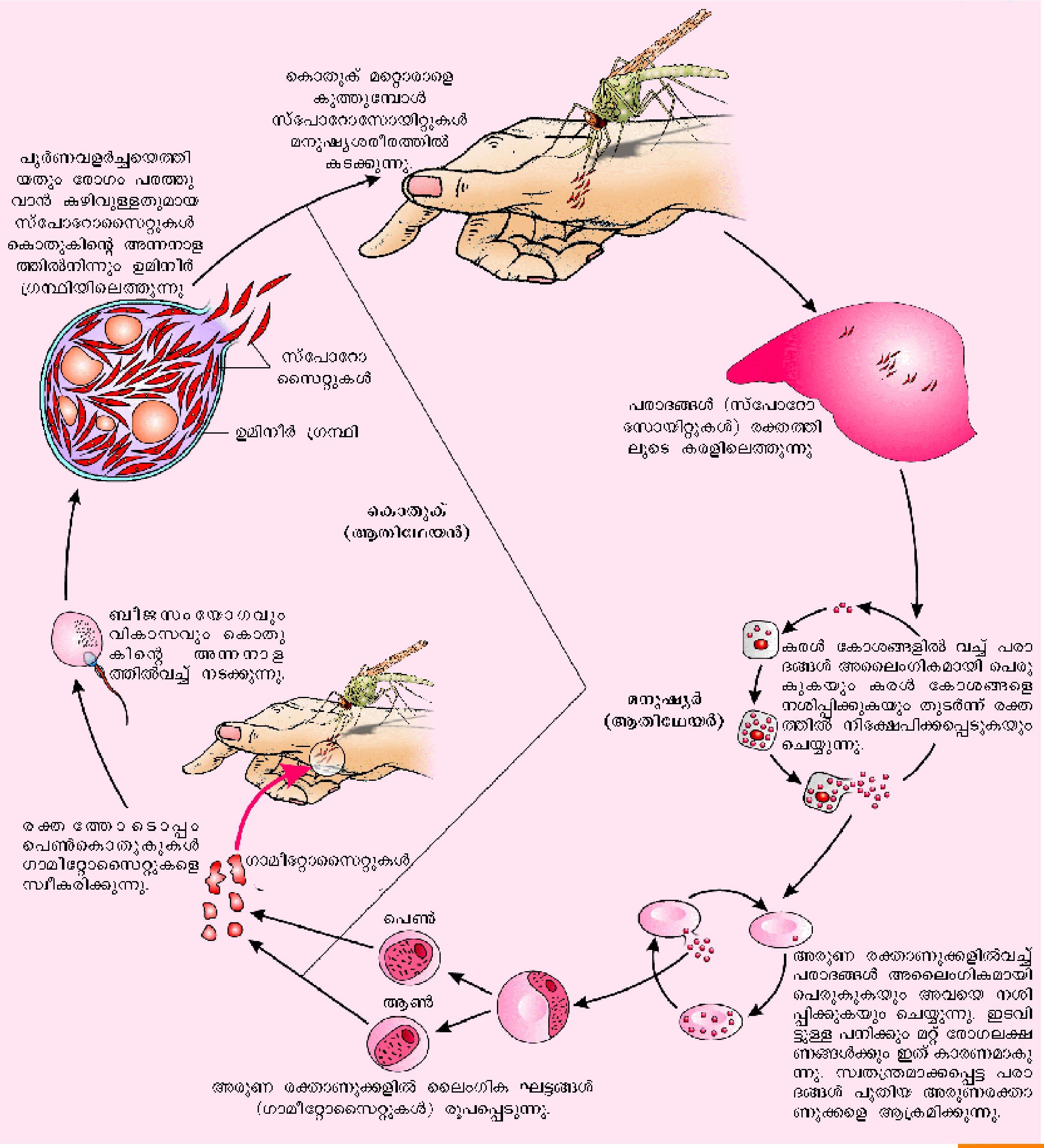
അനേകം വൈറസുകളും മനുഷ്യനിൽ രോഗങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. മനുഷ്യരിലെ പകരുന്ന രോഗങ്ങളിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഒന്നായ സാധാരണ **ജലദോഷം (Common cold)** പരത്തുന്ന വൈറസുകളാണ് റൈനോവൈറസുകൾ. ശ്വാസകോശങ്ങളെ ബാധിക്കാതെ

വൈറസ് രോഗങ്ങൾ	
രോഗം	**രോഗകാരി**
റുബെല്ല (Rubella)	റുബെല്ലാ വൈറസ് (Rubella virus)
വസൂരി (Small pox)	വേരിയോളാ വൈറസ് *(വേരിയോള മേജർ/ വേരിയോള മൈനർ) (Variola major/V. Minor)*
പോളിയോമൈലെറ്റിസ് (Poliomyelitis)	പോളിയോ വൈറസ് (Polio virus)
ചിക്കൻപോക്സ് (Chicken pox)	വേരിസെല്ലാ സോസ്റ്റെർ (Varicella zoster)
പേവിഷബാധ (Rabies)	റാബീസ് വൈറസ് (Rabies virus)
ജെനിറ്റൽ ഹെർപിസ് (Genital herpes)	ഹെർപിസ് സിംപ്ലെക്സ് വൈറസ്-2 (Herpes simplex virus - 2)
പകർച്ചപ്പനി (Influenza/flu)	ഇൻഫ്ളുവെൻസാ വൈറസ് (Influenza virus)
അഞ്ചാം പനി (Measles)	മീസിൽസ് വൈറസ്/റുബിഓളാ വൈറസ് (Measles virus/Rubeola virus)
മുണ്ടിനീര് (Mumps)	മംമ്സ് വൈറസ് (Mumps virus)

പട്ടിക 8.2

നാസികയെയും ശ്വാസനാളത്തെയും രോഗാണുക്കൾ ബാധിക്കുന്നു. 3-7 ദിവസം വരെ നീണ്ടു നിൽക്കുന്ന മൂക്കടപ്പ്, മൂക്കൊലിപ്പ്, തൊണ്ടവേദന, തൊണ്ടയിൽ കരകരപ്പ്, ചുമ, തലവേദന, ക്ഷീണം മുതലായവയാണ് സാധാരണ ജലദോഷത്തിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ. രോഗിയായ ഒരു വ്യക്തിയുടെ ചുമ അല്ലെങ്കിൽ തുമ്മലിൽ നിന്ന് പുറത്തു വരുന്ന കണികകൾ നേരിട്ട് ശ്വസിക്കുന്നതു മൂലമോ അല്ലെങ്കിൽ രോഗാണുക്കളാൽ മലിനമാക്കപ്പെട്ട വസ്തുക്കളായ പേനകൾ, ബുക്കുകൾ, കപ്പുകൾ, വാതിൽപ്പിടികൾ, കംപ്യൂട്ടറിന്റെ കീബോർഡ്, മൗസ് മുതലായവയിൽ നിന്നോ ആരോഗ്യവാനായ ഒരു വ്യക്തിയിലേക്ക് രോഗം പകരുന്നു.

മനുഷ്യരിലെ ചില രോഗങ്ങൾ ഏകകോശജീവികളിലൂടെ (Protozoa) പകരുന്നവയാണ്. അനേകം വർഷങ്ങളായി മനുഷ്യർ പോരാടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന **മലമ്പനിയെ (Malaria)** ക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ കേട്ടിരിക്കും. *പ്ലാസ്മോഡിയം* എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഏകകോശജീവിയാണ് ഈ രോഗത്തിന് കാരണം. *പ്ലാസ്മോഡിയത്തിന്റെ* വിവിധ സ്പീഷീസുകൾ *(പ്ലാസ്മോഡിയം വൈവാക്സ്, പ്ലാസ്മോഡിയം മലേറിയ, പ്ലാസ്മോഡിയം ഫാൽസിപാരം)* വിവിധ തരം മലമ്പനിക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇതിൽ മാരകമായ മലമ്പനിക്ക് (Malignant Malaria) കാരണമാകുന്നത് *പ്ലാസ്മോഡിയം ഫാൽസിപാരം (Plasmodium falciparum)* ആണ്.



ചിത്രം **8.1** *പ്ലാസ്മോഡിയ*ത്തിന്റെ ജീവിതചക്രത്തിലെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങൾ

പ്ലാസ്മോഡിയത്തിന്റെ ജീവിതചക്രം താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു (ചിത്രം: 8.1). രോഗാണുവാഹകരായ *അനോഫിലസ് (Anopheles)* പെൺകൊതുകുകൾ കുത്തുമ്പോൾ *പ്ലാസ്മോഡിയ*ത്തിന്റെ രോഗം പകർത്തുന്ന രൂപമായ സ്പോറോസോയിറ്റുകൾ മനുഷ്യശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. ഈ പരാദങ്ങൾ ആദ്യം കരൾ കോശങ്ങളിൽ

വച്ച് പെരുകുന്നു. പിന്നീട് അരുണരക്താണുക്കളെ (RBCs) ആക്രമിക്കുകയും അവയെ നശിപ്പിച്ച് പുറത്തു വരികയും ചെയ്യുന്നു. ഈ രക്താണുക്കൾ പിളരുന്നതിനോടൊപ്പം വിഷപദാർഥമായ ഹീമോസോയിൻ (Haemozoin) സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് വിറയലിനും മൂന്ന് നാലുദിവസം നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന ഇടവിട്ടുള്ള കഠിനമായ പനിക്കും ഇടയാകുന്നു. രോഗബാധിതനായ ഒരു വ്യക്തിയിൽ നിന്നും *അനോഫിലസ്* പെൺകൊതുകുകൾ വഴി ഈ പരാദങ്ങൾ കൊതുകിന്റെ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിക്കുകയും തുടർന്നുള്ള വളർച്ചയ്ക്ക് വിധേയമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. പരാദങ്ങൾ കൊതുകിന്റെ ശരീരത്തിനുള്ളിൽ സ്വയം പെരുകി സ്പോറോസോയിറ്റുകൾ ആകുന്നു. ഇത് ഉമിനീർ ഗ്രന്ഥികളിൽ ശേഖരിക്കപ്പെടുകയും ഈ കൊതുകുകൾ വഴി സ്പോറോസോയിറ്റുകൾ മറ്റൊരാളുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ ആവർത്തിക്കുന്നു. *പ്ലാസ്മോഡിയ*ത്തിന്റെ ജീവിതചക്രം പൂർണമാകാൻ രണ്ട് ആതിഥേയർ - മനുഷ്യജീവിയും കൊതുകും- അത്യാവശ്യമാണ്. അനോഫിലസ് പെൺകൊതുകുകൾ രോഗാണു വാഹകരായും വർത്തിക്കുന്നു.

അമീബിയാസിസ് (Amoebiasis/Amoebic dysentery) എന്ന രോഗത്തിന് കാരണമാകുന്ന *എന്റമീബ ഹിസ്റ്റോളിറ്റിക്ക (Entamoeba histolytica)* എന്ന പ്രോട്ടോസോവ വിഭാഗത്തിലെ പരാദങ്ങൾ മനുഷ്യന്റെ വൻകുടലിൽ കാണപ്പെടുന്നു. മലബന്ധം, ഉദരവേദന, സന്ധിവേദന, കഫവും രക്തവും അടങ്ങിയ മലം എന്നിവയാണ് ഈ രോഗത്തിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ. ഈ പരാദങ്ങളെ രോഗാണുബാധിതനായ ഒരു വ്യക്തിയുടെ മലത്തിൽ നിന്നും ഭക്ഷണത്തിലേക്കോ, ഭക്ഷ്യോൽപ്പന്നങ്ങളിലേക്കോ വ്യാപിപ്പിച്ച് അവയെ മലിനമാക്കുന്ന യാന്ത്രിക വാഹകരമായി ഈച്ചകൾ വർത്തിക്കുന്നു. ഇത്തരം വിസർജ്യവസ്തുക്കളാൽ (Faecal matter) മലിനമായ കുടിവെള്ളവും ഭക്ഷണവും രോഗാണുബാധയുടെ പ്രധാന ഉറവിടങ്ങളാണ്.

സാധാരണ ഉരുണ്ട വിരയായ *അസ്കാരിസ് (Ascaris)*, ഫൈലേറിയൽ വിരയായ *വുഹറേറിയ (Wuchereria)* എന്നിവയാണ് മനുഷ്യരിലെ രോഗകാരികളായ ഹെൽമിന്തുകൾ. *അസ്കാരിസ്* എന്ന ഉരുണ്ട വിര, വിരശല്യം അഥവാ **അസ്കാരിയാസിസ് (Ascariasis)** എന്ന രോഗത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ആന്തരിക രക്തസ്രാവം, പേശീവേദന, പനി, വിളർച്ച, കുടൽപ്പാളിയിലെ തടസ്സങ്ങൾ എന്നിവയാണ് ഈ രോഗത്തിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ. രോഗബാധിതനായ വ്യക്തിയുടെ മലത്തോടൊപ്പം ഈ പരാദങ്ങളുടെ മുട്ടകൾ വിസർജിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവ മണ്ണ്, ജലം, സസ്യങ്ങൾ എന്നിവയെ മലിനമാക്കുന്നു. മലിനമാക്കപ്പെട്ട ജലം, പച്ചക്കറികൾ, പഴവർഗങ്ങൾ എന്നിവയിലൂടെ ആരോഗ്യവാനായ ഒരു വ്യക്തിയിലേക്ക് ഈ രോഗം പകരുന്നു.

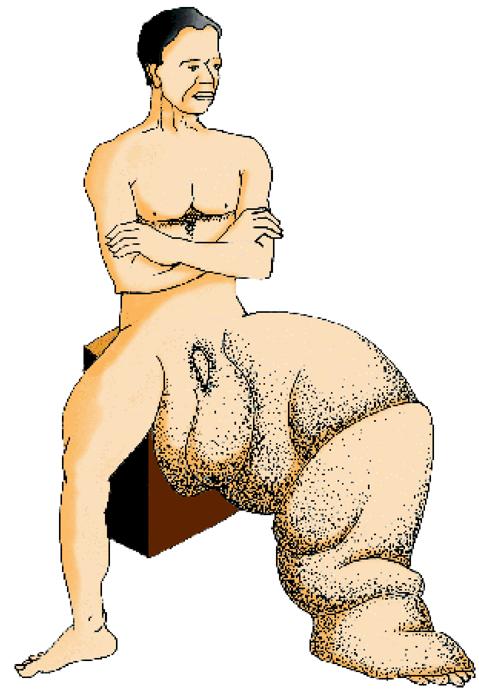
വുഹറേറിയ (വുഹറേറിയ ബാൻക്രോഫ്റ്റി, വുഹറേറിയ മലായി) എന്ന ഫൈലേരിയൽ വിരകൾ വളരെക്കാലം ആന്തരാവയവങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ലിംഫ് വാഹികളിൽ ജീവിക്കുകയും അവയ്ക്ക് വീക്കം ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

കാലുകളിലെ ലസികാനാളിയിലാണ് ഈ വീക്കം കാണപ്പെടുന്നത്. ഈ രോഗത്തിനെ **മന്ത് (Elephantiasis അഥവാ Filariasis)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഈ രോഗം വൃഷണങ്ങളിലും മറ്റും ബാധിച്ച് അവയ്ക്ക് വലിയ വൈരൂപ്യം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ക്യൂലക്സ് പെൺകൊതുകുകളാണ് മന്തുരോഗം പരത്തുന്നത്.

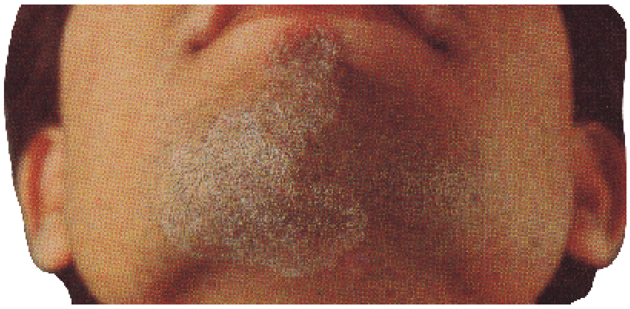
മനുഷ്യനിൽ കാണപ്പെടുന്ന മറ്റൊരു സാംക്രമിക രോഗമാണ് **വട്ടച്ചൊറി (Ringworm).** ഈ രോഗത്തിന് കാരണം *മൈക്രോസ്പോറം (Microsporum), ട്രൈക്കോഫൈറ്റോൺ (Trichophyton), എപ്പിഡെർമോഫൈറ്റോൺ (Epidermophyton)* എന്നീ ജനുസ്സിൽപ്പെട്ട ഫംഗസുകളാണ്. ശരീരത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ, പ്രത്യേകിച്ചും ത്വക്ക്, നഖം, തലയോട് എന്നിവിടങ്ങളിൽ ഉണങ്ങി, വരണ്ട ശൽക്കങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നതാണ് ഈ

രോഗത്തിന്റെ പ്രധാന ലക്ഷണം. ഇവയ്ക്ക് ചുറ്റും തീവ്രമായ ചൊറിച്ചിൽ അനുഭവപ്പെടുന്നു. ചൂടും ഈർപ്പവും ഈ ഫംഗസുകളുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് സഹായകമാകുന്നു. ഇവ ത്വക്കിന്റെ മടക്കുകളിലും കാൽവിരലുകളുടെ ഇടയിലും വളരെ പെട്ടെന്ന് പെരുകുന്നു. രോഗാണുബാധിതരായ വ്യക്തികൾ ഉപയോഗിച്ച വസ്ത്രങ്ങളും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നതിലൂടെയോ ഈ ഫംഗസിന്റെ സാന്നിധ്യമുള്ള മണ്ണിൽക്കൂടിയോ രോഗബാധ ഉണ്ടാകാം.

പകർച്ചവ്യാധികൾ തടയുന്നതിനും നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും വ്യക്തിശുചിത്വം പാലിക്കേണ്ടത് വളരെ പ്രധാനമാണ്. ശരീരം ശുചിയായി സൂക്ഷിക്കുക, ശുദ്ധമായ കുടിവെള്ളം, ഭക്ഷണം, പച്ചക്കറികൾ, പഴവർഗങ്ങൾ മുതലായവ ഉപയോഗിക്കുക എന്നിവ വ്യക്തിശുചിത്വത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങളാണ്. മാലിന്യങ്ങളുടെയും വിസർജ്യവസ്തുക്കളുടെയും ശരിയായ രീതിയിലുള്ള നിർമാർജനം, ജലസംഭരണികൾ, കുളങ്ങൾ, ടാങ്കുകൾ എന്നിവയുടെ യഥാസമയത്തുള്ള വൃത്തിയാക്കലും അണുവിമുക്തമാക്കലും, പൊതുസ്ഥലങ്ങളിൽ ശുചിത്വശീലങ്ങൾ പാലിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്ന് ഉറപ്പാക്കൽ എന്നിവയെല്ലാം പൊതുശുചിത്വത്തിന്റെ ഭാഗമാണ്. ഭക്ഷണത്തിലൂടെയും ജലത്തിലൂടെയും പകരുന്ന പകർച്ചവ്യാധികളാണ് ടൈഫോയിഡ്, വയറിളക്കം, അസ്കാരിയാസിസ് എന്നിവ. ഇവയുടെ പകർച്ച തടയുന്നതിന് പൊതുശുചിത്വവും വ്യക്തി ശുചിത്വവും അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. വായുവിലൂടെ പകരുന്ന ന്യൂമോണിയ, ജലദോഷം എന്നീ രോഗങ്ങൾ തടയുന്നതിന് മുകളിൽപ്പറഞ്ഞ നടപടികൾ കൂടാതെ രോഗാണുബാധിതനായ വ്യക്തിയുമായോ രോഗി ഉപയോഗിച്ച വസ്തുക്കളുമായോ നിരന്തര സമ്പർക്കം ഒഴിവാക്കേണ്ടതും അത്യാവശ്യമാണ്. ഷഡ്പദങ്ങളായ രോഗാണുവാഹകർ വഴി പകരുന്ന രോഗങ്ങളാണ് മലമ്പനി, മന്ത് എന്നിവ. ഈ രോഗകാരികളെ നിയന്ത്രിക്കുകയും അവയുടെ പ്രജനന സ്ഥലങ്ങളെ ഉന്മൂലനം ചെയ്യുകയുമാണ് ഈ രോഗങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള ഫലപ്രദമായ മാർഗം. ചുറ്റുപാടുകളിൽ വെള്ളം കെട്ടിക്കിടക്കുന്നത് ഒഴിവാക്കിയും വീട്ടുപകരണങ്ങൾ പതിവായി വൃത്തിയാക്കിയും കൊതുകുവല ഉപയോഗിച്ചും കൊതുകിന്റെ ലാർവയെ തിന്നു നശിപ്പിക്കുന്ന *ഗാംബൂസിയ (Gambusia)* മത്സ്യങ്ങളെ കുളങ്ങളിൽ വളർത്തിയും, മലിനജലം കെട്ടിക്കിടക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളിലും, കുഴികളിലും, ചതുപ്പുനിലങ്ങളിലും കീടനാശിനികൾ തളിച്ചും ഇത് നമുക്ക് സാധ്യമാക്കാവുന്നതാണ്. ഇതു കൂടാതെ ജനലുകളിലും വാതിലുകളിലും കൊതുകുവലകൾ സ്ഥാപിച്ച് കൊതുകുകൾ വീടിനുള്ളിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നത് തടയാം. ഇന്ത്യയുടെ പല ഭാഗങ്ങളിലും ഡങ്കിപ്പനി, ചിക്കുൻഗുനിയ തുടങ്ങിയവ വ്യാപിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. തന്മൂലം ഇത്തരം മുൻ കരുതലുകൾ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.



ചിത്രം **8.2** മന്തുരോഗം ബാധിച്ച ഒരു വ്യക്തിയുടെ ചിത്രം



ചിത്രം **8.3** വട്ടച്ചൊറി ബാധിച്ച ശരീരഭാഗം

ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ ഉണ്ടായ പുരോഗതി നിരവധി പകർച്ചവ്യാധികൾ കൈകാര്യം ചെയ്യാൻ നമുക്ക് സഹായകമായിട്ടുണ്ട്. വാക്സിനുകളും പ്രതിരോധ കുത്തിവയ്പ്പുകളും വസൂരി പോലുള്ള മാരകമായ രോഗങ്ങളെ പൂർണമായും ഇല്ലാതാക്കാൻ നമ്മെ സഹായിച്ചു. പോളിയോ, ഡിഫ്ത്തീരിയ, ന്യൂമോണിയ, ടെറ്റനസ് തുടങ്ങി ധാരാളം

പകർച്ച വ്യാധികളെ വാക്സിനുകളുടെ ഉപയോഗം മൂലം നിയന്ത്രിക്കാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുടെയും പലതരത്തിലുള്ള മരുന്നുകളുടെയും കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ പകർച്ച വ്യാധികളെ ഫലപ്രദമായി കൈകാര്യം ചെയ്യാൻ നമ്മെ പ്രാപ്തരാക്കി. ജൈവ സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് നൂതനവും സുരക്ഷിതവുമായ വാക്സിനുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ ശാസ്ത്രത്തിന് കഴിഞ്ഞു.

8.2 രോഗപ്രതിരോധം

പകർച്ച വ്യാധികൾക്ക് കാരണമായ രോഗകാരികൾ നിറഞ്ഞ ഒരു അന്തരീക്ഷത്തിലാണ് ഇന്ന് നാം ജീവിക്കുന്നത്. എന്നിരുന്നാലും ഇവയിൽ ചിലത് മാത്രമേ രോഗത്തിന് കാരണമാകുകയുള്ളൂ. മിക്കവാറും എല്ലാ അന്യവസ്തുക്കളെയും പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള കഴിവ് ശരീരത്തിനുണ്ട്. രോഗകാരികളായ ജീവികളെ ചെറുത്തുനിൽക്കാനുള്ള ശരീരത്തിലെ രോഗപ്രതിരോധസംവിധാനങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ആകെത്തുകയാണ് **രോഗപ്രതിരോധശേഷി (Immunity).**

രോഗപ്രതിരോധശേഷി രണ്ടുതരത്തിലുണ്ട്.

(1) സ്വാഭാവിക പ്രതിരോധശേഷി

(2) ആർജിത പ്രതിരോധശേഷി

8.2.1 സ്വാഭാവിക പ്രതിരോധശേഷി (Innate immunity)

ജന്മനാതന്നെ നിലവിലുള്ള സ്വാഭാവിക പ്രതിരോധ സംവിധാനം വ്യത്യസ്ത മാർഗങ്ങളിലൂടെ അന്യവസ്തുക്കൾ ശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നത് തടയുന്നു. സ്വാഭാവിക പ്രതിരോധത്തിൽ 4 തരത്തിലുള്ള പ്രതിബന്ധങ്ങൾ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

(i) ഭൗതികപ്രതിബന്ധങ്ങൾ

സൂക്ഷ്മജീവികൾ നമ്മുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നതിനെ തടയുന്ന പ്രധാന പ്രതിബന്ധമായി ത്വക്ക് വർത്തിക്കുന്നു. കൂടാതെ ശ്വസനനാളം, ആമാശയ-കുടൽനാളം (Gastrointestinal tract), മൂത്ര-പ്രജനന പഥം (Urogenital tract) എന്നിവ ആവരണം ചെയ്തിരിക്കുന്ന ആവരണകലയിലെ ശ്ലേഷ്മപാളിയും നമ്മുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികളെ കെണിയിൽപ്പെടുത്താൻ സഹായിക്കുന്നു.

(ii) ജീവധർമ്മപരമായ പ്രതിബന്ധങ്ങൾ

ഉമിനീർ, കണ്ണുനീർ, ആമാശയത്തിലെ ഹൈഡ്രോ ക്ലോറിക് ആസിഡ് എന്നിവ സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ വളർച്ചയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു.

(iii) കോശകീയ പ്രതിബന്ധങ്ങൾ

ശ്വേതരക്താണുക്കളായ ന്യൂട്രോഫില്ലുകൾ (PMNL - Polymorpho nuclear leukocytes), മോണോസൈറ്റുകൾ, രക്തത്തിലെ സ്വാഭാവിക കൊലയാളി കോശങ്ങൾ (ചിലതരം ലിംഫോസൈറ്റുകൾ), കലകളിലെ മാക്രോഫേജുകൾ എന്നിവ സൂക്ഷ്മരോഗാണുക്കളെ വിഴുങ്ങി നശിപ്പിക്കുന്നു (phagocytosis).

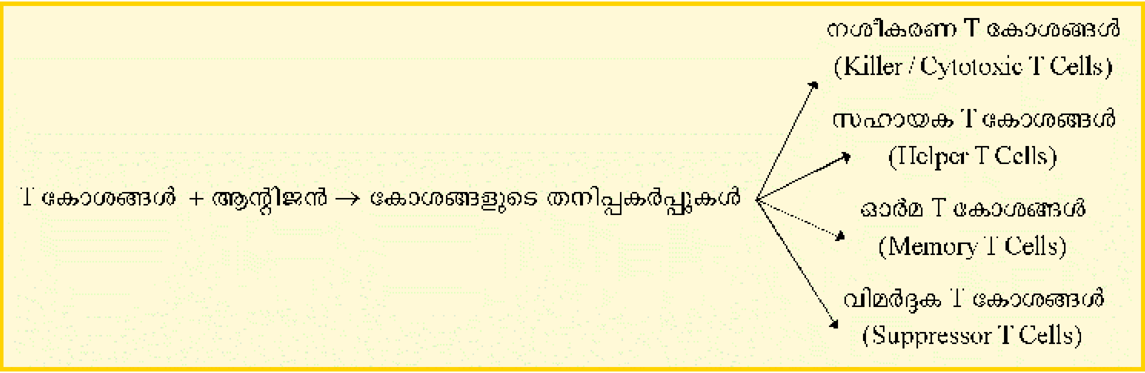
(iv) സൈറ്റോകൈൻ പ്രതിബന്ധങ്ങൾ

വൈറസ് ബാധിച്ച കോശങ്ങൾ സ്രവിക്കുന്ന മാംസ്യങ്ങളായ ഇന്റർഫെറോണുകൾ പിന്നീടുള്ള വൈറസ് അണുബാധയിൽ നിന്ന് വൈറസ് ബാധിക്കാത്ത കോശങ്ങളെ സംരക്ഷിക്കുന്നു.

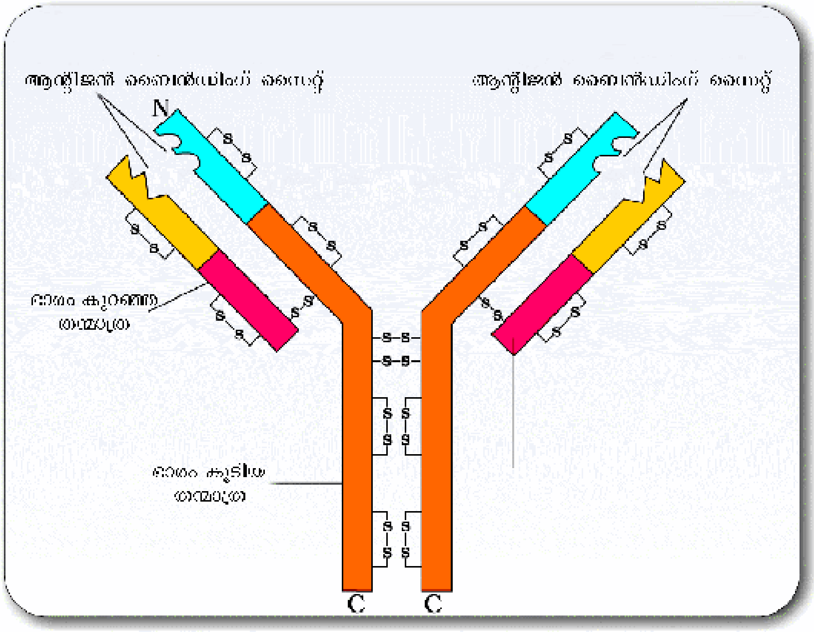
8.2.2 ആർജിത പ്രതിരോധശേഷി (Acquired immunity)

രോഗികാരികൾക്കനുസൃതമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രത്യേക രീതിയിലുള്ള പ്രതിരോധശേഷിയാണ് ആർജിത പ്രതിരോധശേഷി. രോഗകാരികളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ ഓർമ്മിച്ചു

വയ്ക്കാനുള്ള കഴിവാണ് ഇതിന്റെ പ്രത്യേകത. ഒരു രോഗകാരി നമ്മുടെ ശരീരത്തിനുള്ളിലേക്ക് പ്രവേശിക്കാനുള്ള ഏറ്റുമുട്ടലുകൾ നടത്തുമ്പോൾ, ആദ്യമായി ഉളവാകുന്ന പ്രതികരണമാണ് **പ്രാഥമിക പ്രതികരണം (Primary response)**. ഇതിന് തീവ്രത കുറവാണ്. അതേ രോഗകാരികളുമായുള്ള തുടർന്നുള്ള ഏറ്റുമുട്ടൽ വളരെ ശക്തമായ **ദ്വിതീയ പ്രതികരണം (Secondary or Anamnestic response)** ഉളവാക്കുന്നു. നമ്മുടെ ശരീരത്തിന് രോഗകാരിയുമായുള്ള മുൻ ഏറ്റുമുട്ടൽ ഓർമിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്ന വസ്തുതയാണ് ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.



നമ്മുടെ രക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന രണ്ടു പ്രത്യേകതരം ശ്വേതരക്താണുക്കളായ **ബി-ലിംഫോസൈറ്റുകളുടെയും ടി-ലിംഫോസൈറ്റുകളുടെയും** സഹായത്താലാണ് പ്രാഥമികവും ദ്വിതീയവുമായ രോഗപ്രതിരോധ പ്രതികരണങ്ങൾ ഉളവാകുന്നത്. നമ്മുടെ രക്തത്തിലേക്ക് പ്രവേശിച്ച രോഗകാരികളോട് ഏറ്റുമുട്ടാനായി **ബി-ലിംഫോസൈറ്റുകൾ** മാംസ്യങ്ങളുടെ ഒരുനിര തന്നെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഈ മാംസ്യങ്ങളെ **പ്രതിദ്രവ്യങ്ങൾ (Antibodies)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. എന്നാൽ **ടി**-കോശങ്ങൾ സ്വയം ആന്റിബോഡികൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നില്ല. ഇവ **ബി** കോശങ്ങളെ ആന്റിബോഡികൾ നിർമിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഓരോ ആന്റിബോഡി തന്മാത്രയിലും 4 പെപ്റ്റൈഡ് തന്മാത്രകൾ ഉണ്ട്. ഭാരം കുറഞ്ഞ രണ്ട് ചെറിയ പെപ്പ്റ്റൈഡ് തന്മാത്രകളും (Light chains) ഭാരം കൂടിയ, രണ്ട് നീളമുള്ള പെപ്പ്റ്റൈഡ് തന്മാത്രകളും (Heavy chains). അങ്ങനെ ഒരു ആന്റിബോഡിയെ H_2L_2 എന്ന് പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ പലതരത്തിലുള്ള ആന്റിബോഡികൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. IgA, IgM, IgE, IgG, IgD എന്നിവ അവയിൽ ചിലതാണ്. ചിത്രം 8.4 ൽ ഒരു ആന്റിബോഡിയുടെ രേഖാചിത്രം തന്നിരിക്കുന്നു. ഈ ആന്റിബോഡികൾ രക്തത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നതിനാൽ ഇവ ഉളവാക്കുന്ന പ്രതികരണത്തെ **ദ്രവപ്രതിരക്ഷാ പ്രതികരണം (Humoral Immue Response)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. മനുഷ്യരിൽ കാണുന്ന രണ്ടുതരം ആർജിത പ്രതിരോധശേഷികളിൽ ഒന്നാണ് ഈ



ചിത്രം **8.4** ആന്റിബോഡി തന്മാത്രയുടെ ഘടന

ഇമ്മ്യൂണോ ഗ്ലോബുലിനുകൾ (ആന്റിബോഡികൾ) (Ig)	ധർമങ്ങൾ
Ig A	രോഗപ്രതിരോധം സാധ്യമാക്കുന്ന ഈ ആന്റിബോഡികൾ കൊളസ്ട്രത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.
Ig D	അലർജിക്കും വിഷവസ്തുക്കൾക്കും എതിരായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഈ ആന്റിബോഡികൾ **ബി-ലിം** ഫോസൈറ്റിൽ കാണപ്പെടുന്നു.
Ig E	മറ്റ് കോശങ്ങളെയും ബേസോഫില്ലുകളെയും ഉത്തേജിപ്പിച്ച് ഹിസ്റ്റാമിനുകളെയും അതുപോലെയുള്ള വസ്തുക്കളെയും സ്വതന്ത്രമാക്കി അലർജിക്കെതിരെ രോഗപ്രതിരോധം സാധ്യമാക്കുന്ന ഈ ആന്റിബോഡികൾ ശ്ലേഷ്മസ്തരത്തിലും ത്വക്ക്, ശ്വാസകോശങ്ങൾ എന്നിവിടങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്നു.
Ig G	മാതാവിൽനിന്ന് പ്ലാസന്റയിലൂടെ കടന്നുവന്ന് നവജാത ശിശുക്കൾക്ക് രോഗപ്രതിരോധശേഷി സാധ്യമാക്കുന്നു. (ഇത് മൊത്തത്തിലുള്ള ഇമ്മ്യൂണോ ഗ്ലോബിനുകളുടെ ഏകദേശം 75% ത്തോളംവരും).
Ig M	രോഗാണുബാധയുണ്ടായ ഭാഗത്ത് ആദ്യമെത്തി **ബി**-ലിംഫോസൈറ്റുകളെ ഉത്തേജിപ്പിച്ച് രോഗപ്രതിരോധശേഷി സാധ്യമാക്കുന്നു. (ഇമ്മ്യൂണോഗ്ലോബിനുകളിൽ ഏറ്റവും വലുത് ഇതാണ്.)

പട്ടിക 8.3

ആന്റിബോഡി മുഖേന ഉളവാകുന്ന പ്രതിരോധശേഷി. രണ്ടാമത്തെ ആർജിത പ്രതിരോധശേഷിയെ കോശമധ്യവർത്തിയായ പ്രതിരക്ഷാ പ്രതികരണം (Cell Mediated Immune Response) അഥവാ **കോശ മധ്യവർത്തി പ്രതിരക്ഷ (Cell Mediated Immunity)** (CMI) എന്നു വിളിക്കുന്നു. **ടി-**ലിംഫോസൈറ്റുകളാണ് ഇത് ഉളവാക്കുന്നത്. നമ്മുടെ ഹൃദയം, കണ്ണ്, കരൾ, വൃക്ക എന്നീ അവയവങ്ങൾക്ക് അവയുടെ ധർമം തൃപ്തികരമായി നിർവഹിക്കാൻ കഴിയാതെ വരുമ്പോൾ, പലപ്പോഴും ആ രോഗിക്ക് സാധാരണ ജീവിതം നയിക്കാനുള്ള ഏക പ്രതിവിധി അവയവം മാറ്റിവയ്ക്കൽ (Organ Transplantation) മാത്രമാണ്. ഇങ്ങനെ മാറ്റിവയ്ക്കുന്ന അവയവങ്ങൾ ഗ്രാഫ്റ്റുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഏതെങ്കിലും ഗ്രാഫ്റ്റ്/ട്രാൻസ്പ്ലാന്റ് ഏറ്റെടുക്കുന്നതിനു മുമ്പ് കലകളുടെ പൊരുത്തം, രക്ത ഗ്രൂപ്പുകളുടെ പൊരുത്തം എന്നിവ ആവശ്യമാണ്. ട്രാൻസ്പ്ലാന്റേഷന് ശേഷം സ്വീകർത്താവ് തന്റെ ജീവിതകാലം മുഴുവൻ പ്രതിരോധ വിമർദ്ദകങ്ങൾ (Immuno suppressants) ഉപയോഗിക്കേണ്ടി വരും. കാരണം തന്റേതോ, തന്റേതല്ലാത്തതോ ആയ അവയവങ്ങളെ വേർതിരിച്ചറിയാനുള്ള കഴിവ് ശരീരത്തിനുണ്ട്. കോശമധ്യവർത്തിയായ പ്രതിരക്ഷാ പ്രവർത്തനം ആണ് ഈ രീതിയിലുള്ള ഗ്രാഫ്റ്റ് തിരസ്ക്കരണത്തിന് കാരണം എന്നതിനാൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഉറവിടത്തിൽ നിന്ന് - മറ്റൊരു ജന്തുവിൽനിന്നോ, പ്രൈമേറ്റിൽ നിന്നോ, മനുഷ്യനിൽനിന്നോ ഗ്രാഫ്റ്റ് എടുക്കാൻ കഴിയില്ല.

8.2.3 സക്രിയവും നിഷ്ക്രിയവുമായ രോഗപ്രതിരോധശേഷി

ജൈവമോ അജൈവമോ ആയ സൂക്ഷ്മജീവികൾ, മറ്റ് മാംസ്യങ്ങൾ മുതലായ ആന്റിജനുകൾക്കെതിരെ ആതിഥേയ ശരീരം ആന്റിബോഡികളെ നിർമിക്കുന്നു. ഇത്തരം രോഗപ്രതിരോധശേഷിയാണ് **സക്രിയ രോഗപ്രതിരോധശേഷി (Active Immunity)**. സക്രിയ രോഗപ്രതിരോധശേഷി വളരെ സാവധാനത്തിൽ നടക്കുന്ന ഒന്നാണ്. രോഗപ്രതിരോധവൽക്കരണ സമയത്ത് മനപ്പൂർവം ശരീരത്തിൽ കുത്തിവയ്ക്കപ്പെടുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികളെ പ്രകൃതിദത്ത അണുബാധ ഉണ്ടാകുന്ന സമയത്ത് നമ്മുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്ന രോഗാണുക്കളോ നമ്മുടെ ശരീരത്തെ സക്രിയ രോഗപ്രതിരോധശേഷി ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു. അന്യവസ്തുക്കളിൽ നിന്നും ശരീരത്തെ സംരക്ഷിക്കാൻ മുൻകൂട്ടി തയാറാക്കി വച്ചിരിക്കുന്ന ആന്റിബോഡികൾ നേരിട്ട് നൽകുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന രോഗപ്രതിരോധശേഷിയാണ് **നിഷ്ക്രിയ രോഗപ്രതിരോധശേഷി (Passive immunity)**. നവജാത ശിശുക്കൾക്ക് മുലപ്പാൽ നൽകുന്നത് നിഷ്ക്രിയ

രോഗപ്രതിരോധശേഷി വർധിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. മുലയൂട്ടലിന്റെ ആദ്യ ദിവസങ്ങളിൽ മുലപ്പാലിനോടൊപ്പം സ്രവിക്കപ്പെടുന്ന മഞ്ഞനിറമുള്ള ദ്രാവകമായ **കൊളസ്ട്രം** IgA ആന്റിബോഡികളാൽ സമൃദ്ധമാണ്. ഇത് നവജാതശിശുവിന് രോഗപ്രതിരോധശേഷി നൽകുന്നു. ഗർഭകാലഘട്ടത്തിൽ അമ്മയിൽ നിന്നും പ്ലാസന്റയിലൂടെ ചില ആന്റിബോഡികൾ (IgG) ഗർഭസ്ഥശിശു സ്വീകരിക്കുന്നു. ഇതെല്ലാം നിഷ്ക്രിയ രോഗപ്രതിരോധശേഷിക്ക് ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

8.2.4 പ്രതിരോധപ്രയോഗവും (Vaccination) പ്രതിരോധവൽക്കരണവും (Immunisation)

രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനത്തിന്റെ 'ഓർമശേഷി' എന്ന സവിശേഷതയാണ് പ്രതിരോധപ്രയോഗത്തിന്റെയും രോഗപ്രതിരോധത്തിന്റെയും പിന്നിലുള്ള തത്വം. നിഷ്ക്രിയമാക്കിയതോ നിർവീര്യമാക്കിയതോ ആയ രോഗകാരികളോ അവയുടെ മാംസ്യങ്ങളോ (Antigens) നേരിട്ട് ശരീരത്തിലേക്ക് സന്നിവേശിപ്പിക്കുകയാണ് ഇവിടെ ചെയ്യുന്നത്. ഈ ആന്റിജനുകൾക്ക് എതിരായി ആന്റിബോഡികൾ ശരീരത്തിൽ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവ യഥാർഥ രോഗാണുബാധ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ, രോഗകാരികളായ ജീവികളെ നിഷ്ക്രിയമാക്കുന്നു. കൂടാതെ, ഓർമശക്തിയുള്ള **'ബി'** കോശങ്ങളെയും **'ടി'** കോശങ്ങളെയും ഈ വാക്സിനുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിലൂടെ പിന്നീടെപ്പോഴെങ്കിലും ആക്രമിക്കുന്ന രോഗകാരികളെ വേഗത്തിൽ തിരിച്ചറിയാനും ആന്റിബോഡികളുടെ അമിതോൽപ്പാദനത്തിലൂടെ അവയെ പൂർണമായും നിർവീര്യമാക്കാനും സാധിക്കുന്നു. ടെറ്റനസ് ബാധയിൽ സംഭവിക്കുന്നതു പോലെ മാരകമായ സൂക്ഷ്മ ജീവികൾ ഒരു വ്യക്തിയുടെ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ, വളരെ വേഗത്തിൽ രോഗപ്രതിരോധ പ്രതികരണം ആവശ്യമായിവരും. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ മുൻകൂട്ടി തയാറാക്കിവച്ചിരിക്കുന്ന ആന്റിബോഡികളെയോ (Performed antibodies) അല്ലെങ്കിൽ വിഷത്തെ നിർവീര്യമാക്കാൻ ആവശ്യമായ ആന്റിടോക്സിനുകളെയോ നേരിട്ട് കുത്തിവയ്ക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. പാമ്പ് കടിയേൽക്കുന്ന രോഗികൾക്ക് നൽകുന്ന കുത്തിവയ്പിൽ, പാമ്പുവിഷത്തിനെതിരായുള്ള, മുൻകൂട്ടി തയാറാക്കിയിട്ടുള്ള ആന്റിബോഡികൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെയുള്ള രോഗപ്രതിരോധവൽക്കരണമാണ് നിഷ്ക്രിയ രോഗപ്രതിരോധവൽക്കരണം.

ബാക്ടീരിയയിലോ, യീസ്റ്റിലോ രോഗകാരികളുടെ ആന്റിജനിക് പോളിപെപ്റ്റൈഡുകളുടെ നിർമ്മാണം പുനസ്സംയോജന ഡിഎൻഎ സാങ്കേതികവിദ്യ (Recombinant DNA technology) യിലൂടെ സാധ്യമാണ്. ഇത്തരത്തിൽ വാക്സിനുകൾ നിർമ്മിക്കുന്നത് അവയുടെ വൻതോതിലുള്ള ഉൽപ്പാദനത്തിന് വഴിതെളിക്കുകയും അങ്ങനെ രോഗപ്രതിരോധവൽക്കരണത്തിന് കൂടുതൽ സാധ്യത ഉറപ്പുവരുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉദാ:- യീസ്റ്റിൽനിന്ന് നിർമിക്കപ്പെടുന്ന ഹെപ്പറ്റൈറ്റിസ് ബി വാക്സിൻ.

8.2.5 അലർജികൾ

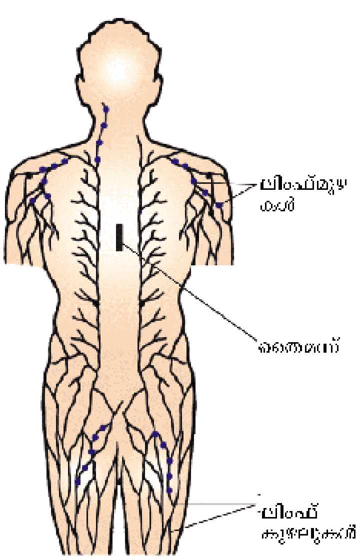
അപരിചിതമായ ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ചെല്ലുമ്പോൾ, പ്രത്യേകിച്ച് കാരണങ്ങൾ ഒന്നും ഇല്ലാതെ തന്നെ തുമ്മൽ, ശ്വാസംമുട്ടൽ പോലുള്ള ലക്ഷണങ്ങൾ ചിലരിൽ കണ്ടുവരുന്നു. ഈ സാഹചര്യങ്ങളിൽ നിന്ന് മാറുമ്പോൾ ഈ ലക്ഷണങ്ങൾ പെട്ടെന്ന് അപ്രത്യക്ഷമാവുകയും ചെയ്യും. ഇത് പരിസ്ഥിതിയിലെ കണികകളായ പൂമ്പൊടികൾ, സൂക്ഷ്മ ജീവികൾ മുതലായവയോടുള്ള പ്രതികരണങ്ങളാണ്.

പരിസ്ഥിതിയിലുള്ള ചില പ്രത്യേകതരം ആന്റിജനുകളോടുള്ള അമിത പ്രതികരണമാണ് **അലർജി**. ഇത്തരം പ്രതികരണം ഉളവാക്കാൻ കാരണമാകുന്ന പദാർഥങ്ങളാണ് അലർജനുകൾ (Allergens). ഇവിടെ IgE വിഭാഗത്തിൽപ്പെട്ട ആന്റിബോഡികളാണ്

ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത്. പൊടിയിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികൾ, പുമ്പൊടികൾ, മൃഗരോമങ്ങൾ മുതലായവ സാധാരണയുള്ള അലർജനുകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. തുമ്മുക, കണ്ണുനിറയുക, മൂക്കൊലിക്കുക, ശ്വാസതടസമുണ്ടാകുക മുതലായവ അലർജിയുടെ സാധാരണ ലക്ഷണങ്ങളാണ്. യോജകകലയിലെ മാസ്റ്റ് കോശങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഹിസ്റ്റമിൻ, സെറോടോണിൻ തുടങ്ങിയ രാസവസ്തുക്കളാണ് ഇതിന് കാരണം. അലർജിയുടെ കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്താനും അവയുണ്ടാക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ പഠിക്കാനും പ്രതീക്ഷിത അലർജനുകൾ കുറഞ്ഞ അളവിൽ രോഗിയിൽ കുത്തിവയ്ക്കുകയോ രോഗിയെ അതിന് വിധേയമാക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. ആന്റിഹിസ്റ്റമിൻ, അഡ്രിനാലിൻ, സ്റ്റിറോയിഡുകൾ മുതലായവ ഉപയോഗിച്ച് അലർജിയുടെ ലക്ഷണങ്ങളെ ഒരു പരിധിവരെ കുറയ്ക്കാനാകും. എന്തായാലും ആധുനിക ജീവിതരീതികൾ പ്രതിരോധശേഷി കുറയ്ക്കുകയും അലർജിനുകളോടുള്ള പ്രതികരണശേഷി വർധിപ്പിക്കുയും ചെയ്യുന്നു. ഇതുമൂലം ഇൻഡ്യയിലെ മെട്രോനഗരങ്ങളിലെ കുട്ടികളിൽ അലർജികളും ആസ്ത്മയും വളരെയധികം ഉള്ളതായി രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. കുട്ടികളെ നിയന്ത്രിത പരിസ്ഥിതിയിൽ വളർത്തുന്നതാണ് ഇതിന് കാരണം.

8.2.6 സ്വയം പ്രതിരോധശേഷി

കശേരുകികളിൽ സ്വന്തം കോശങ്ങളെയും അന്യപദാർഥങ്ങളെയും വേർതിരിച്ചറിയുന്നതിനായി ഓർമശേഷിയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ആർജിത പ്രതിരോധശേഷി സഹായിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ യഥാർഥ കാരണം ഇപ്പോഴും ദുരൂഹമാണ്. എങ്കിലും ഇതിന് ഉപോൽബലകമായ രണ്ടു സാധ്യതകൾ പരിഗണിക്കാവുന്നതാണ്. ഉയർന്ന കശേരുകികൾക്ക് അന്യപദാർഥങ്ങളെയും അതുപോലെ അന്യജീവികളെയും തിരിച്ചറിയാനുള്ള കഴിവുണ്ട് എന്നതാണ് ഒരു സാധ്യത. പരീക്ഷണാടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള മിക്കരോഗപ്രതിരോധ പഠനങ്ങളും ഈ സാധ്യതയെ കണക്കിലെടുത്തുകൊണ്ടുള്ളവയാണ്. ജനിതകപരമോ മറ്റ് തരത്തിൽ അജ്ഞാതമോ ആയ കാരണങ്ങളാൽ ചിലപ്പോൾ സ്വന്തം കോശങ്ങളെ ശരീരം തന്നെ ആക്രമിക്കുന്നതാണ് രണ്ടാമത്തെ സാധ്യത. ശരീരാവയവങ്ങളിൽ കേടുപാടുകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഈ അവസ്ഥയെ **സ്വയംപ്രതിരോധ രോഗങ്ങൾ (Auto-immune disease)** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. സന്ധിവാതം (Rheumatoid Arthritis) സ്വയം പ്രതിരോധ രോഗത്തിനൊരുദാഹരണമാണ്.



ചിത്രം **8.5** ലിംഫ്മുഴകൾ - ചിത്രീകരണം

8.2.7 ശരീരത്തിലെ രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനം

ലിംഫോയ്ഡ് അവയവങ്ങൾ, കലകൾ, കോശങ്ങൾ, ലേയ തന്മാത്രകളായ ആന്റിബോഡികൾ എന്നിവ ഉൾപ്പെട്ടതാണ് മനുഷ്യനിലെ രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനം. നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ, രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനം, അന്യ ആന്റിജനുകളെ തിരിച്ചറിയുകയും, ഇതിനെതിരെ പ്രതികരിക്കുകയും ഇവയെ ഓർമ്മിച്ചു വയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്ന അതുല്യ സംവിധാനമാണ്. അലർജികളിലും, സ്വയം പ്രതിരോധ രോഗങ്ങളിലും, അവയവമാറ്റിവയ്ക്കലിലും നമ്മുടെ രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനം ഒരു പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു.

ലിംഫോയ്ഡ് അവയവങ്ങൾ:-

ലിംഫോസൈറ്റുകളുടെ ഉത്ഭവം, പാകപ്പെടൽ, വ്യാപനം എന്നിവ നടക്കുന്ന അവയവങ്ങളാണ് ലിംഫോയ്ഡ് അവയവങ്ങൾ. **അസ്ഥിമജ്ജ, തൈമസ്** എന്നീ പ്രാഥമിക ലിംഫോയിഡ് അവയവങ്ങളിലാണ് പാകമാകാത്ത ലിംഫോസൈറ്റുകൾ ആന്റിജനോട് പ്രതികരിക്കുന്ന ലിംഫോസൈറ്റുകളായി രൂപമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നത്. പാകമായ ലിംഫോസൈറ്റുകൾ പ്ലീഹ, ലിംഫ്മുഴകൾ, ടോൺസിലുകൾ, ചെറുകുടലിലെ പെയേർസ് പാച്ചുകൾ, അപ്പെൻഡിക്സ് എന്നീ

ദ്വിതീയ ലിംഫോയ്ഡ് അവയവങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. ദ്വിതീയ ലിംഫോയ്ഡ് അവയവങ്ങളിൽ വച്ച് ലിംഫോസൈറ്റുകൾ ആന്റിജനുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇവ പിന്നീട് വ്യാപിച്ച് പ്രേരക കോശങ്ങൾ (Effector cells) ആയി മാറുന്നു. ചിത്രം 8.5 ൽ മനുഷ്യശരീരത്തിലെ വ്യത്യസ്ത ലിംഫോയ്ഡ് അവയവങ്ങളുടെ സ്ഥാനം കാണിക്കുന്നു.

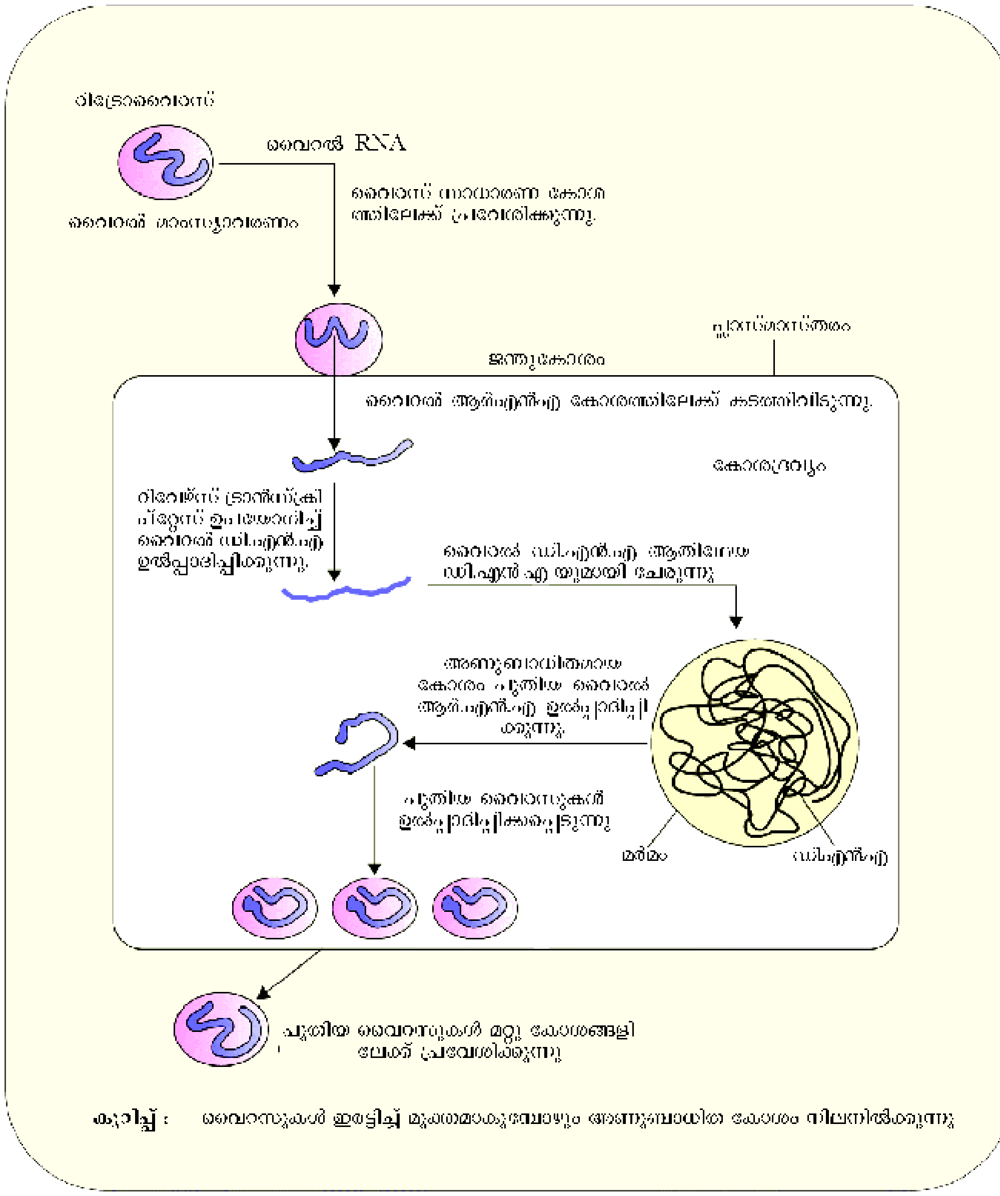
ലിംഫോസൈറ്റുകൾ ഉൾപ്പെടെയുള്ള എല്ലാ രക്തകോശങ്ങളും നിർമിക്കപ്പെടുന്ന പ്രധാന ലിംഫോയിഡ് അവയവമാണ് അസ്ഥിമജ്ജ. ഹൃദയത്തിനടുത്ത് മാറെല്ലിന് താഴെയായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ദളങ്ങളുള്ള അവയവമാണ് തൈമസ്. ജനനസമയത്ത് തൈമസ് വളരെ വലുതായിരിക്കും. എന്നാൽ പ്രായമാകുന്നതിനനുസരിച്ച് വലുപ്പം കുറഞ്ഞുവരികയും പ്രായപൂർത്തിയാകുമ്പോഴേക്കും ചുരുങ്ങി ചെറുതാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ടി-ലിംഫോസൈറ്റുകളുടെ ഉൽപ്പാദനത്തിനും പാകമാകലിനും വേണ്ട സൂക്ഷ്മ പരിസ്ഥിതികൾ അസ്ഥിമജ്ജയും തൈമസും പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. പയർവിത്തിന്റെ ആകൃതിയിലുള്ള വലുപ്പമുള്ള അവയവമായ പ്ലീഹയിൽ പ്രധാനമായും ലിംഫ്കോശങ്ങളും ഭക്ഷകകോശങ്ങളും (Phagocytes) കാണപ്പെടുന്നു. രക്തത്തിലൂടെ കടന്നുവരുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികളെ വേർതിരിച്ച് നശിപ്പിക്കുന്ന അരിപ്പയായി ഇവ വർത്തിക്കുന്നു. അരുണരക്താണുക്കളുടെ വലിയ സംഭരണിയും കൂടിയാണ് പ്ലീഹ. ലിംഫ് വ്യവസ്ഥയിൽ പലയിടത്തായി കാണപ്പെടുന്ന ദൃഢതയുള്ള മുഴകളാണ് ലിംഫ് മുഴകൾ. ഇവ ലിംഫിലും കോശദ്രവ്യത്തിലും കടന്നുകൂടുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികളെയും മറ്റ് ആന്റിജനുകളെയും കെണിയിൽപ്പെടുത്തി അവിടെയുള്ള ലിംഫോസൈറ്റുകളെ ഉത്തേജിപ്പിച്ച് പ്രതിരോധശേഷി വർധിപ്പിക്കുന്നു.

ശരീരത്തിലെ പ്രധാന കുഴലുകളായ ശ്വസന, ദഹന, മൂത്ര പ്രജനന കുഴലുകളുടെ ആവരണഭാഗത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ലിംഫോയിഡ് കലയാണ് **മ്യൂക്കോസ അസ്സോസിയേറ്റഡ് ലിംഫോയിഡ് കല (MALT).** മനുഷ്യശരീരത്തിലെ 50% ലിംഫോയിഡ് കലകളും ഇതിൽപ്പെടുന്നു.

8.3 എയിഡ്സ് (AIDS - Acquired Immuno Deficiency Syndrome)

ഒരു വ്യക്തിയുടെ ജീവിതകാലയളവിൽ ആർജിക്കുന്ന രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനത്തിന്റെ അപര്യാപ്തതയാണ് ഇതുകൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത്. അതായത് ഇത് ഒരു പാരമ്പര്യ രോഗമല്ല. ഒരു കൂട്ടം രോഗലക്ഷണങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്നതാണ് രോഗലക്ഷണസഞ്ചയം (Syndrome). 1981 ലാണ് AIDS ആദ്യമായി തിരിച്ചറിയപ്പെട്ടത്. കഴിഞ്ഞ ഇരുപത്തഞ്ചോളം വർഷങ്ങൾ കൊണ്ട് ലോകത്തിലെ ഏതാണ്ട് 25 ദശലക്ഷം ജനങ്ങളെ ഈ രോഗം കൊന്നൊടുക്കുകയും ചെയ്തു.

എയ്ഡ്സിന് കാരണമാകുന്ന വൈറസാണ് ഹ്യൂമൻ ഇമ്യൂണോ ഡെഫിഷ്യൻസി വൈറസ് (HIV). ജനിതക വസ്തുവായ RNA യെ ഒരു ആവരണം കൊണ്ട് പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു കൂട്ടം വൈറസുകളാണ് **റിട്രോവൈറസുകൾ.** ഈ വിഭാഗത്തിലുള്ള ഒരംഗമാണ് എച്ച്.ഐ.വി. (ചിത്രം 8.6). (a) രോഗാണു ബാധിതനായ വ്യക്തിയുമായുള്ള ലൈംഗികബന്ധം വഴി (b) രോഗബാധിതരുടെ രക്തത്തിന്റെയും രക്ത ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും നിവേശനം വഴി (c) മയക്കുമരുന്ന് സിരകളിലേക്ക് കുത്തിവയ്ക്കുന്നവർ പങ്കുവയ്ക്കുന്ന രോഗാണുബാധിതമായ സൂചികൾ വഴി (d) രോഗബാധിതയായ അമ്മയിൽ നിന്ന് പ്ലാസന്റ വഴി അവരുടെ കുഞ്ഞിലേക്ക് എന്നിങ്ങനെയാണ് HIV അണുബാധ സാധാരണയായി പകരുന്നത്. ഒന്നിലധികം ലൈംഗിക പങ്കാളികളുള്ള വ്യക്തികൾ, മയക്കുമരുന്ന് കുത്തിവയ്ക്കുന്നവർ, തുടർച്ചയായി രക്തനിവേശനം ആവശ്യമുള്ള വ്യക്തികൾ, HIV ബാധിതയായ അമ്മയ്ക്ക് ജനിക്കുന്ന കുഞ്ഞ് തുടങ്ങിയവർക്ക് ഈ രോഗാണുബാധ ഉണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യത വളരെ കൂടുതലാണ്. *എപ്പോഴാണ് ആളുകൾക്ക്*



ചിത്രം **8.6** റിട്രോവൈറസിന്റെ ഇരട്ടിക്കൽ

തുടർച്ചയായുള്ള രക്തനിവേശനം ആവശ്യമായി വരുന്നത് എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? അങ്ങനെയുള്ള അവസ്ഥകൾ കണ്ടുപിടിച്ച് ഒരു ലിസ്റ്റ് തയാറാക്കൂ. HIV, AIDS എന്നിവ വെറും സ്പർശനത്തിലൂടെയോ സമ്പർക്കത്തിലൂടെയോ പകരുകയില്ല. ഇത് ശരീരദ്രവങ്ങളിലൂടെ മാത്രമേ പകരുകയുള്ളൂ. എച്ച്ഐ.വി/എയ്ഡ്സ് രോഗാണുബാധിതരെ കുടുംബത്തിൽ നിന്നോ സമൂഹത്തിൽ നിന്നോ ഒറ്റപ്പെടുത്താതിരിക്കേണ്ടത് അവരുടെ ശാരീരികവും മാനസികവുമായ ആരോഗ്യത്തിന് അനിവാര്യമാണ്. അണുബാധയുടെയും തുടർന്ന് എയ്ഡ്സിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ പ്രകടമാകുന്നതിന്റെയും ഇടയിലുള്ള കാലദൈർഘ്യം 5 മുതൽ 10 വർഷം വരെയാകാം.

ഒരാളുടെ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിച്ചതിനുശേഷം, ഈ വൈറസ്, മാക്രോഫേജ് കോശത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുകയും അവിടെ റിവേഴ്സ് ട്രാൻസ്ക്രിപ്റ്റേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയുടെ (enzyme) സഹായത്താൽ വൈറസിന്റെ RNA ജീനോം ഇരട്ടിച്ച് വൈറൽ

ഡിഎൻ.എ. ആയി രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ വൈറൽ ഡിഎൻഎ ആതിഥേയ കോശത്തിന്റെ ഡി.എൻ.എ. യുമായി ചേർക്കപ്പെടുകയും തുടർന്ന് വൈറൽ കണങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (ചിത്രം. 8.6) മാക്രോഫേജുകൾ, വൈറസ് ഉൽപ്പാദനം തുടരുകയും അങ്ങനെ ഇവ എച്ച്.ഐ.വി നിർമാണശാലയായി പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതേസമയം തന്നെ എച്ച്.ഐ.വി, സഹായക ടി-ലിംഫോസൈറ്റിൽ (T_{II}) പ്രവേശിച്ച്, ഇരട്ടിച്ച് പുതിയ വൈറസ് കണങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. രക്തത്തിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്ന ഈ വൈറസ് കണങ്ങൾ മറ്റുള്ള സഹായക ടി-ലിംഫോസൈറ്റുകളെ ആക്രമിക്കുക വഴി രോഗാണു ബാധിതനായ വ്യക്തിയുടെ ശരീരത്തിലെ സഹായക ടി-ലിംഫോസൈറ്റുകളുടെ എണ്ണം ക്രമാതീതമായി കുറയുന്നു. ഈ കാലയളവിൽ രോഗബാധിതനായ വ്യക്തിയിൽ ഭാരക്കുറവ്, പനി, അതിസാരം തുടങ്ങിയ രോഗലക്ഷണങ്ങൾ കണ്ടു തുടങ്ങുന്നു. എയ്ഡ്സ് രോഗികളുടെ ശരീരത്തിൽ ഹെൽപ്പർ ടി-ലിംഫോസൈറ്റുകളുടെ എണ്ണം ഗണ്യമായി കുറയുന്നതു മൂലം സാധാരണ അവസ്ഥയിൽ തരണം ചെയ്യാൻ കഴിയുമായിരുന്ന *മൈക്കോബാക്ടീരിയം* പോലെയുള്ള ബാക്ടീരിയ, വൈറസ്, ഫംഗസ്, പരാദങ്ങളായ *ടോക്സോപ്ലാസ്മ* തുടങ്ങിയവയുടെ ആക്രമണത്തെ ചെറുത്തുനിൽക്കാൻ കഴിയാതെവരുന്നു. ഈ അണുബാധയിൽ നിന്ന് സ്വയം സംരക്ഷിക്കാൻ കഴിയാത്തവിധത്തിൽ രോഗിക്ക് പ്രതിരോധശേഷി കുറയുന്നു. **എൻസൈം ലിങ്ക്ഡ് ഇമ്മ്യൂണോസോർബന്റ് അസ്സേ** (ELISA - എലിസാ) എന്ന പരിശോധനയാണ് എയ്ഡ്സ് രോഗം നിർണയിക്കാൻ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ആന്റി റിട്രോവൈറൽ പ്രത്യൗഷധം ഉപയോഗിച്ചുള്ള എയ്ഡ്സിന്റെ ചികിത്സ ഭാഗികമായി ഫലപ്രദമാണ്. അവയ്ക്ക് രോഗിയുടെ ആയുസ്സ് കൂട്ടാമെന്നല്ലാതെ അനിവാര്യമായ മരണത്തെ തടഞ്ഞു നിർത്താൻ കഴിയില്ല.

എയ്ഡ്സിന്റെ പ്രതിരോധം:-

എയ്ഡ്സിന് ഫലപ്രദമായ യാതൊരു ചികിത്സയുമില്ലാത്തതിനാൽ രോഗം വരാതിരിക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കുകയെന്നതാണ് നമുക്ക് തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ കഴിയുന്ന ഏറ്റവും നല്ല മാർഗം. ന്യൂമോണിയ, ടൈഫോയിഡ് എന്നിവയെപ്പോലെ അശ്രദ്ധകൊണ്ട് പകരുന്ന രോഗമല്ല എച്ച്.ഐ.വി. അണുബാധ. മറിച്ച് ബോധപൂർവം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തികളിലൂടെ മാത്രമേ സാധാരണ ഈ അണുബാധ പകരുകയുള്ളൂ. എന്നിരുന്നാലും രക്തനിവേശനത്തിലൂടെ രക്തസ്വീകർത്താവിലേക്കും അമ്മയിലൂടെ നവജാതശിശുവിലേക്കും അണുബാധ പകരുന്നത് തീർച്ചയായും ശ്രദ്ധക്കുറവുകൊണ്ടാണ്. ''അജ്ഞതകൊണ്ട് മരിക്കരുത്'' എന്നതാണ് എടുത്തു പറയേണ്ടത്. ദേശീയ എയ്ഡ്സ് നിയന്ത്രണ സംഘടനയും (National AIDS Control Organisation-NACO) മറ്റ് സർക്കാരിതര സംഘടനകളും എയ്ഡ്സിനെക്കുറിച്ച് ജനങ്ങളെ ബോധവൽക്കരിക്കാൻ ഒരുപാട് കാര്യങ്ങൾ ചെയ്യുന്നു. HIV അണുബാധ പടരുന്നത് തടയുന്നതിനായി ധാരാളം പരിപാടികൾ ലോകാരോഗ്യ സംഘടന (WHO) ആരംഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. രക്തബാങ്കുകളിൽ എച്ച്.ഐ.വി മുക്തമായ രക്തം ഉറപ്പാക്കുക, സർക്കാർ, സ്വകാര്യ ആശുപത്രികളിലും ക്ലിനിക്കുകളിലും ഉപയോഗശേഷം ഉപേക്ഷിക്കുന്ന സൂചികളുടെയും സിറിഞ്ചുകളുടെയും നിർമാർജനം ഉറപ്പുവരുത്തുക, ഗർഭനിരോധന ഉറകൾ സൗജന്യമായി വിതരണം ചെയ്യുക, മയക്കുമരുന്ന് ദുരുപയോഗം നിയന്ത്രിക്കുക, സുരക്ഷിതമായ ലൈംഗികബന്ധം ഉറപ്പുവരുത്തുക, എച്ച്.ഐ.വി. സംശയിക്കുന്ന ആളുകളിൽ പതിവ് രക്ത പരിശോധനകൾ പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുക എന്നിവ നടപ്പിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

എച്ച്.ഐ.വി. അണുബാധ അല്ലെങ്കിൽ എയ്ഡ്സ് ഉണ്ടെന്നുള്ള കാര്യം മറച്ചുവയ്ക്കേണ്ട ഒന്നല്ല. മറച്ചുവയ്ക്കുമ്പോൾ, അണുബാധ കൂടുതൽ ആളുകളിലേക്ക് വ്യാപിക്കാൻ കാരണമാകുന്നു. എച്ച്.ഐ.വി/എയ്ഡ്സ് ബാധിതരായ വ്യക്തികളെ സമൂഹത്തിൽ നിന്ന് പാർശ്വവൽക്കരിക്കാതിരിക്കുകയും, പകരം സഹായവും സഹാനുഭൂതിയും നൽകുകയും

ചെയ്യേണ്ടതാണ്. കൂട്ടായി നേരിടേണ്ട ഒരു പ്രശ്നമായി സമൂഹം ഇതിനെ അംഗീകരിക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ, ഈ രോഗം പടരാനുള്ള സാധ്യത പതിൻമടങ്ങാണ്. പൊതുസമൂഹവും വൈദ്യശാസ്ത്രസമൂഹവും ഒരുമിച്ച് പ്രവർത്തിച്ചാൽ മാത്രമേ ഈ രോഗം വ്യാപിക്കുന്നത് തടയാൻ സാധിക്കൂ.

8.4 അർബുദം (ക്യാൻസർ)

മനുഷ്യനെ ബാധിക്കുന്ന മാരകമായ രോഗങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് **അർബുദം**. ലോകമെമ്പാടുമുള്ള മരണത്തിന്റെ പ്രധാന കാരണവും ഇതു തന്നെ. പത്തു ലക്ഷത്തിൽ കൂടുതൽ ഇൻഡ്യക്കാർ അർബുദത്താൽ ദുരിതമനുഭവിക്കുന്നു. വർഷംതോറും വളരെയേറെ ആൾക്കാർ മരണപ്പെടുന്നു. അർബുദം ഉണ്ടാകാനുള്ള കാരണങ്ങൾ അല്ലെങ്കിൽ കോശങ്ങളുടെ ഓങ്കോജനിക പരിവർത്തനങ്ങൾ, അർബുദത്തിന്റെ ചികിത്സ, നിയന്ത്രണം എന്നിവയ്ക്കെല്ലാം വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലും ജീവശാസ്ത്രത്തിലും ഏറെ ഗവേഷണം ആവശ്യമുള്ള മേഖലകളാണ്.

നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ, കോശത്തിന്റെ വളർച്ചയും രൂപാന്തരണവും വളരെ കാര്യക്ഷമമായി നിയന്ത്രിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ അർബുദകോശങ്ങളിൽ ഈ നിയന്ത്രണ സംവിധാനത്തിന് തകരാറുകൾ സംഭവിക്കുന്നു. സാധാരണ കോശങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഒരു പ്രത്യേകതയാണ് **സമ്പർക്ക തടസ്സം (Contact inhibition)**. ഈ പ്രത്യേകതയാൽ മറ്റ് കോശങ്ങളുമായി കോശങ്ങൾ സമ്പർക്കത്തിൽ വരുമ്പോൾ അവയുടെ അനിയന്ത്രിതമായ വളർച്ച തടയപ്പെടുന്നു. അർബുദ കോശങ്ങൾക്ക് ഈ സവിശേഷത നഷ്ടപ്പെടുന്നു.

തൽഫലമായി അർബുദ കോശങ്ങൾ വിഭജനം തുടർന്ന് ഒരുകൂട്ടം കോശങ്ങളായി മാറുന്നു. ഇവയാണ് **ട്യൂമറുകൾ** എന്നറിയപ്പെടുന്ന മുഴകൾ. ട്യൂമറുകൾ (ക്യാൻസർ ട്യൂമറുകൾ) രണ്ടുതരം ഉണ്ട് - അപകട സാധ്യത കുറവുള്ള ട്യൂമർ (benign tumor), മാരകമായ ട്യൂമർ (Malignant tumor). **അപകട സാധ്യത കുറവുള്ള ട്യൂമർ** സാധാരണയായി ശരീരത്തിലെ മറ്റുള്ള ഭാഗത്തേക്ക് വ്യാപിക്കാതെ അവയുടെ ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്ത് മാത്രം ഒതുങ്ങി നിൽക്കുന്നതുമൂലം കുറച്ച് കേടുപാടുകൾക്ക് മാത്രമേ കാരണമാകുന്നുള്ളൂ. എന്നാൽ **മാരകമായ ട്യൂമർ** കോശങ്ങളുടെ എണ്ണം അതിവേഗം പെരുകുകയും സമീപ കലകളിലേക്ക് വ്യാപിക്കുകയും അവയെ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവയെ **നിയോപ്ലാസ്റ്റിക് അഥവാ ട്യൂമർ കോശങ്ങൾ** എന്നുവിളിക്കുന്നു. കൂടാതെ പ്രധാന പോഷകങ്ങൾക്കുവേണ്ടി സാധാരണകോശങ്ങളുമായി മത്സരിച്ച് അവയ്ക്ക് പോഷക ദൗർലഭ്യം സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അർബുദകോശങ്ങൾ രക്തത്തിലൂടെ വിവിധ കലകളിൽ എത്തുകയും, ശരീരത്തിൽ അവ എത്തിപ്പെടുന്ന ഭാഗങ്ങളിലെല്ലാം പുതിയ ട്യൂമറുകൾ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭയാനകമായ ഈ സ്വഭാവ സവിശേഷത **മെറ്റാസ്റ്റാസിസ് (Metastasis)** എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു.

അർബുദത്തിന്റെ കാരണങ്ങൾ:-

സാധാരണ കോശങ്ങൾ ഭൗതികവും, രാസികവും, ജൈവികവുമായ ഘടകങ്ങളുടെ പ്രേരണയാൽ അർബുദകോശങ്ങളായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. ഈ ഘടകങ്ങളെ **അർബുദകാരികൾ (carcinogens)** എന്നുവിളിക്കുന്നു. X-കിരണങ്ങൾ, ഗാമാകിരണങ്ങൾ പോലുള്ള അയോണിക വികിരണങ്ങൾ, അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണങ്ങൾ പോലുള്ള അയോണികമല്ലാത്ത വികിരണങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ഡിഎൻഎയ്ക്ക് കേടുപാടുകൾ ഉണ്ടാക്കുകയും തൽഫലമായി അർബുദകോശങ്ങൾ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. പുകയിലയുടെ പുകയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന രാസീയ അർബുദകാരികളാണ് ശ്വാസകോശ അർബുദങ്ങൾക്ക് നിദാനം. ഓങ്കോജീനുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന **വൈറൽ ഓങ്കോജീനുകൾ** അടങ്ങിയ വൈറസുകളായ ഓങ്കോജനിക് വൈറസുകളാണ് അർബുദത്തിന് കാരണമാകുന്ന വൈറസുകൾ. സാധാരണ കോശങ്ങളിൽ തിരിച്ചറിയപ്പെട്ടിട്ടുള്ള നിരവധി

ജീനുകളായ **കോശകീയ ഓങ്കോജീനുകൾ (സി-ഓങ്ക്) അഥവാ പ്രോട്ടോ ഓങ്കോ ജീനുകൾ** ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ സജീവമാക്കപ്പെടുകയും സാധാരണ കോശങ്ങളെ അർബുദ രൂപാന്തരണത്തിലേക്ക് നയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

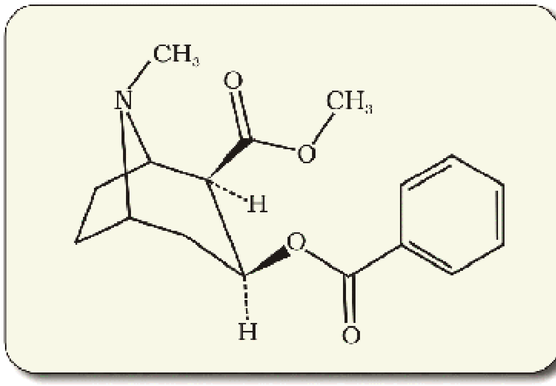
അർബുദത്തിന്റെ കണ്ടെത്തലും രോഗനിർണയവും:-

തുടക്കത്തിൽ രോഗനിർണയം സാധ്യമായാൽ ചികിത്സിച്ച് ഭേദപ്പെടുത്താവുന്ന രോഗമാണ് അർബുദം. രക്താർബുദം (Leukemia) കണ്ടെത്തുന്നതിനായി ശ്വേതരക്താണുക്കളുടെ എണ്ണം പരിശോധിക്കുന്നു. മറ്റ് അർബുദങ്ങളുടെ പരിശോധനയ്ക്കായി കലകളുടെ രോഗലക്ഷണപഠനം, (Histopathological studies), അസ്ഥിമജ്ജയുടെയും രക്തത്തിന്റെയും പരിശോധനകൾ, ബയോപ്സി എന്നീ മാർഗങ്ങളും ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. അർബുദമുണ്ടോ എന്ന് സന്ദേഹമുള്ള കലയുടെ ഒരു അംശം കനംകുറഞ്ഞ ഛേദങ്ങളായി മുറിച്ച് നിറം നൽകി സൂക്ഷ്മദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് (ഹിസ്റ്റോപാത്തോളജിക്കൽ പഠനങ്ങൾ) ഒരു പാത്തോളജിസ്റ്റ് നിരീക്ഷിക്കുന്നതാണ് ബയോപ്സി. ശരീരത്തിനകത്തുള്ള അവയവങ്ങളിലെ അർബുദങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തലിന് റേഡിയോഗ്രഫി (X-കിരണങ്ങളുടെ ഉപയോഗം), സി.ടി. (കമ്പ്യൂട്ടഡ് ടോമോഗ്രഫി) എം.ആർ.ഐ. (മാഗ്നെറ്റിക് റെസൊണൻസ് ഇമേജിംഗ്) എന്നീ നൂതന സാങ്കേതികവിദ്യകൾ വളരെ ഉപയോഗപ്രദമാണ്. കമ്പ്യൂട്ടഡ് ടോമോഗ്രഫിയിൽ ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഉൾവശത്തിന്റെ ത്രിമാന പ്രതിബിംബം വികസിപ്പിച്ചെടുക്കാനായി X-കിരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. എം.ആർ.ഐ.യിൽ ജീവനുള്ള കലകളിലെ രോഗനിർണയവും ശാരീരികമായ മാറ്റങ്ങളും കൃത്യമായി കണ്ടെത്താൻ ശക്തമായ കാന്തികമേഖലയും അയോണികമല്ലാത്ത വികിരണങ്ങളും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ചില അർബുദങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിനായി, അർബുദ നിർദിഷ്ട ആന്റിജനുകളെ കണ്ടെത്താൻ കഴിയുന്ന ആന്റിബോഡികൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. അർബുദരോഗം പാരമ്പര്യമായി ഉണ്ടാകാൻ സാധ്യതയുള്ള വ്യക്തികളിൽ ഇത്തരം ജീനുകൾ കണ്ടെത്താനായി തന്മാത്രാ ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി വരുന്നു. പാരമ്പര്യമായി ഉണ്ടാകാൻ സാധ്യതയുള്ള അർബുദങ്ങളുടെ ജീനുകൾ കണ്ടെത്തുന്നതിലൂടെ ഈ വ്യക്തികൾക്ക് ചില പ്രത്യേകതരം അർബുദകാരികളെ ഒഴിവാക്കി അർബുദസാധ്യത കുറയ്ക്കാവുന്നതാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് ചില വ്യക്തികളിൽ പുകവലി ഒഴിവാക്കുന്നതിലൂടെ ശ്വാസകോശാർബുദം നിയന്ത്രിക്കാൻ സാധിക്കും.

അർബുദത്തിന്റെ ചികിത്സ:-

വികിരണ ചികിത്സ (Radiation therapy), പ്രതിരോധ ചികിത്സ (Immunotherapy), ശസ്ത്രക്രിയ (Surgery) എന്നിവയാണ് അർബുദ ചികിത്സയ്ക്കുള്ള പൊതുവായ മാർഗങ്ങൾ. അർബുദകോശസമൂഹങ്ങൾക്ക് ചുറ്റുമുള്ള സാധാരണ കോശങ്ങൾക്ക് ക്ഷതം ഏൽക്കാത്ത രീതിയിൽ അർബുദകോശങ്ങളെ വികിരണമുപയോഗിച്ച് നശിപ്പിക്കുന്ന രീതിയാണ് വികിരണചികിത്സ. അർബുദ കോശങ്ങളെ നശിപ്പിക്കാനായി വിവിധതരം രാസപദാർഥങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന ചികിത്സാരീതിയാണ് രാസചികിത്സ (Chemotherapy). ഇതിൽ പലതും അർബുദാധിഷ്ഠിതമാണ്. ഇത്തരം ചികിത്സാരീതിയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഭൂരിഭാഗം ഔഷധങ്ങൾ മുടികൊഴിച്ചിൽ, വിളർച്ച തുടങ്ങിയ പാർശ്വഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കുന്നു. ശസ്ത്രക്രിയ, വികിരണ ചികിത്സ, രാസചികിത്സ തുടങ്ങിയവയുടെ സംയോജക ചികിത്സാരീതിയാണ് മിക്ക അർബുദങ്ങളുടെയും ചികിത്സയ്ക്കായി ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നത്. അർബുദകോശങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാനോ നശിപ്പിക്കാനോ പ്രതിരോധ വ്യവസ്ഥയ്ക്ക് സാധിക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ **ആൽഫ ഇന്റർഫെറോൺ (α - Interferon)** പോലുള്ള ജൈവ പ്രതിപ്രവർത്തന ഉപാധികൾ (Biological Response Modifiers) ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിരോധവ്യവസ്ഥയെ ഉത്തേജിപ്പിക്കുകയും അർബുദകോശങ്ങളെ നശിപ്പിക്കാൻ പ്രാപ്തമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

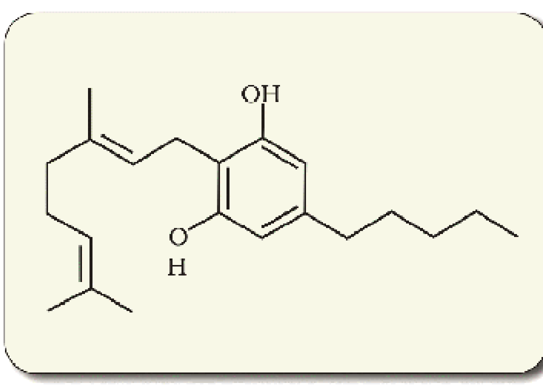


ചിത്രം **8.7** മോർഫിന്റെ രാസഘടന

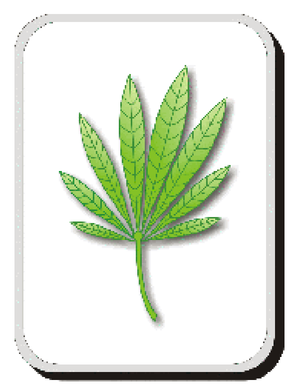
ചിത്രം **8.8** ഒപ്പിയം പോപ്പി

8.5 മയക്കുമരുന്ന്, മദ്യം എന്നിവയുടെ ദുരുപയോഗം

യുവാക്കളുടെ ഇടയിൽ മദ്യം, മയക്കുമരുന്ന് എന്നിവയുടെ ഉപയോഗം വർധിച്ചുവരികയാണെന്ന് നിരീക്ഷണങ്ങളും സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകളും വ്യക്തമാക്കുന്നു. നിരവധി ദോഷകരമായ പരിണിതഫലങ്ങൾക്ക് ഇത് കാരണമാകയാൽ, യഥാർഥത്തിൽ ഈ ആശങ്ക പരിഗണിക്കപ്പെടേണ്ടതു തന്നെയാണ്. ഈ അപകടകരമായ പ്രവണതകളെ ചെറുക്കുന്നതിനും ആരോഗ്യകരമായ ജീവിതശൈലി രൂപപ്പെടുത്തുന്നതിനും ബോധവൽക്കരണവും മാർഗനിർദേശങ്ങളും യുവജനങ്ങൾക്കിടയിൽ ആവശ്യമാണ്.



ചിത്രം **8.9** കന്നാബിനോയിഡ് തന്മാത്രാ രേഖാ ചിത്രം



ചിത്രം **8.10** *കന്നാബിസ് സറ്റൈവ*യുടെ ഇലകൾ

ഒപിയോയിഡുകൾ, കന്നാബിനോയിഡുകൾ, കൊക്ക ആൽക്കലോയിഡുകൾ എന്നിവയാണ് സാധാരണയായി ദുരുപയോഗം ചെയ്യുന്ന മയക്കുമരുന്നുകൾ. ഇവയിൽ ഭൂരിഭാഗവും സപുഷ്പികളിൽ നിന്നും ചിലത് ഫംഗസുകളിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്നു.

കേന്ദ്രനാഡീവ്യൂഹത്തിലും അന്നനാളത്തിലും കാണപ്പെടുന്ന നിർദിഷ്ട ഒപിഓയ്ഡ് ഗ്രാഹികളെ ഉദ്ദീപിപ്പിക്കുന്ന മയക്കുമരുന്നാണ് **ഒപിഓയിഡുകൾ**. ഹെറോയിനെ സാധാരണയായി സ്മാക്ക് (Smack) എന്നു വിളിക്കുന്നു. (ചിത്രം 8.7) ഇതിന്റെ രാസനാമം ഡൈ അസറ്റൈൽ മോർഫിൻ എന്നാണ്. ഇത് വെളുത്തതും മണമില്ലാത്തതും കയ്പേറിയതുമായ പരലുകളാണ്. ഇത് *പപ്പാവർ സോമ്നിഫെറം (Papaver somniferum)* എന്നറിയപ്പെടുന്ന പോപ്പി ചെടിയുടെ (ചിത്രം 8.8) കറയിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന മോർഫിൻ എന്ന പദാർഥത്തെ അസറ്റിലേഷൻ നടത്തിയാണ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്.

കുത്തിവയ്പിലൂടെയും മൂക്കിലൂടെ നേരിട്ട് വലിച്ചും സാധാരണയായി ഉള്ളിലേക്കെടുക്കുന്ന ഹെറോയിൻ വിഷാദത്തിന് കാരണമാവുകയും ശാരീരികപ്രവർത്തനങ്ങളെ മന്ദീഭവിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ചിത്രം **8.11** ഉമ്മത്തിന്റെ പൂവ്

മസ്തിഷ്കത്തിലെ കാനാബിനോയ്ഡ് ഗ്രാഹികളെ ഉദ്ദീപിപ്പിക്കുന്ന ഒരുകൂട്ടം രാസവസ്തുക്കളാണ് **കന്നാബിനോയിഡുകൾ** (ചിത്രം 8.9) *കന്നാബിസ് സറ്റൈവ (Cannabis sativa)* എന്ന ചെടിയുടെ പൂങ്കുലകളിൽ നിന്നാണ് പ്രകൃതിദത്തമായ കന്നാബിനോയിഡുകൾ ലഭിക്കുന്നത് (ചിത്രം 8.10). കന്നാബിസ് ചെടിയുടെ പൂക്കൾ, ഇലകൾ, റെസിൻ എന്നിവ വ്യത്യസ്ത രീതിയിൽ സംയോജിപ്പിച്ചാണ് മരിജുവാന, ഹാഷിഷ്, ചരസ്, കഞ്ചാവ് എന്നിവ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. മൂക്കിലൂടെയും വായിലൂടെയുമാണ് ഇവയെ സാധാരണയായി ഉള്ളിലേക്കെടുക്കുന്നത്. ഇവ പ്രധാനമായും ശരീരത്തിലെ രക്തപര്യയന വ്യവസ്ഥയെ സ്വാധീനിക്കുന്നു.

തെക്കേ അമേരിക്കയിൽ കാണപ്പെടുന്ന *എറിത്രോക്സൈലം കൊക്കാ (Erythroxylum coca)* യിൽ നിന്നാണ് കൊക്കാ ആൽക്കലോയ്ഡ് അല്ലെങ്കിൽ **കൊക്കേയിൻ** ലഭിക്കുന്നത്. ഇത് നാഡീപ്രേഷകമായ (Neuro-transmitter) ഡോപാമിന്റെ പ്രവാഹത്തിന് തടസ്സം ഉണ്ടാക്കുന്നു. സാധാരണയായി **കോക്ക്** അഥവാ **ക്രാക്ക്** എന്നുവിളിക്കുന്ന കൊക്കൈൻ മൂക്കിലൂടെയാണ് വലിച്ചെടുക്കുന്നത്. ഇത് കേന്ദ്ര നാഡീവ്യൂഹത്തിനെ ശക്തമായി ഉത്തേജിപ്പിക്കുകയും ഉന്മാദാവസ്ഥയിലെത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കൊക്കൈയ്ന്റെ അമിതമായ അളവ് മതിഭ്രമത്തിന് കാരണമാകുന്നു. *അട്രോപ്പ (Atropa belladona), ഉമ്മം (Datura)* (ചിത്രം 8.11) എന്നിവയാണ് മതിഭ്രമഗുണങ്ങളുള്ള അറിയപ്പെടുന്ന മറ്റു സസ്യങ്ങൾ. ഇക്കാലത്ത് ചില കായികതാരങ്ങളും കന്നാബിനോയിഡുകൾ ദുരുപയോഗം ചെയ്യാറുണ്ട്.

വിഷാദവും ഉറക്കക്കുറവും പോലെയുള്ള മാനസികരോഗങ്ങളെ നേരിടാൻ രോഗികളെ സഹായിക്കുന്ന മരുന്നുകളായ ബാർബിറ്റുറേറ്റുകൾ, ആംഫിറ്റമിനുകൾ, ആനമയക്കി (benzodiazepines), ലൈസെർജിക് ആസിഡ് ഡൈമീതൈൽ അമൈഡുകൾ (എൽ. എസ്.ഡി) എന്നീ പദാർഥങ്ങളും പലപ്പോഴും മയക്കുമരുന്നുകളായി ദുരുപയോഗം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ശസ്ത്രക്രിയക്ക് വിധേയമാകുന്ന രോഗികൾക്ക് ഫലപ്രദമായ മയക്കുമരുന്നും വേദനസംഹാരിയുമാണ് മോർഫിൻ. മതിഭ്രമദായക സ്വഭാവമുള്ള ധാരാളം സസ്യങ്ങൾ, പഴങ്ങൾ, വിത്തുകൾ എന്നിവ പരമ്പരാഗത ഔഷധങ്ങളായും മതപരമായ ചടങ്ങുകളുടെയും ആചാരങ്ങളുടെയും ഭാഗമായി നൂറുകണക്കിന് വർഷങ്ങളായി ലോകമെമ്പാടും ഉപയോഗിച്ച് വരുന്നു. ചികിത്സയുടെ ആവശ്യത്തിനല്ലാതെയോ അമിതമായ അളവിലോ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു വ്യക്തിയുടെ ശാരീരികവും മാനസികവുമായ പ്രവർത്തനങ്ങളെ താറുമാറാക്കുമ്പോൾ അത് മയക്കുമരുന്നുകളുടെ ദുരുപയോഗമായി മാറുന്നു.

പുകവലി ഹൃദ്രോഗങ്ങളിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. 400 വർഷത്തിലധികമായി മനുഷ്യർ പുകയില ഉപയോഗിച്ച് വരുന്നു. ഇത് വലിച്ചും, ചവച്ചരച്ചും ഉപയോഗിക്കുന്നു. നിക്കോട്ടിൻ എന്ന ആൽക്കലോയിഡ് ഉൾപ്പെടെയുള്ള ധാരാളം രാസപദാർഥങ്ങൾ പുകയിലയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. നിക്കോട്ടിൻ അധിവൃക്കാഗ്രന്ഥിയെ (Adrenal gland) ഉത്തേജിപ്പിച്ച് അഡ്രിനാലിൻ, നോർ-അഡ്രിനാലിൻ എന്നിവയെ രക്തത്തിലേക്ക് സ്രവിപ്പിക്കുന്നു. ഇവ രക്തസമ്മർദം, ഹൃദയമിടിപ്പ് എന്നിവ വർധിപ്പിക്കുന്നു. ശ്വാസകോശം, മൂത്രാശയം, തൊണ്ട എന്നിവിടങ്ങളിൽ അർബുദം, ബ്രോങ്കൈറ്റിസ്, എംഫിസിമ, ഹൃദ്രോഗം, ആമാശയത്തിലെ അൾസർ തുടങ്ങിയ രോഗങ്ങൾ വർധിക്കുന്നതിന് പുകവലി കാരണമാ

കുന്നു. പുകയില ചവയ്ക്കുന്നത് വദനഗഹ്വരത്തിലെ (Oral cavity) അർബുദത്തിനുള്ള സാധ്യത കൂട്ടുന്നു. രക്തത്തിലെ കാർബൺ മോണോക്സൈഡിന്റെ (CO) അളവ് വർധിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ രക്തകോശങ്ങളിലെ ഓക്സിജൻ സംവഹനശേഷി കുറയ്ക്കുന്നു. തത്ഫലമായി ശരീരത്തിൽ ആവശ്യത്തിന് ഓക്സിജൻ ലഭിക്കാതെ വരുന്നു.

സിഗരറ്റ് പായ്ക്കറ്റിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള "പുകവലി ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാണ്" എന്ന നിയമപരമായ മുന്നറിയിപ്പ് അവഗണിക്കാൻ പാടുള്ളതല്ല. എന്നിരുന്നാലും യുവാക്കളിലും പ്രായമായവരിലും പുകവലി വളരെ വ്യാപകമാണ്. വലിക്കുന്നതിന്റെയും പുകയില ചവച്ചരക്കുന്നതിന്റെയും അപകടങ്ങൾ അറിഞ്ഞുകൊണ്ട് അവയുടെ ആസക്തി മൂലമുള്ള ദോഷങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കിയും യുവാക്കളും പ്രായമായവരും ഈ ശീലങ്ങൾ ഒഴിവാക്കേണ്ടത് അനിവാര്യമാണ്. ഈ ദുശ്ശീലങ്ങൾക്ക് അടിമപ്പെട്ടവരെ സാധാരണ ജീവിതത്തിലേക്ക് തിരികെ കൊണ്ടുവരാൻ വിദഗ്ധരുടെ ഉപദേശവും വൈദ്യസഹായവും ആവശ്യമാണ്.

8.5.1 മദ്യത്തിന്റെയും മയക്ക് മരുന്നിന്റെയും ദുരുപയോഗം കൗമാരക്കാരിൽ

സമൂഹത്തിന്റെ ഭാഗമാകുന്നതിനായി ഒരു കുട്ടി തന്റെ മനോഭാവത്തിലും കാഴ്ചപ്പാടിലും പക്വത നേടിയെടുക്കുന്ന കാലഘട്ടത്തെയാണ് കൗമാരകാലഘട്ടം എന്ന് വിവക്ഷിക്കുന്നത്. ഇത് ഏതാണ്ട് 12 മുതൽ 18 വയസ്സുവരെയുള്ള കാലഘട്ടമാണ്. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ബാല്യത്തെയും യൗവനത്തെയും തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന അവസ്ഥയാണ് കൗമാരം. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ജൈവപരവും ചേഷ്ടാപരവുമായ നിരവധി മാറ്റങ്ങൾക്ക് ഇവർ വിധേയരാകുന്നു. അതിനാൽ കൗമാരക്കാർ പ്രലോഭനങ്ങൾക്ക് എളുപ്പത്തിൽ വശംവദരാകുന്നു.

മദ്യവും മയക്കുമരുന്നും പരീക്ഷിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള ജിജ്ഞാസ, വെല്ലുവിളികളെ നേരിടാനും സാഹസിക കൃത്യങ്ങളിലേർപ്പെടാനുമുള്ള അഭിവാഞ്ഛ എന്നിവയാണ് ഇവ ഉപയോഗിക്കാൻ കൗമാരക്കാരെ പ്രചോദിപ്പിക്കുന്നത്. ഒരു കുട്ടിയുടെ സ്വാഭാവിക ജിജ്ഞാസ അവനെ പരീക്ഷണത്തിന് പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ മദ്യം, മയക്കുമരുന്ന് എന്നിവയുടെ ഉപയോഗം കൂടുതൽ സങ്കീർണമായ ഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കുന്നു. മയക്കുമരുന്ന് അല്ലെങ്കിൽ മദ്യത്തിന്റെ ആദ്യ ഉപയോഗം കൗതുകമോ പരീക്ഷണമോ ആയിരിക്കാം. പിന്നീട് പ്രശ്നങ്ങളിൽ നിന്ന് ഒളിച്ചോടുന്നതിനായി കുട്ടി ഇവയെ ആശ്രയിക്കുന്നത് തുടരുന്നു. പഠനസംബന്ധമായോ പരീക്ഷാസംബന്ധമായോ ഉള്ള സമ്മർദങ്ങളിൽ നിന്ന് മോചനം നേടാൻ മദ്യവും മയക്കുമരുന്നും പരീക്ഷിക്കാൻ യുവജനങ്ങൾ പ്രേരിതരാകുന്നു. പുകവലിയിൽ നിന്നോ, മയക്കുമരുന്ന്, മദ്യം എന്നിവയിൽ നിന്നോ ആശ്വാസം അല്ലെങ്കിൽ ഉത്തേജനം കിട്ടുന്നു എന്ന കാഴ്ചപ്പാടാണ് യുവാക്കളിൽ ഈ ശീലം ആരംഭിക്കാൻ കാരണമാകുന്നത്. ടെലിവിഷൻ, സിനിമകൾ, വർത്തമാനപ്പത്രങ്ങൾ, ഇന്റർനെറ്റ് എന്നിവയും ഈ ധാരണ പ്രചരിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. കൗമാരക്കാരുടെ ഇടയിലുള്ള മയക്കുമരുന്ന്, മദ്യപാനം എന്നിവയുടെ ദുരുപയോഗവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി കാണപ്പെടുന്ന മറ്റു ഘടകങ്ങളാണ് ശൈഥില്യം അഥവാ പിന്തുണയില്ലാത്ത കുടുംബ ബന്ധങ്ങളും കൂട്ടുകാരിൽ നിന്നുള്ള സമ്മർദവും.

8.5.2 ആസക്തിയും ആശ്രയത്വവും

മയക്കുമരുന്നുകളുടെ ഫലങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള തെറ്റായ ധാരണ ഇത് വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കാൻ കൗമാരക്കാരെ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു. ഒരിക്കൽ ഉപയോഗിച്ചവരെ വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുക എന്നത് മദ്യത്തിന്റെയും മയക്കുമരുന്നിന്റെയും സവിശേഷതയാണ്. ഇവ നൽകുന്ന ഉന്മാദം, താൽക്കാലിക ആശ്വാസം എന്നിവ ഒരു മാനസികമായ അടിമത്തം രൂപപ്പെടുത്തുകയും ക്രമേണ ആസക്തിയിലേക്ക് നയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വിനാശകരമാണെന്ന് അറിഞ്ഞുകൊണ്ടുതന്നെ ഇതുപയോഗിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു. തൽഫലമായി കൂടുതൽ കഴിക്കുന്ന മയക്കുമരുന്നുകളുടെയും മദ്യത്തിന്റെയും അളവിനനുസരിച്ച് മാത്രമേ ശരീരം പ്രതികരിക്കുന്നുള്ളൂ. ഇതാണ് ആസക്തി. ഒരിക്കലെങ്കിലുമുള്ള ഈ മരുന്നുകളുടെ ഉപയോഗം നമ്മെ ആസക്തിയിലേക്ക് നയിക്കുമെന്നുള്ളത് നാം വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കിയിരിക്കണം. അങ്ങനെ മദ്യം, മയക്കുമരുന്ന് തുടങ്ങിയവയുടെ ദുരുപയോഗം ഉപഭോക്താവിനെ ഒരു ദൂഷിത വലയത്തിലേക്ക് വലിച്ചിടുന്നു. അങ്ങനെ നിരന്തരമായി ഇവ ഉപയോഗിക്കുകയും (ദുരുപയോഗം) തന്മൂലം അവർക്ക് ഈ ശീലത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തുപോകാൻ കഴിയാതെ വരികയും ചെയ്യുന്നു. ശരിയായ മാർഗ നിർദേശങ്ങളോ ഉപദേശങ്ങളോ ലഭിച്ചില്ല എങ്കിൽ, ആ വ്യക്തി ഇതിന് അടിമയാകുകയും ഇവയോട് ആശ്രിതത്വം രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

മയക്കുമരുന്നിന്റെയും മദ്യത്തിന്റെയും ഉപയോഗം പെട്ടെന്ന് നിർത്തുമ്പോൾ പ്രത്യേക സ്വഭാവവും അസുഖകരമായ പിൻവലിയൽ ലക്ഷണങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കാനുള്ള ശരീരത്തിന്റെ പ്രവണതയുമാണ് ആശ്രയത്വം. ഇതിന്റെ പ്രധാന ലക്ഷണങ്ങൾ ഉത്കണ്ഠ, വിറയൽ, ഓക്കാനം, വിയർപ്പ് എന്നിവയാണ്. ഉപയോഗം പുനരാരംഭിച്ചാൽ ഈ ലക്ഷണങ്ങൾ ഒഴിവാക്കപ്പെട്ടേക്കാം. ചില അവസരങ്ങളിൽ പിൻവലിയൽ ലക്ഷണങ്ങൾ കഠിനവും ജീവനുപോലും ഭീഷണിയുണ്ടാക്കുന്നതുമായേക്കാം. ഇത് മറികടക്കുന്നതിന് വൈദ്യസഹായം അനിവാര്യമാണ്.

മദ്യത്തിനും മയക്കുമരുന്നിനും അടിമയാകുന്ന വ്യക്തി തന്റെ ആവശ്യം നിറവേറ്റാനുള്ള പണത്തിനായി എല്ലാ സാമൂഹിക മര്യാദകളെയും അവഗണിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുകയും തൽഫലമായി സമൂഹത്തിൽ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

8.5.3 മദ്യം-മയക്കുമരുന്ന് ദുരുപയോഗം – അനന്തരഫലങ്ങൾ

മദ്യത്തിന്റെയും മയക്കുമരുന്നിന്റെയും ദുരുപയോഗത്തിന്റെ ദുഷ്യഫലങ്ങൾ വെളിപ്പെടുന്നത് അശ്രദ്ധമായ പെരുമാറ്റം, നശീകരണ പ്രവണത, അക്രമവാസന തുടങ്ങിയ പെരുമാറ്റരീതികളിലൂടെയായിരിക്കും. മയക്കുമരുന്നിന്റെ അമിത ഉപയോഗം, ശ്വാസതടസ്സം, ഹൃദയാഘാതം, തലച്ചോറിലെ രക്തസ്രാവം ഇവയ്ക്ക് കാരണമാകുകയും അത് ദീർഘമായ അബോധാവസ്ഥ (Coma) യിലേക്ക് നയിക്കുകയും ചിലപ്പോൾ മരണത്തിന് തന്നെ ഇടയാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മയക്കുമരുന്നുകളുടെ മിശ്രിതവും മയക്കുമരുന്നുകൾ മദ്യവുമായി ചേർത്ത് കഴിക്കുന്നതും മരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു. അക്കാദമിക പ്രകടനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കുറവ്, സ്കൂൾ/കോളേജ് എന്നിവിടങ്ങളിലെ ഹാജർനിലയിലെ കുറവ്, വ്യക്തി ശുചിത്വമില്ലായ്മ, പിൻവലിയൽ, ഒറ്റപ്പെടൽ, വിഷാദം, ക്ഷീണം, ആക്രമണോത്സുകത, നിഷേധമനോഭാവം, കുടുംബവും സുഹൃത്തുക്കളുമായും ഉള്ള ബന്ധത്തിലെ ശൈഥില്യം, വിനോദങ്ങളിൽ ഉള്ള താൽപ്പര്യക്കുറവ്, ഉറക്കത്തിലും ഭക്ഷണശീലങ്ങളിലുമുള്ളമാറ്റം, ശരീരഭാരത്തിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾ, വിശപ്പില്ലായ്മ തുടങ്ങിയവയാണ് മദ്യവും മയക്കുമരുന്നും ദുരുപയോഗം ചെയ്യുന്ന യുവാക്കളിൽ സാധാരണയായി കാണുന്ന അപായ സൂചനകൾ.

മദ്യം/മയക്കുമരുന്ന് എന്നിവയുടെ ഉപയോഗം ദൂരവ്യാപകമായ മറ്റ് കുഴപ്പങ്ങളിലേക്കും നയിക്കും. മദ്യവും മയക്കുമരുന്നുകളും വാങ്ങാനുള്ള പണം കിട്ടാതെവരുമ്പോൾ ഇവർ മോഷണത്തിലേക്ക് തിരിയും. മദ്യവും മയക്കുമരുന്നും ഉപയോഗിക്കുന്നവരിൽ മാത്രമായി ഇവയുടെ ദുഷ്യഫലങ്ങൾ ഒതുങ്ങുന്നില്ല. പലപ്പോഴും ഇത്തരക്കാർ അവരുടെ കുടുംബത്തെയും കൂട്ടുകാരെയും മാനസികമായും സാമ്പത്തികമായും സമ്മർദത്തിലാക്കും.

മയക്കുമരുന്ന് കുത്തിവയ്ക്കുന്നവർക്ക് (ഒരേ സൂചി, സിറിഞ്ച് എന്നിവ ഉപയോഗിച്ച് സിരയിലേക്ക് നേരിട്ടുള്ള കുത്തിവയ്പ്പ് എടുക്കുന്നവർക്ക്) എയിഡ്സ്,

ഹെപ്പറ്റൈറ്റിസ് ബി തുടങ്ങിയ ഗുരുതരമായ രോഗങ്ങൾ വരാനുള്ള സാധ്യത കൂടുതലാണ്. രോഗാണുബാധയുള്ള സൂചികൾ, സിറിഞ്ചുകൾ എന്നിവ പങ്കുവയ്ക്കുന്നതിലൂടെ ഈ രോഗത്തിന് കാരണമാകുന്ന വൈറസുകൾ ഒരു വ്യക്തിയിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു വ്യക്തിയിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. ഇത്തരം രോഗങ്ങൾ മരണത്തിനുവരെ കാരണവുമാകുന്നു. ഈ രണ്ട് രോഗങ്ങളും ലൈംഗിക ബന്ധത്തിലൂടെയും രോഗാണു കലർന്ന രക്തത്തിലൂടെയും പകരുന്നു.

കൗമാരകാലത്തെ മദ്യത്തിന്റെ ഉപയോഗം ദീർഘകാല ഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കിയേക്കാം. പ്രായപൂർത്തിയാകുമ്പോൾ കടുത്ത മദ്യപാനത്തിലേക്ക് ഇത് നയിക്കും. മദ്യത്തിന്റെയും മയക്കുമരുന്നിന്റെയും തുടർച്ചയായ ദുരുപയോഗം നാഡീവ്യവസ്ഥയെയും കരളിനെയും **(സിറോസിസ്)** നശിപ്പിക്കുന്നു. ഗർഭിണികൾ മയക്കുമരുന്നുകളും മദ്യവും ഉപയോഗിക്കുന്നത് ഗർഭസ്ഥ ശിശുവിനെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നു.

ചില കായികതാരങ്ങൾ അവരുടെ പ്രകടനം കൂടുതൽ മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനായി മയക്കുമരുന്നുകൾ ദുരുപയോഗം ചെയ്യുന്നു. വേദനാസംഹാരികൾ, അനാബോളിക് സ്റ്റിറോയിഡുകൾ, ഡൈയൂററ്റിക്സ്, ചില ഹോർമോണുകൾ തുടങ്ങിയവ കായികരംഗത്ത് ദുരുപയോഗം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇവ പേശീ ശക്തി വർധിപ്പിക്കുകയും ആക്രമണവാസന പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുകയും തൽഫലമായി കായിക ക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സ്ത്രീകളിൽ ആനബോളിക് സ്റ്റിറോയിഡുകളുടെ ഉപയോഗം പുരുഷന്മാരെ പോലെയുള്ള പ്രകൃതം, വർധിച്ച ആക്രമണ സ്വഭാവം,അസ്ഥിരതയുള്ള മാനസികാവസ്ഥ, വിഷാദം, അസാധാരണമായ ആർത്തവചക്രം, മുഖത്തും ശരീരത്തിലും അമിത രോമവളർച്ച, ശിശ്നികയുടെ വലുപ്പം വർധിക്കൽ, ശബ്ദത്തിന്റെ ഗാംഭീര്യം വർധിക്കൽ തുടങ്ങിയ പാർശ്വഫലങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. പുരുഷന്മാരിൽ ഇത് മുഖക്കുരു, വർധിച്ച അക്രമാസക്തി, അസ്ഥിരതയുള്ള മാനസികാവസ്ഥ, വിഷാദരോഗം, വൃഷണങ്ങളുടെ വലുപ്പം കുറയൽ, ബീജോൽപ്പാദനത്തിലുള്ള കുറവ്, വൃക്കയുടെയും കരളിന്റെയും പ്രവർത്തനത്തിലുള്ള താളപ്പിഴവ് (dysfunction), സ്തനവളർച്ച, അകാലത്തിൽ കഷണ്ടി, പ്രോസ്റ്റേറ്റ് ഗ്രന്ഥിയുടെ വലുപ്പം വർധിക്കൽ എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇവയുടെ നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന ഉപയോഗത്തിലൂടെ ഈ ഫലങ്ങൾ സ്ഥിരമാകാം. കൗമാരക്കാരായ ആൺകുട്ടികളിലും പെൺകുട്ടികളിലും മുഖത്തും ശരീരത്തിലും മുഖക്കുരുക്കൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. മാത്രമല്ല നീളമുള്ള അസ്ഥികളുടെ വളർച്ചാ കേന്ദ്രങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനം നിലയ്ക്കുന്നതിനാൽ വളർച്ച മുരടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

8.5.4 പ്രതിരോധവും നിയന്ത്രണവും

പുകവലി, മയക്കുമരുന്ന്, മദ്യം എന്നിവ പോലുള്ള ശീലങ്ങൾ ചെറുപ്പത്തിൽ തന്നെ പ്രത്യേകിച്ച് കൗമാരപ്രായത്തിൽ തന്നെ തുടങ്ങാനുള്ള സാധ്യത ഏറെയാണ്. അതുകൊണ്ടു തന്നെ ഒരു കൗമാരക്കാരനെ മദ്യത്തിന്റെയും മയക്കുമരുന്നിന്റെയും ഉപയോഗത്തിലേക്ക് തള്ളിവിടുന്ന സാഹചര്യങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുന്നതും പരിഹാരനടപടികൾ കൃത്യസമയത്ത് തന്നെ എടുക്കുന്നതും നന്നായിരിക്കും. ഇക്കാര്യത്തിൽ മാതാപിതാക്കൾക്കും അധ്യാപകർക്കും പ്രത്യേക ഉത്തരവാദിത്വം ഉണ്ട്. രോഗചികിത്സയേക്കാൾ പ്രതിരോധമാണ് ഉത്തമം എന്ന പഴഞ്ചൊല്ല് ഇവിടെ സാധൂകരിക്കപ്പെടുന്നു. ശരിയായ രക്ഷകർതൃത്വവും തികഞ്ഞ അച്ചടക്കബോധവും കുട്ടികളെ മദ്യം, മയക്കുമരുന്ന്, പുകവലി എന്നീ ദുശ്ശീലങ്ങളിൽനിന്ന് അകറ്റിനിർത്തുന്നു. ഇവിടെ പരാമർശിക്കുന്ന ചില നടപടികൾ കൗമാരക്കാരിലെ മദ്യത്തിന്റെയും മയക്കുമരുന്നിന്റെയും ഉപയോഗം തടയുന്നതിനും നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ്.

i) **സഹപാഠികളിൽനിന്നുള്ള സമ്മർദം ഒഴിവാക്കുക:-**

ബഹുമാനിക്കപ്പെടേണ്ടതും പരിപാലിക്കപ്പെടേണ്ടതുമായ സ്വന്തം ഇഷ്ടവും വ്യക്തിത്വവും ഓരോ കുട്ടിക്കും ഉണ്ട്. പഠനം, കായികം, ഇതര പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയിൽ സ്വന്തം കഴിവിന്റെ പരിധിക്കപ്പുറമുള്ള പ്രകടനം കാഴ്ചവയ്ക്കണമെന്ന് അന്യായമായി കുട്ടിയെ നിർബന്ധിക്കുവാൻ പാടുള്ളതല്ല.

ii) ബോധവൽക്കരണവും ഉപദേശവും

പ്രശ്നങ്ങളും സമ്മർദങ്ങളും നേരിടാനും, നിരാശകളും പരാജയങ്ങളും ജീവിതത്തിന്റെ ഭാഗമായി കാണാനും കുട്ടിയെ ബോധവൽക്കരിക്കുകയും ഉപദേശിക്കുകയും വേണം. കായികവിനോദങ്ങൾ, വായന, സംഗീതം, യോഗ, മറ്റ് പാഠ്യേതര പ്രവർത്തനങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ആരോഗ്യകരമായ മേഖലകളിലേക്ക് കുട്ടിയുടെ ഊർജത്തെ വഴിതിരിച്ചു വിടുന്നത് ഗുണപ്രദമായിരിക്കും.

iii) മാതാപിതാക്കളിൽ നിന്നും സഹപാഠികളിൽ നിന്നും സഹായം തേടുക:-

മാതാപിതാക്കളുടെയും സഹപാഠികളുടെയും സഹായം ഉടനടി തേടുകയാണെങ്കിൽ ഉചിതമായ മാർഗത്തിലൂടെ കുട്ടികളെ നയിക്കാൻ അവർക്ക് സാധിക്കും. വിശ്വസ്തരായ സുഹൃത്തുക്കളുടെ സഹായവും തേടാവുന്നതാണ്. പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കുന്നതിനുള്ള ശരിയായ ഉപദേശങ്ങൾ ഇതിലൂടെ ലഭിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഉൽക്കണ്ഠ, കുറ്റബോധം എന്നീ തോന്നലുകളിൽനിന്ന് യുവാക്കളെ മോചിതരാക്കാനും ഇതുവഴി സാധിക്കും.

iv) അപകട സൂചനകൾ അന്വേഷിക്കുക:-

ഈ അധ്യായത്തിൽ ചർച്ച ചെയ്തിരിക്കുന്ന അപകടങ്ങളെക്കുറിച്ച് അന്വേഷിക്കുകയും തിരിച്ചറിഞ്ഞ് കണ്ടെത്തുകയും ചെയ്യാൻ മാതാപിതാക്കളും അധ്യാപകരും ഉണർന്നു പ്രവർത്തിക്കേണ്ടതാണ്. സുഹൃത്തുക്കളാണെങ്കിൽ പോലും, മദ്യമോ, മയക്കുമരുന്നോ ഉപയോഗിക്കുന്ന ആരെയെങ്കിലും കണ്ടാൽ, ബന്ധപ്പെട്ട വ്യക്തിയുടെ നന്മയെ കരുതി മാതാപിതാക്കളുടെയോ അധ്യാപകരുടെയോ ശ്രദ്ധയിൽ കൊണ്ടുവരാൻ മടികാണിക്കരുത്. രോഗം നിർണയിക്കുന്നതിനും അതിനു പിന്നിലുള്ള കാരണങ്ങൾ അറിയുന്നതിനും അനുയോജ്യമായ നടപടികൾ അത്യാവശ്യമാണ്. ശരിയായ പരിഹാര നടപടികൾക്ക് അല്ലെങ്കിൽ ചികിത്സ ആരംഭിക്കുന്നതിന് ഇത് സഹായകമാകുന്നു.

v) **വൈദ്യസഹായം തേടൽ:-**

മദ്യം, മയക്കുമരുന്ന് ദുരുപയോഗിത്തിന് അടിമപ്പെട്ടവരെ സഹായിക്കുന്നതിന് മനോരോഗവിദഗ്ധരുടെയും മനശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെയും ലഹരിവിമോചന കേന്ദ്രങ്ങളുടെയും പുനരധിവാസ കേന്ദ്രങ്ങളുടെയും സേവനം ലഭ്യമാണ്. ഇത്തരം ദുശീലങ്ങൾക്കടിമപ്പെട്ട ഒരാൾക്ക് ഈ സൗകര്യങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തികൊണ്ട് സ്വപരിശ്രമവും മനോബലവും വളർത്തിയെടുത്ത് സാധാരണ ജീവിതത്തിലേക്ക് തിരികെ വരുവാൻ കഴിയും.

സംഗ്രഹം

രോഗത്തിന്റെ അഭാവം മാത്രമല്ല ആരോഗ്യം. പൂർണമായ ശാരീരിക, മാനസിക, സാമൂഹിക, സുസ്ഥിതിയാണ് ഈ അവസ്ഥ. രോഗങ്ങളായ ടൈഫോയ്ഡ്, കോളറ, ന്യുമോണിയ, തൊലിപ്പുറത്തെ ഫംഗസ്ബാധ, മലമ്പനി തുടങ്ങിയ പല രോഗങ്ങളും മനുഷ്യരുടെ അസ്വാസ്ഥ്യങ്ങൾക്ക് പ്രധാന കാരണങ്ങളാണ്. രോഗവാഹകരിലൂടെ പകരുന്ന രോഗങ്ങളായ മലമ്പനി പോലുള്ളവ, പ്രത്യേകിച്ചും *പ്ലാസ്മോഡിയം* ഫാൽസിപരം കാരണം ഉണ്ടാകുന്ന മലമ്പനി, ചികിത്സിച്ചില്ലെങ്കിൽ മരണത്തിനു കാരണമായേക്കാം. ഇതിനുപുറമേ ശുചിത്വം, ശരിയായ രീതിയിലുള്ള മാലിന്യ നിർമാർജനം, ശുദ്ധമായ കുടിവെള്ളം, രോഗകാരികളായ കൊതുകുകൾ പോലുള്ള ജീവികളുടെ നിയന്ത്രണം, രോഗപ്രതിരോധവൽക്കരണം തുടങ്ങിയ പൊതുജനാരോഗ്യ നടപടികൾ ഈ രോഗവാഹകരെ തടയാൻ വളരെയേറെ ഫലപ്രദമാണ്. രോഗകാരികളായ ഘടകങ്ങളുടെ ആക്രമണത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ നമ്മുടെ രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനം ഈ രോഗങ്ങളെ തടയാൻ സുപ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. നമ്മുടെ ശരീരത്തിലെ സ്വാഭാവികമായ പ്രതിരോധ സംവിധാനങ്ങളായ ത്വക്ക്, ശ്ലേഷ്മചർമ്മം, സൂക്ഷ്മജീവികൾക്കെതിരായി നമ്മുടെ കണ്ണീരിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ, ഉമിനീർ, ഭക്ഷകകോശങ്ങൾ, എന്നിവ നമ്മുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് രോഗാണുക്കൾ പ്രവേശിക്കുന്നത് തടയുന്നതിന് സഹായിക്കുന്നു. നമ്മുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് രോഗകാരികൾ പ്രവേശിച്ചാൽ പ്രത്യേക ആന്റിബോഡികൾ (ദ്രവ പ്രതിരക്ഷാപ്രതികരണം), കോശങ്ങൾ (കോശമധ്യവർത്തിയായ പ്രതിരക്ഷാപ്രതികരണം) എന്നിവ ഈ രോഗകാരികളെ നശിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനത്തിലുള്ള സ്മൃതികോശങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ ഒരേ രോഗകാരികൾ വീണ്ടും പ്രവേശിക്കുകയാണെങ്കിൽ രോഗപ്രതിരോധ പ്രതികരണം വേഗതയേറിയതും കൂടുതൽ തീവ്രവുമായിരിക്കും. ഗോവസൂരിപ്രയോഗത്തിന്റെയും രോഗപ്രതിരോധ കുത്തിവയ്പിന്റെയും അടിസ്ഥാനം സ്മൃതികോശങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനമാണ്.

എയ്ഡ്സ്, അർബുദം തുടങ്ങിയ രോഗങ്ങൾ ലോകമെമ്പാടും അനേകം ആളുകളെ കൊന്നൊടുക്കുന്നു. ഹ്യൂമെൻ ഇമ്യൂണോ ഡെഫിഷ്യൻസി വൈറസ് (എച്ച്.ഐ.വി.) വഴിയുണ്ടാകുന്ന എയ്ഡ്സ് മാരകമാണ്. എന്നാൽ ചില മുൻകരുതലുകൾ സ്വീകരിച്ചാൽ ഇതിനെ തടയാം. നേരത്തേ കണ്ടെത്തി അനുയോജ്യമായ ചികിത്സാ നടപടികൾ സ്വീകരിച്ചാൽ പല അർബുദങ്ങളും ഭേദമാകുന്നവയാണ്. യുവാക്കളിലും കൗമാരക്കാരിലും കാണപ്പെടുന്ന മയക്കുമരുന്നിന്റെയും മദ്യത്തിന്റെയും ദുരുപയോഗമാണ് പരിഗണിക്കപ്പെടേണ്ട മറ്റൊരു വിഷയം. മാനസിക സമ്മർദങ്ങൾ, സഹപാഠികളിൽനിന്നുള്ള സമ്മർദങ്ങൾ, മത്സരപരീക്ഷകൾ ഏൽപ്പിക്കുന്ന സമ്മർദം എന്നിവയിൽനിന്ന് ആശ്വാസം ലഭിക്കുന്നതിനായി ഒരു വ്യക്തി മദ്യം, മയക്കുമരുന്ന് എന്നിവ പരീക്ഷിക്കുകയും അതിന് അടിമയാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്റെ ദോഷകരമായ പരിണിതഫലങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ബോധവൽക്കരണ ഉപദേശങ്ങൾ, മനോരോഗവിദഗ്ധരുടെയും മാനസികാരോഗവിദഗ്ധരുടെയും സഹായം, തുടങ്ങിയവയിലൂടെ വ്യക്തിയെ ഈ തിന്മകളിൽ നിന്ന് പൂർണമായും രക്ഷിക്കാൻ കഴിയും.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. പകർച്ചവ്യാധികളിൽ നിന്ന് സംരക്ഷണം നേടാൻ നിങ്ങൾ നിർദേശിക്കുന്ന വിവിധ തരത്തിലുള്ള പൊതുജനാരോഗ്യ നടപടികൾ എന്തെല്ലാം?
2. പകർച്ചവ്യാധികളെ നിയന്ത്രിക്കാൻ ജീവശാസ്ത്രപഠനം ഏതുരീതിയിൽ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു?
3. താഴെപ്പറയുന്ന ഓരോ രോഗവും പകരുന്നത് എങ്ങനെ?

   (a) വയറിളക്കം (b) മലമ്പനി (c) വിരശല്യം (d) ന്യൂമോണിയ
4. ജലജന്യരോഗങ്ങൾ തടയുന്നതിനായി നിങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുന്ന നടപടികൾ എന്തെല്ലാം?
5. DNA വാക്സിനുകൾ എന്ന ഭാഗത്തെ 'അനുയോജ്യമായ ഒരു ജീൻ' എന്ന പ്രയോഗം എന്താണ് അർഥമാക്കുന്നത് എന്ന് അധ്യാപികയുമായി ചർച്ച ചെയ്യുക.
6. പ്രാഥമിക, ദ്വിതീയ ലിംഫോയിഡ് അവയവങ്ങളുടെ പേര് എഴുതുക.
7. ഈ അധ്യായത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള ചില പ്രശസ്തമായ ചുരുക്കെഴുത്തുകളാണ് താഴെ തന്നിരിക്കുന്നത്. ഓരോന്നിനെയും അതിന്റെ പൂർണമായ രൂപത്തിൽ വിശദീകരിക്കുക.

   (a) MALT (b) CMI (c) AIDS (d) NACO (e) HIV
8. താഴെപ്പറയുന്നവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ കണ്ടെത്തി ഓരോന്നിനും ഉദാഹരണങ്ങൾ നൽകുക.

   (a) സ്വാഭാവിക പ്രതിരോധശേഷി, ആർജിത പ്രതിരോധശേഷി

   (b) സക്രിയമായ രോഗപ്രതിരോധശേഷി
9. ഒരു ആന്റിബോഡി തന്മാത്രയുടെ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക.
10. ഹ്യൂമൻ ഇമ്യൂണോ ഡെഫിഷ്യൻസി വൈറസിന്റെ പകർച്ചയ്ക്കു കാരണമായ വിവിധ മാർഗങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?
11. രോഗബാധിതനായ വ്യക്തിയുടെ രോഗപ്രതിരോധ സംവിധാനം എയിഡ്സ് വൈറസ് തകരാറിലാക്കുന്നതെങ്ങനെ? എന്തെല്ലാം സംവിധാനങ്ങൾക്കാണ് എയ്ഡ്സ് വൈറസ് കാരണമാകുന്നുത്?
12. ഒരു സാധാരണ കോശത്തിൽ നിന്നും അർബുദകോശം എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?
13. മെറ്റാസ്റ്റാസിസ് കൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത് എന്താണ്? വിശദീകരിക്കുക.
14. മദ്യത്തിന്റെയും മയക്കുമരുന്നിന്റെയും ദുരുപയോഗം കാരണമുണ്ടാകുന്ന ദോഷഫലങ്ങൾ പട്ടികപ്പെടുത്തുക.

15. മദ്യം, മയക്കുമരുന്ന് ഇവ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനായി ഒരു വ്യക്തിയെ സ്വാധീനിക്കാൻ സുഹൃത്തുക്കൾക്ക് കഴിയുമെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിക്കുന്നുണ്ടോ? അങ്ങനെയെങ്കിൽ, അത്തരം സ്വാധീനത്തിൽ നിന്ന് എങ്ങനെ സ്വയം രക്ഷനേടാം?

16. ഒരു വ്യക്തി ഒരിക്കൽ മദ്യമോ മയക്കുമരുന്നോ ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയാൽ ആ ശീലത്തിൽ നിന്ന് മോചിതനാകാൻ വളരെ പ്രയാസമായിരിക്കും. എന്തുകൊണ്ട്? നിങ്ങളുടെ അധ്യാപകരുമായി ചർച്ച ചെയ്യുക.

17. നിങ്ങളുടെ കാഴ്ചപ്പാടിൽ യുവാക്കളെ മദ്യവും മയക്കുമരുന്നും ഉപയോഗിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ എന്തെല്ലാം? ഇവ എങ്ങനെ ഒഴിവാക്കാം?

അധ്യായം 9

ഭക്ഷ്യോൽപാദനം വർധിപ്പിക്കാനുള്ള ഉപായങ്ങൾ (STRATEGIES FOR ENHANCEMENT IN FOOD PRODUCTION)

L1P8Q2

9.1 മൃഗസംരക്ഷണം

9.2 സസ്യപരിപാലനം

9.3 ഏകകോശ മാംസ്യങ്ങൾ

9.4 ടിഷ്യുകൾച്ചർ

ജനസംഖ്യ ഉയരുന്നതിനനുസരിച്ച് ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനം വർധിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാം. മൃഗസംരക്ഷണം, സസ്യപരിപാലനം തുടങ്ങിയ മേഖലകളിൽ ജീവശാസ്ത്ര തത്വങ്ങളുടെ പ്രയോഗം ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദന വർധനവിൽ വലിയ പങ്ക് വഹിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഭ്രൂണകൈമാറ്റം,ടിഷ്യുകൾച്ചർ തുടങ്ങിയ നൂതന സാങ്കേതിക മാർഗങ്ങൾ ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദന മേഖലയിൽ കാര്യമായ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തുമെന്നത് ഉറപ്പാണ്.

9.1 മൃഗസംരക്ഷണം

കന്നുകാലികളുടെ പ്രജനനം, പരിപാലനം എന്നിവയാണ് മൃഗസംരക്ഷണത്തിലുൾപ്പെടുന്ന പ്രധാന കാർഷിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ. എരുമ, പശു, പന്നി, കുതിര, ചെമ്മരിയാട്, ഒട്ടകം, ആട് മുതലായ ജീവികളുടെ പരിപാലനം ഇതിൽപ്പെടുന്നു. കോഴിവളർത്തൽ,മീൻവളർത്തൽ എന്നിവയും മൃഗസംരക്ഷണത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. മത്സ്യങ്ങൾ, കൊഞ്ച്, ഞണ്ട്, ചിപ്പി മുതലായ ജീവികളുടെ പ്രജനനം, വളർത്തൽ, വിപണനം എന്നിവയുൾപ്പെടുന്നതാണ് ഫിഷറീസ്. ചിരപുരാതനകാലം മുതൽ പാൽ, മുട്ട, ഇറച്ചി, കമ്പിളി, പട്ട്, തേൻ തുടങ്ങിയ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾക്കായി മനുഷ്യൻ വ്യത്യസ്ത ജീവികളെ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു.

ലോകത്ത് ആകമാനമുള്ള കന്നുകാലികളുടെ 70 ശതമാനം ഇന്ത്യയിലും ചൈനയിലുമാണെന്ന് കണക്കുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഈ ജന്തുക്കളിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ ഈ രാജ്യങ്ങളുടെ സംഭാവന വെറും 25 ശതമാനമാണെന്നത് നമ്മെ അതിശയിപ്പിക്കുന്നു. അതായത്

ഏകകംപ്രതിയുള്ള ഉൽപ്പാദനം (Productivity per unit) വളരെ കുറവാണ്. പരമ്പരാഗതമായ പ്രജനനരീതികൾക്കൊപ്പം ആധുനിക സാങ്കേതികവിദ്യകൾ ഈ മേഖലകളിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നതിലൂടെ ഗുണനിലവാരവും ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും വർധിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയും.

9.1.1 ഫാമുകളുടെ നടത്തിപ്പും ഫാമിൽ വളരുന്ന ജീവികളുടെ പരിപാലനവും

ജീവികളെ പരിപാലിക്കുന്ന ഫാമുകളിൽ ശാസ്ത്രീയവും തൊഴിൽപരവുമായ രീതികൾ അവലംബിക്കുന്നത് വഴി ഉൽപ്പാദനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുവാൻ സാധിക്കും.
വിവിധ തരം ഫാമുകളുടെ പരിപാലന രീതികളെകുറിച്ച് നമുക്ക് ചർച്ചചെയ്യാം.

9.1.1.1 ഡയറിഫാം പരിപാലനം

മനുഷ്യന്റെ ഉപയോഗത്തിനുള്ള പാലിനും പാലുൽപ്പന്നങ്ങൾക്കുമായി മൃഗങ്ങളെ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനെ ഡയറിയിങ് (Dairying) എന്ന് പറയുന്നു.
ഒരു ഡയറി ഫാമിൽ കാണാൻ സാധ്യതയുള്ള മൃഗങ്ങൾ ഏതെല്ലാമാണ്? പാലിൽ നിന്ന് നമുക്ക് ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയുന്ന ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണ്?
പാൽ ഉൽപ്പാദനത്തിന്റെ അളവും ഗുണമേന്മയും വർധിപ്പിക്കുന്നതിന് വേണ്ടിയുള്ള പ്രക്രിയകളും രീതികളുമാണ് ഡയറിഫാം നടത്തിപ്പിലൂടെ ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. പാൽ ഉൽപ്പാദനം പ്രധാനമായും കന്നുകാലികളുടെ ഇനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുമെന്നതിനാൽ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത കൂടിയവയും (അവ ജീവിക്കുന്ന ചുറ്റുപാടിലുള്ള കാലാവസ്ഥയ്ക്കനുസരിച്ച്), രോഗപ്രതിരോധശേഷിയുള്ളവയുമായ ഇനം കാലികളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുക എന്നത് വളരെ പ്രധാനമാണ്. വൃത്തിയുള്ള പരിസരം, ആവശ്യത്തിന് ജലം, രോഗാണുക്കളില്ലാത്ത സാഹചര്യം ഇവയെല്ലാം കന്നുകാലി പരിചരണത്തിന്റെ പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ്. ശാസ്ത്രീയമായ ഭക്ഷണരീതി, തീറ്റയുടെ അളവിലും ഗുണമേന്മയിലുമുള്ള കൃത്യത, കാലികളുടെയും പരിപാലിക്കുന്നവരുടെയും ശുചിത്വം എന്നിവ പാലിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. പാൽക്കറവ, സംഭരണം, വിതരണം തുടങ്ങിയ എല്ലാ പ്രക്രിയകളും വളരെ വൃത്തിയോടെ കൈകാര്യം ചെയ്യണം. ആധുനിക കാലഘട്ടത്തിൽ ഈ പ്രക്രിയകളിൽ മിക്കവയും യന്ത്രസഹായത്തോടെ ചെയ്യാൻ സാധിക്കുമെന്നതിനാൽ വൃത്തിയുള്ള സാഹചര്യമൊരുക്കുന്നത് എളുപ്പമാണ്. കന്നുകാലികളുടെ രേഖകൾ സൂക്ഷിക്കുന്നതിനും പരിപാലനപ്രക്രിയകൾ കൃത്യമായി പരിശോധിക്കാനുമുള്ള സൗകര്യങ്ങളുണ്ടാകണം. ഇത് കന്നുകാലികൾക്ക് ഉണ്ടാകാനിടയുള്ള പ്രശ്നങ്ങൾ വളരെ മുൻകൂട്ടി കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനും പരിഹരിക്കുന്നതിനും സഹായിക്കും. കൃത്യമായ ഇടവേളകളിൽ മൃഗഡോക്ടറുടെ സേവനം നിർബന്ധമായും ലഭ്യമാക്കണം.

കന്നുകാലി പരിചരണം എന്ന വിഷയം അടിസ്ഥാനമാക്കി വിവിധ ചോദ്യങ്ങളുൾപ്പെടുത്തി ചോദ്യാവലി തയാറാക്കുക. വീടിനടുത്തുള്ള ഡയറിഫാം സന്ദർശിച്ച് ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കുക.

9.1.1.2 പൗൾട്രി ഫാം പരിപാലനം

ഭക്ഷ്യോൽപ്പന്നങ്ങളായ മാംസം, മുട്ട എന്നിവയ്ക്കുവേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്ന പക്ഷികളാണ് പൗൾട്രി വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നത്. കോഴി, താറാവ്, ടർക്കി, വാത്ത (Geese)എന്നിവയുടെ പരിപാലനവും മറ്റു ചില പക്ഷികളുടെ മാംസ വിപണനവും പൗൾട്രിയിലുൾപ്പെടുന്നുണ്ട്.

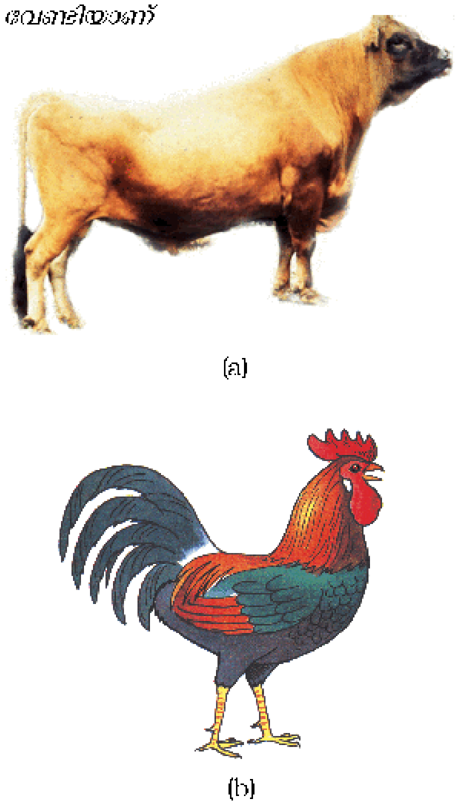
രോഗപ്രതിരോധശേഷിയും ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയുമുള്ള ഇനങ്ങൾ തിരഞ്ഞെടുക്കൽ, വൃത്തിയുള്ളതും സുരക്ഷിതവുമായ ഫാം സാഹചര്യം, ശരിയായ രീതിയിൽ തീറ്റയും

ജലവും ലഭ്യമാക്കുക, ആരോഗ്യ സംരക്ഷണം തുടങ്ങിയവയെല്ലാം പൗൾട്രി ഫാം പരിപാലനത്തിന്റെ പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ്.

അടുത്തകാലത്ത് വിവിധ ദൃശ്യശ്രാവ്യ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെ പക്ഷിപ്പനി (Bird flu) എന്ന വിപത്തിനെക്കുറിച്ചും, അതുമൂലം മുട്ട, മാംസം എന്നിവയുടെ ഉപഭോഗത്തിലുണ്ടായ വൻ കുറവിനെപ്പറ്റിയും നിങ്ങൾ കേട്ടുകാണുമല്ലോ? വൈറസ് (Bird flu virus) മൂലമുണ്ടാകുന്ന ഈ രോഗത്തെക്കുറിച്ചും കോഴികളിൽ രോഗം കണ്ടു തുടങ്ങിയാൽ പകരാതിരിക്കാൻ സ്വീകരിക്കുന്ന മാർഗങ്ങളെക്കുറിച്ചും കൂടുതൽ വിവരം ശേഖരിക്കുക.

9.1.2 മൃഗ പരിപാലനം

ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും ഗുണനിലവാരവുമേറിയ മൃഗങ്ങളെ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുക എന്നതും ഗുണനിലവാരമുള്ള ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുക എന്നതുമാണ് മൃഗപരിപാലനത്തിന്റെ പ്രധാന ലക്ഷ്യം. *എന്തൊക്കെ ആവശ്യങ്ങൾക്കു വേണ്ടിയാണ് നാം മൃഗങ്ങളെ പരിപാലിക്കുന്നത്?*



ചിത്രം 9.1 കാലികളുടെയും കോഴികളുടെയും ഗുണനിലവാരമുള്ള ഇനങ്ങൾ (a) ജഴ്സി (b) ലെഗോൺ

പരിപാലനത്തിനായി തിരഞ്ഞെടുക്കുന്ന മൃഗങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് അഭിലഷണീയമായ ഗുണങ്ങൾ വ്യത്യാസപ്പെടാറില്ലേ? 'ഇനം' (Breed) എന്നതുകൊണ്ട് എന്താണ് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്? ഒരേ വംശപരമ്പരയിൽപ്പെടുന്നതും ബാഹ്യരൂപം, ലക്ഷണം, വലുപ്പം, ആകൃതി എന്നിവയിൽ സാമ്യതയുള്ളതുമായ ജീവികൾ ഒരേ ഇന (breeds) ത്തിൽപ്പെടുന്നു.

നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടും കാണപ്പെടുന്ന വ്യത്യസ്ത ഇനം കന്നുകാലികളുടെയും വളർത്തുപക്ഷികളുടെയും സാധാരണ ഇനങ്ങളുടെ പേരുകൾ ശേഖരിക്കുക.

ഒരേ ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ജീവികൾ തമ്മിൽ ഇണചേരുന്നതാണ് **അന്തഃപ്രജനനം (Inbreeding)**. വ്യത്യസ്ത ഇനങ്ങൾ ചേർന്ന് പുതിയവ ഉണ്ടാകുന്നതിനെ **ബഹിർപ്രജനനം (Out breeding)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

അന്തഃപ്രജനനം : 4-6 തലമുറകളിൽ അടുത്ത ബന്ധമുള്ള ഒരേ ഇനത്തിൽപ്പെട്ട രണ്ട് ജീവികൾ ഇണചേരുന്നതിനെയാണ് അന്തഃപ്രജനനം എന്ന്പറയുന്നത് .

ഒരേ ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ശ്രേഷ്ഠ സ്വഭാവമുള്ള ആൺജീവിയേയും പെൺജീവിയേയും കണ്ടെത്തി ഇണചേർക്കുന്നു. സന്താനങ്ങളിൽ ശ്രേഷ്ഠ സ്വഭാവമുള്ള ആൺ പെൺ ജീവികളെ കണ്ടെത്തി അവയെ ഇണചേർത്ത് പുതിയ തലമുറ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

കന്നുകാലികളിൽ ഓരോ കറവയിലും എത്ര പാൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു എന്നതാണ് പശുക്കളിലെയും എരുമകളിലെയും ശ്രേഷ്ഠ സ്വഭാവം. മറ്റു കാളകളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി മികച്ച സന്തതിപരമ്പരയ്ക്ക് ജന്മം നൽകുക എന്നതാണ് കാളകളിലെ ശ്രേഷ്ഠ സ്വഭാവം.

പയറുചെടികളിൽ ശുദ്ധമായ പരമ്പരകൾ ലഭിക്കുന്നതിന് മെൻഡൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ അധ്യായം അഞ്ചിൽ പഠിച്ചത് ഓർത്തു നോക്കൂ. അതു പോലെയുള്ള രീതികളാണ് ശുദ്ധപരമ്പരജന്തുക്കളെ വികസിപ്പിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അന്തഃപ്രജനനം വഴി **സമയുഗ്മജത്വം (Homozygosity)** വർധിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. അതിനാൽ ശുദ്ധപരമ്പരകൾ ലഭിക്കുന്നതിന് അന്തഃപ്രജനനമാണ് ഏറ്റവും ഉത്തമം. അന്തഃപ്രജനനത്തിലൂടെ ദോഷകരമായ ഗുപ്തഗുണ ജീനുകൾ (Recessive genes) പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയും അവയെ തിരഞ്ഞെടുപ്പിലൂടെ ഒഴിവാക്കുകയും ചെയ്യാൻ

സാധിക്കും. ഇത് ശ്രേഷ്ഠജീനുകളെ ഒരുമിപ്പിക്കുന്നതിനും അനഭിലഷണീയമായ ജീനുകളെ ഒഴിവാക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഈ രീതിയിൽ ഓരോ ഘട്ടത്തിലും തിരഞ്ഞെടുപ്പ് നടക്കുന്നത് അന്തഃപ്രജനന സമൂഹങ്ങളുടെ (Inbreeding Population) ഉൽപ്പാദനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ നിരന്തരമായി അന്തഃപ്രജനനം നടത്തുന്നത് വന്ധ്യത, ഉൽപ്പാദനക്ഷമതാക്കുറവ് എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇതാണ് **അന്തഃപ്രജനന നിർവീര്യത (Inbreeding depression).** അന്തഃപ്രജനന നിർവീര്യത അതിജീവിക്കാൻ തിരഞ്ഞെടുത്ത ജീവികളെ അതേ ഇനത്തിലുള്ള പരസ്പരം ബന്ധമില്ലാത്ത മറ്റൊരു ശ്രേഷ്ഠ ജീവിയുമായി ഇണചേർക്കാം. ഇത് ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും പ്രത്യുൽപ്പാദനശേഷിയും ഉള്ള തലമുറയെ തിരികെ കൊണ്ടുവരുവാൻ സഹായിക്കും.

ബഹിർപ്രജനനം: പരസ്പരം ബന്ധമില്ലാത്ത ജീവികളുടെ ഇണചേരലാണ് ബഹിർപ്രജനനം. ഇത് താഴെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന രീതികളിൽ സംഭവിക്കാം. 4-6 തലമുറവരെ ബന്ധമില്ലാത്തതും, പൊതുപൂർവികരില്ലാത്തതുമായ ഒരേ ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ജീവികളുടെ ഇണചേരൽ (ഔട്ട് ക്രോസിംഗ്), വ്യത്യസ്ത ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ജീവികളുടെ ഇണചേരൽ (സങ്കര പ്രജനനം - Cross breeding), വ്യത്യസ്ത സ്പീഷിസുകളിൽപ്പെട്ട ജീവികൾ തമ്മിലുള്ള ഇണചേരൽ (ഇന്റർസ്പെസിഫിക് ഹൈബ്രിഡൈസേഷൻ - Interspecific hybridisation).

ഔട്ട് ക്രോസിംഗ് (Outcrossing) : ഒരേ ഇനത്തിൽപ്പെട്ടതും മാതൃ-പിതൃ വംശപാരമ്പര്യങ്ങളിൽ (Pedigree) 4-6 തലമുറ വരെ പൊതുപൂർവികരില്ലാത്തതുമായ ജീവികൾ ഇണചേരുന്നതാണ് ഔട്ട് ക്രോസിംഗ്. ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന സന്തതികളാണ് ഔട്ട് ക്രോസുകൾ. പാലിന്റെ ഉൽപ്പാദനം കുറവുള്ള മൃഗങ്ങളിലും വളർച്ചനിരക്ക് കുറവുള്ള, മാംസത്തിനുവേണ്ടി വളർത്തുന്ന കന്നുകാലികളിലും ഈ പ്രജനനരീതിയാണ് ഉത്തമം. സാധാരണ ഗതിയിൽ അന്തഃപ്രജനന നിർവീര്യത അതിജീവിക്കാൻ ഒരു തവണ ഔട്ട് ക്രോസിംഗ് നടത്തുന്നതിലൂടെ സാധിക്കും.

സങ്കര പ്രജനനം (Cross breeding): വ്യത്യസ്ത ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ശ്രേഷ്ഠ ആൺ പെൺ ജീവികൾ ഇണചേരുന്നതാണ് സങ്കര പ്രജനനം. രണ്ട് ഇനങ്ങളിൽപ്പെട്ട ജീവികളുടെ അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങൾ സങ്കരപ്രജനനത്തിൽ സംയോജിക്കപ്പെടും. ഇത്തരത്തിലുണ്ടാകുന്ന സങ്കരസന്താനങ്ങളെ വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. മറ്റൊരുതരത്തിൽ, ഇവയെ അന്തർപ്രജനനത്തിനും തിരഞ്ഞെടുക്കലിനും വിധേയമാക്കിയാൽ നിലവിലുള്ള ഇനങ്ങളേക്കാൾ സ്ഥിരതയും ശ്രേഷ്ഠതയും ഉള്ള പുതിയ ഇനങ്ങളെ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കാൻ സാധിക്കും. ധാരാളം പുതിയ ഇനം ജന്തുസങ്കരങ്ങളെ ഇത്തരത്തിൽ വികസിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ചിത്രം 9.2 കോവർ കഴുത

ഉദാഹരണത്തിന് : ബിക്കനേരി (Bikaneri) ഇനത്തിലെ പെണ്ണാടുകളെയും (ewes) മറീനോ (Marino) ഇനത്തിലെ മുട്ടനാടുകളെയും (rams) സങ്കര പ്രജനനം നടത്തി പഞ്ചാബിൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത പുതിയ ഇനം ചെമ്മരിയാട് ഇനമാണ് ഹിസാർഡെയ്ൽ (Hisardale).

ഇന്റർ സ്പെസിഫിക് ഹൈബ്രിഡൈസേഷൻ : രണ്ട് വ്യത്യസ്ത സ്പീഷിസുകളിൽപ്പെട്ട ജീവികൾ തമ്മിൽ ഇണചേരുന്ന രീതിയാണിത്. ഇത്തരം സങ്കരസന്താനങ്ങളിൽ ചിലത് മാതാപിതാക്കളുടെ ഗുണകരമായ സവിശേഷതകളോടുകൂടിയവയും സാമ്പത്തികനേട്ടമുണ്ടാക്കുന്നവയുമായിരിക്കും. ഉദാ. കോവർ കഴുത (ചിത്രം 9.2)

ഏതൊക്കെ ജീവികളാണ് കോവർ കഴുതയ്ക്ക് ജന്മം നൽകുന്നതെന്ന് തിരിച്ചറിയുക.

ആൺ കഴുത *(Equus asinus)*	X	പെൺ കുതിര *(Equus caballus)*
	കോവർ കഴുത *(Mule)* *(Equus mulus)*	

കൃത്രിമബീജാധാനത്തിലൂടെ (Artificial insemination) ധാരാളം നിയന്ത്രിത പ്രജനന പരീക്ഷണങ്ങൾ (Controlled Breeding Experiments) നടത്തിവരുന്നു. പിതൃജീവിയിൽ നിന്ന് പുംബീജം ശേഖരിച്ച് തിരഞ്ഞെടുത്ത മാതൃജീവിയുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദന നാളിയിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്നു. പുംബീജം ശേഖരിച്ച ഉടനെയോ, ശീതീകരിച്ച് സൂക്ഷിച്ചോ ഉപയോഗിക്കാം. ശീതീകരിച്ച അവസ്ഥയിൽ പുംബീജത്തെ മാതൃജീവി പരിപാലിക്കപ്പെടുന്ന സ്ഥലത്തേക്ക് എത്തിക്കുവാനും സാധിക്കും. ഈ രീതിയിൽ അനുയോജ്യരായ ജീവികളിൽ ഇണചേരൽ നടത്താം. കൃത്രിമബീജാധാനം വഴി സാധാരണ ഇണചേരലിലുണ്ടാകുന്ന ഒട്ടേറെ പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കാവുന്നതാണ്. *കൃത്രിമബീജാധാനത്തിന്റെ ഗുണങ്ങൾ കണ്ടെത്തി ചർച്ചചെയ്ത് എഴുതുക.*

കൃത്രിമബീജാധാനം വഴി മാതൃ-പിതൃ ജീവികൾ തമ്മിലുള്ള സങ്കരണത്തിൽ വിജയ സാധ്യത മിക്കപ്പോഴും വളരെ കുറവായിരിക്കും. ഈ പോരായ്മ പരിഹരിച്ചുകൊണ്ട് മൃഗങ്ങളിൽ സങ്കരങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ മറ്റു പല മാർഗങ്ങളും ഉണ്ട്. അത്തരത്തിലൊന്നാണ് **മൾട്ടിപ്പിൾ ഓവുലേഷൻ എംബ്രിയോ ട്രാൻസ്ഫർ ടെക്നോളജി (Multiple Ovulation Embryo Transfer Technology – MOET).** സാധാരണ പശുക്കളിൽ ഓരോ ഈസ്ട്രസ് ചക്രത്തിലും ഒരു അണ്ഡം രൂപപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ഈ പശുക്കളിൽ ഫോളിക്കിൾ ഉത്തേജന ഹോർമോൺ (Follicle Stimulating Hormone – FSH) കുത്തിവയ്ക്കുന്നതിലൂടെ ഓരോ ഈസ്ട്രസ് ചക്രത്തിലും 6-8 വരെ അണ്ഡങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു (Super ovulation). ഇത്തരം പശുക്കളെ ശ്രേഷ്ഠ സ്വഭാവമുള്ള കാളയുമായി ഇണചേർക്കുകയോ, കൃത്രിമബീജാധാനം നടത്തുകയോ ചെയ്യുന്നു.ബീജസംയോഗത്തെ തുടർന്ന് സിക്താണ്ഡം വിഭജിച്ച് 8-32 കോശങ്ങൾ വരെയുള്ള ഭ്രൂണാവസ്ഥയിലെത്തുമ്പോൾ, ശസ്ത്രക്രിയ കൂടാതെ ഭ്രൂണങ്ങൾ പുറത്തെടുത്ത് മറ്റു പശുക്കളുടെ ഗർഭപാത്രങ്ങളിലേക്ക് (Surrogate mothers) മാറ്റുന്നു. ജനിതക മാതാവിനെ വീണ്ടും സൂപ്പർ ഓവുലേഷനുവേണ്ടി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു.

കന്നുകാലികൾ, ചെമ്മരിയാട്, മുയൽ, എരുമ, പെൺകുതിര, എന്നീ ജീവികളിൽ ഈ രീതി പ്രയോഗിച്ചു നോക്കിയിട്ടുണ്ട്. വളരെ കുറഞ്ഞ സമയം കൊണ്ട് മികച്ച കന്നുകാലി സങ്കരങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന് പാലുൽപ്പാദനശേഷി കൂടിയ പശുക്കളും, കൊഴുപ്പ് കുറഞ്ഞ മാംസത്തോടുകൂടിയ കാളകളും തമ്മിൽ MOET പ്രയോജനപ്പെടുത്തി കൊണ്ടുള്ള പ്രജനന രീതി സഹായിച്ചിട്ടുണ്ട്.

9.1.3 തേനീച്ച വളർത്തൽ (Bee keeping)

തേനിനായി ശാസ്ത്രീയമായി തേനീച്ചകളെ വളർത്തുന്നതാണ് **തേനീച്ച വളർത്തൽ** അഥവാ *എപ്പികൾച്ചർ (Apiculture)*. പോഷക ഗുണമേറെയുള്ള തേൻ പാരമ്പര്യ വൈദ്യരംഗത്തെ മരുന്നുകളിലെ പ്രധാന ചേരുവയാണ്. തേനീച്ച ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന മെഴുക്ക് (Bee wax) പോളിഷുകൾ, സൗന്ദര്യവർധക വസ്തുക്കൾ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു. കുടിൽ വ്യവസായമെന്ന രീതിയിൽ പണ്ടുമുതൽക്കേ ചെയ്തുവന്നിരുന്ന തേനീച്ചവളർത്തൽ, തേനിന്റെ ആവശ്യകത ഉയർന്നതോടെ ആദായകരമായ വ്യവസായമെന്ന നിലയിൽ വളർന്നു കഴിഞ്ഞു.

കുറ്റിച്ചെടികൾ, പഴത്തോട്ടങ്ങൾ, കൃഷിയിടങ്ങൾ എന്നിവയോട് ചേർന്ന് കാണുന്ന പുൽത്തകിടികളിൽ തേനീച്ചകളെ വളർത്താം. ധാരാളം സ്പീഷീസുകൾ ഉണ്ടെങ്കിലും വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ തേനീച്ച വളർത്തലിന് കൂടുതൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് *എപിസ് ഇൻഡിക്ക (Apis indica)* എന്ന സ്പീഷീസാണ്. മുറ്റത്തോ വരാന്തയിലോ മച്ചിലോ തേനീച്ചക്കൂട് സ്ഥാപിക്കാം. പൊതുവെ ജോലിഭാരം കുറവുള്ള മേഖലയാണ് തേനീച്ചവളർത്തലെങ്കിലും ചിലകാര്യങ്ങളെ കുറിച്ച് വ്യക്തമായ ധാരണ വേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. തേനീച്ചവളർത്തലിൽ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട കാര്യങ്ങളെ കുറിച്ച്

പഠിപ്പിക്കുന്ന ധാരാളം സംഘടനകൾ ഇന്ന് നിലവിലുണ്ട്. വിജയകരമായി തേനീച്ചവളർത്തുന്നതിന് താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്.

i. തേനീച്ചകളെ കുറിച്ചും അവയുടെ സ്വഭാവങ്ങളെ കുറിച്ചുമുള്ള അറിവ്.

ii. തേനിച്ചക്കൂടിന് അനുയോജ്യമായ സ്ഥലം തിരഞ്ഞെടുക്കൽ.

iii. തേനീച്ചക്കൂട്ടത്തെ (Swarms) കൂട്ടിലാക്കുന്നതും പരിപാലനവും.

iv. വ്യത്യസ്ത കാലാവസ്ഥകളിൽ തേനീച്ചകളുടെ പരിപാലനം.

v. തേൻ,മെഴുക് എന്നിവയുടെ ശേഖരണവും കൈകാര്യം ചെയ്യലും.

സൂര്യകാന്തി, കടുക്, ആപ്പിൾ, പിയർ മുതലായ സസ്യങ്ങളിൽ പരാഗണം നടത്തുന്നത് തേനീച്ചകളാണ് (അധ്യായം രണ്ട് കാണുക). കൃഷിയിടങ്ങളിൽ സസ്യങ്ങൾ പുഷ്പിക്കുന്ന കാലയളവിൽ തേനീച്ചകളെ വളർത്തുന്നത് പരാഗണക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുന്നതിനും അതുവഴി കാർഷിക വിളകളുടെ ഉൽപ്പാദനവും തേൻ ഉൽപ്പാദനവും മെച്ചപ്പെടുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു.

9.1.4 ഫിഷറീസ്

മത്സ്യം, കക്ക, ചിപ്പി, മറ്റ് ജലജീവികൾ എന്നിവയെ പിടിക്കുന്നതും പരിപാലിക്കുന്നതും, വിപണത്തിനായി ഒരുക്കുന്നതും വിപണനം നടത്തുന്നതും ഉൾപ്പെടുന്ന മേഖലയാണ് ഫിഷറീസ്. ലോകജനസംഖ്യയുടെ നല്ലൊരുശതമാനം ഭക്ഷണത്തിനായി ജലജീവികളെ ആശ്രയിക്കുന്നു. കൊഞ്ച്, ഞണ്ട്, ചെമ്മീൻ, ചിപ്പി എന്നിവയും ശുദ്ധജല മത്സ്യങ്ങളായ കട്‌ല, രോഹു, കാർപ്പ് മുതലായവയും കടൽ മത്സ്യങ്ങളായ ഹിൽസ, മത്തി (Sardine), അയല (Mackeral), ആവോലി (Pomfret) തുടങ്ങിയവയും നാം ഭക്ഷണമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. *നിങ്ങളുടെ നാട്ടിൽ സാധാരണയായി ഭക്ഷണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന മത്സ്യങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണെന്ന് കണ്ടെത്തുക.*

ഇൻഡ്യൻ സമ്പദ്ഘടനയിൽ ഫിഷറീസിന് വലിയ പങ്കാണുള്ളത്. തീരദേശ മേഖലയിലെ ലക്ഷക്കണക്കിന് മത്സ്യത്തൊഴിലാളികൾക്ക് തൊഴിലും വരുമാനവും നൽകുന്ന ഈ മേഖലയിൽ ഉൽപ്പാദനം വർധിപ്പിക്കുന്നതിന് ഒട്ടേറെ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. ഉദാഹരണം: ശുദ്ധജല, കടൽജല ജന്തുസസ്യ സമ്പത്ത് വർധിപ്പിക്കുന്നതിന് പിസിക്കൾച്ചർ (Pisciculture), അക്വാക്കൾച്ചർ (Aqua culture) എന്നിവയിലൂടെ സാധിക്കുന്നു. *പിസിക്കൾച്ചർ, അക്വാക്കൾച്ചർ എന്നിവയുടെ വ്യത്യാസം കണ്ടെത്തി അവതരിപ്പിക്കൂ.* രാജ്യത്തിനും കർഷകർക്കും സാമ്പത്തിക നേട്ടമുണ്ടാക്കുന്ന വിവിധ പദ്ധതികൾ ഫിഷറീസ് മേഖലയിൽ നടപ്പിലാക്കാൻ വഴിതെളിച്ച നീലവിപ്ലവവും (Blue Revolution), കാർഷികമേഖലയിലെ ഹരിതവിപ്ലവത്തോടൊപ്പം (Green Revolution) തന്നെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു.

9.2 സസ്യപരിപാലനം (Plant breeding)

പരമ്പരാഗത കൃഷിരീതിയിലൂടെ മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും ഭക്ഷ്യയോഗ്യമായ ജൈവപിണ്ഡം (Biomass) വളരെക്കുറച്ചുമാത്രമേ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയൂ. കൃഷിഭൂമിയുടെ അളവ് കൂട്ടുന്നതും മികച്ച കൃഷി രീതികൾ അവലംബിക്കുന്നതും ഉൽപ്പാദനനിരക്ക് ഒരു പരിധിവരെ വർധിപ്പിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. സസ്യപരിപാലനരീതികൾ ഈ മേഖലയിൽ വലിയ നേട്ടങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. രാജ്യത്തിന്റെ ആവശ്യത്തിന് പുറമെ കയറ്റുമതി ചെയ്യുന്നതിനുപോലും കഴിയത്തക്ക രീതിയിൽ കാർഷിക വിളകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ കർഷകരെ സഹായിച്ച ഹരിതവിപ്ലവത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്കറിയാം. സസ്യപരിപാലന രീതികളിലൂടെ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത അത്യുൽപ്പാദനശേഷിയും പ്രതിരോധശേഷിയുമുള്ള അരി, ഗോതമ്പ്, ചോളം തുടങ്ങിയ കാർഷിക വിളകളിലൂടെയാണ് ഹരിതവിപ്ലവും സാധ്യമായത് .

9.2.1 എന്താണ് സസ്യപരിപാലനം?

അത്യുൽപ്പാദനശേഷി, രോഗപ്രതിരോധശേഷി തുടങ്ങിയ അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങളുള്ള, കൃഷിചെയ്യാൻ അനുയോജ്യമായ, സസ്യങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ നിലവിലുള്ള സ്പീഷീസുകളിൽ സോദ്ദേശ്യങ്ങളായ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **സസ്യപരിപാലനം**. പരമ്പരാഗത കാർഷികവൃത്തിക്ക് മനുഷ്യസംസ്കാരത്തോളം തന്നെ പഴക്കമുണ്ട്. ഏകദേശം 9000, 11000 വർഷങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് പോലും കാർഷിക മേഖലയിൽ സസ്യപരിപാലനരീതികൾ നടപ്പിലാക്കിയിരുന്നു എന്ന് തെളിവുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇന്നത്തെ പല വിളകളും പണ്ട് മനുഷ്യൻ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തതാണ്. അത്യുൽപ്പാദനശേഷി, പോഷകസമ്പത്ത്, രോഗപ്രതിരോധശേഷി തുടങ്ങിയ ഗുണങ്ങളോടു കൂടിയ സസ്യങ്ങളെ സങ്കരണം വഴിയോ വർഗസങ്കരണം വഴിയോ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്നതായിരുന്നു പരമ്പരാഗത സസ്യപരിപാലനരീതി. എന്നാൽ ജനിതകശാസ്ത്രം, തന്മാത്രാജീവശാസ്ത്രം (Molecular Biology), ടിഷ്യൂകൾച്ചർ തുടങ്ങിയ ശാസ്ത്രമേഖലകളിലുണ്ടായ വളർച്ച, തന്മാത്രാജനിതക ശാസ്ത്രസാങ്കേതികവിദ്യകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള സസ്യ പരിപാലന രീതികൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിന് സഹായിച്ചു.

പ്രജനനം നടത്തുമ്പോൾ സസ്യങ്ങളിലുണ്ടാകേണ്ട അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങളിൽ നാം ഏറ്റവും പ്രാധാന്യം നൽകുന്നത് അത്യുൽപ്പാദനശേഷി, ഗുണമേന്മ എന്നിവയ്ക്കാണ്. പാരിസ്ഥിതിക സമ്മർദങ്ങളെ (ലവണാംശം, തീവ്രതാപനില, വരൾച്ച) അതിജീവിക്കാനുള്ള കഴിവ്, രോഗാണുക്കളെയും (വൈറസ്, ഫംഗസ്, ബാക്ടീരിയ) കീടങ്ങളെയും പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള കഴിവ്, മുതലായവ സസ്യങ്ങൾക്ക് വേണ്ട അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങളിൽ ചിലതാണ്. ലോകമെമ്പാടും വ്യവസ്ഥാപിത രീതിയിൽ സർക്കാർ സ്ഥാപനങ്ങളിലോ വാണിജ്യ സ്ഥാപനങ്ങളിലോ ആണ് സസ്യപരിപാലന പരിപാടികൾ നടത്തുന്നത്. സസ്യപരിപാലനത്തിന്റെ പ്രധാന ഘട്ടങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

1. വ്യത്യസ്തതകളുടെ ശേഖരണം (Collection of variabilty)

ജനിതക വൈവിധ്യമാണ് എല്ലാ പരിപാലനരീതികളുടെയും അടിസ്ഥാനം. പല കാർഷികവിളകളിലും നിലനിന്നിരുന്ന ജനിതകവൈവിധ്യം അവയുടെ വന്യയിനങ്ങളിൽ നിന്ന് ലഭിക്കും. നിലവിലുള്ള സസ്യത്തിന്റെ വൈവിധ്യമാർന്ന എല്ലാ സ്പീഷീസുകളെയും അവയുടെ വന്യയിനങ്ങളെയും ശേഖരിക്കുകയും സംരക്ഷിക്കുകയും സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ വിലയിരുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിലൂടെ ആ സസ്യത്തിന്റെ ലഭ്യമായ പ്രകൃതിദത്ത ജീനുകളെ പരമാവധി പ്രയോജനപ്പെടുത്താൻ സാധിക്കും. ഒരു വിളയുടെ ജീനുകളുടെ ലഭ്യമായ എല്ലാ വ്യത്യസ്ത അലീലുകളുടെയും (Alleles) ശേഖരണമാണ് (സസ്യം/വിത്ത്) **ജെം പ്ലാസം ശേഖരണം (Germplasm collection).**

2. വിലയിരുത്തലും മാതൃ പിതൃ സസ്യങ്ങളുടെ തിരഞ്ഞെടുക്കലും. (Evaluation and selection of parents)

ജെംപ്ലാസം വിലയിരുത്തി അഭിലഷണീയ സ്വഭാവഗുണങ്ങളുള്ള മാതൃപിതൃസസ്യങ്ങളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നു. തിരഞ്ഞെടുത്ത സസ്യങ്ങളുടെ വംശവർധനവ് നടത്തിയതിനുശേഷം വർഗസങ്കരണത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു. ആവശ്യമെങ്കിൽ സാധ്യമായ ശുദ്ധവർഗങ്ങളെ (Pure line) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

3. തിരഞ്ഞെടുത്ത മാതൃ-പിതൃ സസ്യങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വർഗസങ്കരണം (Cross hybridisation among the selected parents)

വ്യത്യസ്ത സസ്യങ്ങളിൽ (മാതൃ-പിതൃ) നിന്ന് അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങൾ സംയോജിപ്പിക്കുകയാണ് ഈ ഘട്ടത്തിൽ ചെയ്യുന്നത്. ഉദാഹരണമായി ഉയർന്ന

നിലവാരം ഉള്ള മാംസ്യം പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന സസ്യത്തെ, രോഗപ്രതിരോധശേഷിയുള്ള സസ്യവുമായി വർഗസങ്കരണം നടത്തി ഈ രണ്ട് ശ്രേഷ്ഠഗുണങ്ങളും ഒരു പുതിയ സസ്യത്തിൽ സംയോജിപ്പിക്കുന്നു. പിതൃ സസ്യത്തിൽ നിന്ന് പരാഗരേണുക്കൾ ശേഖരിച്ച് മാതൃ സസ്യത്തിന്റെ പരാഗണസ്ഥലത്ത് നിക്ഷേപിച്ച് വർഗസങ്കരണം നടത്തുന്നത് ബുദ്ധിമുട്ടും കാലതാമസം ഉണ്ടാക്കുന്നതുമായ പ്രക്രിയയാണ്. (സങ്കരണം നടത്തുന്നതെങ്ങനെ എന്ന് രണ്ടാം അധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്). കൂടാതെ സങ്കരസസ്യങ്ങളിൽ ഉദ്ദേശിച്ചരീതിയിൽ ശ്രേഷ്ഠഗുണങ്ങൾ സംയോജിച്ചിരിക്കണമെന്നില്ല. നൂറോ ആയിരമോ സങ്കരണങ്ങൾ നടത്തുമ്പോൾ ഒന്നിൽ മാത്രമായിരിക്കും പ്രതീക്ഷിച്ച ശ്രേഷ്ഠഗുണങ്ങളുടെ സംയോജനം കാണപ്പെടുന്നത് .

4. ശ്രേഷ്ഠ പുനസംയോജകങ്ങളുടെ തിരഞ്ഞെടുപ്പും വിലയിരുത്തലും (Selection and testing of superior recombinant)

വർഗസങ്കരണത്തിലൂടെ ലഭിച്ച സങ്കരങ്ങളിൽ അഭിലഷണീയഗുണങ്ങൾ സംയോജിച്ചു വന്നവയെ കണ്ടെത്തുന്നതാണ് ഈ ഘട്ടം. പ്രജനനത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം സാക്ഷാത്കരിക്കുന്നതിൽ വലിയ പങ്കുവഹിക്കുന്ന ഈ പ്രവർത്തനം ശാസ്ത്രീയമായി സൂക്ഷ്മതയോടെ ചെയ്യേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. തിരഞ്ഞെടുത്ത മാതൃ-പിതൃ സസ്യങ്ങളേക്കാൾ ഉയർന്ന മേന്മകൾ ഉള്ള (മിക്കവാറും ഒന്നിലധികം ശ്രേഷ്ഠ ഗുണങ്ങളുള്ള സസ്യങ്ങൾ ലഭിക്കും) സന്തതികളെ ഈ ഘട്ടത്തിൽ ലഭിക്കുന്നു. ഇവയെ സമയുഗ്മജത്വം കൈവരിക്കുന്നതിനായി തലമുറകളോളം സ്വപരാഗണത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോൾ സന്താന സസ്യങ്ങളിലെ സ്വഭാവങ്ങൾ വ്യാപരിക്കാതിരിക്കും.

5. പുതിയ വിത്തിനങ്ങൾ പരിശോധിച്ച് വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ പുറത്തിറക്കുന്നു (Testing, release and commercialisation of new cultivars) പുതുതായി വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത വിത്തിനങ്ങളുടെ വിളവ്, ഗുണമേന്മ, രോഗപ്രതിരോധശേഷി എന്നിവ വിലയിരുത്തുന്നതിനായി അവയെ ഗവേഷണസ്ഥലങ്ങളിൽ നടുന്നു. ശാസ്ത്രീയരീതിയിലുള്ള വളപ്രയോഗം, ജലസേചനം, പരിപാലനം എന്നിവ നൽകി അവയുടെ പ്രകടനം രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. തുടർന്ന് രാജ്യത്തിന്റെ വിവിധഭാഗങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത കാലാവസ്ഥകളുള്ള ഗവേഷണ സ്ഥലങ്ങളിൽ കുറഞ്ഞത് മൂന്ന് പ്രാവശ്യമെങ്കിലും ഈ സസ്യങ്ങൾ നട്ട് ഗുണമേന്മ പരിശോധന നടത്തുന്നു. ഇവയുടെ ഗുണമേന്മ നിലവിലുള്ള ഏറ്റവും നല്ല വിത്തുമായി താരതമ്യം ചെയ്ത് വിലയിരുത്തുന്നു.

ഇൻഡ്യൻ സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ പ്രധാനമായും കൃഷിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇൻഡ്യയുടെ മൊത്തം ആഭ്യന്തര ഉൽപ്പാദനത്തിന്റെ ഏകദേശം 33% കാർഷികമേഖലയിൽ നിന്നാണ്. മാത്രമല്ല ജനസംഖ്യയുടെ ഏകദേശം 62% കൃഷിയെ ആശ്രയിച്ച് ജീവിക്കുന്ന കർഷകരാണ്. വർധിച്ചു വരുന്ന ജനസംഖ്യയ്ക്ക് ആനുപാതികമായി ഭക്ഷ്യോൽപ്പന്നങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കുന്നില്ല എന്നതായിരുന്നു സ്വതന്ത്ര ഇൻഡ്യ അഭിമുഖീകരിച്ച ഏറ്റവും വലിയ പ്രശ്നം. അനുയോജ്യമായ കൃഷിയിടങ്ങൾ കുറവായതിനാൽ ലഭ്യമായ ഇടങ്ങളിൽ നിന്ന് പരമാവധി ഉൽപ്പാദനം കൂട്ടുക എന്നതായിരുന്നു ഭക്ഷ്യദൗർലഭ്യം പരിഹരിക്കാനുള്ള ഏക മാർഗം. 1960 കളോടുകൂടി സസ്യപരിപാലന രീതികളിലൂടെ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത അത്യുൽപ്പാദന ശേഷിയുള്ള അരി, ഗോതമ്പ് എന്നിവ ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനമേഖലയിൽ വലിയ കുതിച്ചുചാട്ടം ഉണ്ടാക്കി. ഈ ഘട്ടമാണ് ഹരിത വിപ്ലവം എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. *സസ്യപ്രജനനത്തിന്റെ വ്യത്യസ്ത ഘട്ടങ്ങൾ പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.* അത്യുൽപ്പാദന ശേഷിയുള്ള ചില ഇൻഡ്യൻ സങ്കരയിനങ്ങൾ ചിത്രം 9.3ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

(a)

(b)

(c)

ചിത്രം 9.3 ഇൻഡ്യയിലെ ചില സങ്കരയിന വിളകൾ: (a) ചോളം; (b) ഗോതമ്പ്; (c) പയർ

അരിയും ഗോതമ്പും (Wheat and Rice)

1960 മുതൽ 2000 വരെയുള്ള കാലഘട്ടത്തിൽ ഇൻഡ്യയിൽ ഗോതമ്പുൽപ്പാദനം 11 മില്യൺ ടണ്ണിൽ നിന്ന് 75 മില്യൺ ടൺ ആയും, അരിയുൽപ്പാദനം 35 മില്യൺ ടണ്ണിൽ നിന്ന് 89.5 മില്യൺ ടൺ ആയും ഉയർന്നു. അരിയുടെയും ഗോതമ്പിന്റെയും പാതി ഉയരമുള്ള (Semi dwarf) ഇനങ്ങൾ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തതിലൂടെയാണ് ഇത് സാധ്യമായത്. നോബൽ സമ്മാനജേതാവായ നോർമൻ.ഇ.ബോർലോഗ് (Norman.E.Borlaug) മെക്സിക്കോയിലുള്ള ഇന്റർനാഷണൽ സെന്റർ ഫോർ വീറ്റ് ആന്റ് മെയ്സ് ഇംപ്രൂവ്മെന്റിലാണ് (International Centre for Wheat and Maize Improvement) പാതി ഉയരമുള്ള ഇനങ്ങളെ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത്. 1963 ഓടു കൂടി സോണാലിക (Sonalika), കല്യാൺസോണ (Kalyan Sona) എന്നീ അത്യുൽപ്പാദനശേഷിയുള്ള ഇനങ്ങൾ ഇൻഡ്യയിലെ ഗോതമ്പ് വിളയുന്ന പ്രദേശങ്ങളിലെല്ലാം വ്യാപകമായി കൃഷിചെയ്തു. ഫിലിപ്പൈൻസിലുള്ള ഇന്റർനാഷണൽ റൈസ് റിസർച്ച് ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ട് (IAARI, Philippines) വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത പാതി ഉയരമുള്ള ഇനം അരിയായ IR-8, തായ്‌വാനിൽ വികസിപ്പിച്ച തായ് ചുങ് നേറ്റീവ് I (Taichung Native I) എന്നിവയെ അനുകരിച്ച് 1966 ൽ പുതിയ നെൽവിത്തിനങ്ങൾ ഇൻഡ്യയിൽ പ്രചാരത്തിൽ വന്നു. ജയാ, രത്ന തുടങ്ങിയ അത്യുൽപ്പാദനശേഷിയുള്ളതും പാതി ഉയരമുള്ളതുമായ വിത്തിനങ്ങൾ ഇൻഡ്യയിലും പിന്നീട് വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുകയുണ്ടായി.

കരിമ്പ്

ഉൽപ്പാദനശേഷിയും പഞ്ചസാരയുടെ അളവും കുറവുള്ള *സക്കാരം ബാർബെറി (Saccharum barberi)* എന്ന ഇനം കരിമ്പാണ് ഉത്തരേൻഡ്യയിൽ വ്യാപകമായി കൃഷിചെയ്തിരുന്നത്. എന്നാൽ ദക്ഷിണേൻഡ്യൻ ഇനമായ *സക്കാരം ഒഫിഷ്യനാരം*

(Saccharum officinarum) കനം കൂടിയ കാണ്ഡമുള്ളതും പഞ്ചസാരയുടെ അളവ് കൂടുതലുള്ളതുമാണ്. ഉത്തരേന്ത്യയിൽ ഈ ഇനം വളരില്ല. ഈ രണ്ടു വ്യത്യസ്ത സ്പീഷിസുകളെ തമ്മിൽ വർഗസങ്കരണം നടത്തുക വഴി അത്യുൽപ്പാദനശേഷി, കനം കൂടിയ തണ്ട്, ഉത്തരേൻഡ്യൻ മണ്ണിൽ വളരാനുള്ള കഴിവ് എന്നീ അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങളോടു കൂടിയ പുതിയ ഇനം കരിമ്പ് വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

മില്ലറ്റുകൾ

സങ്കരയിനം ചോളം (Maize), ജോവർ (Jowar), തിന (Bajra) എന്നിവയെല്ലാം ഇൻഡ്യയിൽ വികസിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ജലദൗർലഭ്യം അതിജീവിക്കാൻ കഴിയുന്ന അത്യുൽപ്പാദനശേഷിയുള്ള സങ്കരയിനം വിളകളും ധാരാളം വികസിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്.

9:2:2 രോഗ പ്രതിരോധശേഷി ആർജിക്കുന്നതിനുള്ള സസ്യപരിപാലനം (Plant breeding for Disease Resistance)

ബാക്ടീരിയ, വൈറസ്, ഫംഗസുകൾ തുടങ്ങിയ രോഗകാരികളുടെ ആക്രമണം ഉഷ്ണമേഖലാ കാലാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്ന വിളകളുടെ ഉൽപ്പാദനശേഷിയെ ബാധിക്കുന്നു. വിളകളുടെ 20-30% വരെയോ മുഴുവനായോ നശിപ്പിക്കാൻ ഇവയ്ക്ക് കഴിയും. ആയതിനാൽ രോഗപ്രതിരോധശേഷിയുള്ള ഇനം സസ്യങ്ങളെ വികസിപ്പിക്കുക എന്നതാണ് ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനം വർധിപ്പിക്കാനുള്ള പോംവഴി. മാത്രമല്ല കുമിൾനാശിനി ബാക്ടീരിയാനാശിനികൾ എന്നിവയുടെ ഉപയോഗം പരമാവധി കുറയ്ക്കാനും കഴിയും. രോഗാണുക്കളെ ചെറുക്കാനുള്ള സസ്യങ്ങളുടെ പ്രതിരോധശേഷി പ്രധാനമായും അവയുടെ ജനിതകഘടനയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. പ്രജനനത്തിനു മുമ്പായി സസ്യരോഗങ്ങളെ കുറിച്ചും അവയുടെ രോഗകാരികളെ കുറിച്ചും രോഗം പകരുന്ന രീതികളെ കുറിച്ചും വ്യക്തമായ ധാരണ ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ് .

ഫംഗസ് രോഗങ്ങൾ

- ഗോതമ്പിലുണ്ടാകുന്ന ബ്രൗൺ റസ്റ്റ് രോഗം (Brown rust of wheat)
- കരിമ്പിലെ റെഡ് റോട്ട് രോഗം (Red rot of sugarcane)
- ഉരുളക്കിഴങ്ങിലെ ലേറ്റ് ബ്ലൈറ്റ് (Late blight of potato)

ബാക്ടീരിയ മൂലമുണ്ടാകുന്ന രോഗങ്ങൾ

- ബ്ലാക്ക് റോട്ട് ഓഫ് ക്രൂസിഫേർസ് (Black rot of crucifers)

വൈറസ് മൂലമുണ്ടാകുന്ന രോഗങ്ങൾ

- ടുബാക്കോ മൊസൈക്ക് (Tobacco mosaic)
- ടർനിപ്പ് മൊസൈക്ക് (Turnip mosaic)

രോഗം (Disease)	രോഗകാരി (Disease causing micro organisms)
ബഞ്ചി ടോപ്പ് ഓഫ് ബനാന (Bunchy top of Banana)	വൈറസ് (Banana Bunchy top Virus)
ബ്ലൈറ്റ് ഡിസീസ് ഓഫ് പാഡി (Blight Disease of Paddy)	ബാക്ടീരിയ (*Xanthomonas oryzae*)
ബ്ലാസ്റ്റ് ഡിസീസ് ഓഫ് റൈസ് (Blast disease of rice)	ഫംഗസ് (*Pyricularia oryzae*)
പൗഡറി മിൽഡ്യൂ ഓഫ് റബർ (Powdery Mildew of Rubber)	ഫംഗസ് (*Oidium heveae*)
ലീഫ് ബ്ലൈറ്റ് ഓഫ് കോക്കനട്ട് (Leaf blight of coconut)	ഫംഗസ് (*Cytospora palmarum*)

രോഗപ്രതിരോധശേഷി ആർജിക്കുന്നതിനുള്ള പ്രജനനരീതി (Methods of breeding for disease resistance)

പരമ്പരാഗത പ്രജനന സാങ്കേതികരീതികളോ (നേരത്തെ വിവരിച്ചിട്ടുള്ളത്) ഉൽപ്പരിവർത്തന പ്രജനനരീതികളോ (Mutation breeding) ആണ് രോഗ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ള സസ്യങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അത്യുൽപ്പാദനശേഷിയുള്ള സസ്യങ്ങൾക്കായുള്ള പ്രജനനരീതിയിലെന്നപോലെ വർഗസങ്കരണവും തിരഞ്ഞെടുക്കലുമാണ് രോഗപ്രതിരോധശേഷിക്കായുള്ള പരമ്പരാഗത പ്രജനന രീതിയിലെയും പ്രധാന ഘട്ടങ്ങൾ.

- പ്രതിരോധശേഷി കൂടിയ ഇനങ്ങളെ കണ്ടെത്തുന്നതിനായുള്ള ജെംപ്ലാസം വിലയിരുത്തൽ
- മാതൃ-പിതൃ സസ്യങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വർഗസങ്കരണം
- സങ്കരയിനങ്ങളുടെ വിലയിരുത്തലും തിരഞ്ഞെടുക്കലും
- പുതിയ ഇനങ്ങൾ പരീക്ഷിച്ച് വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ പുറത്തിറക്കുക .

ഫംഗസ് , ബാക്ടീരിയ, വൈറസ് തുടങ്ങിയ രോഗാണുക്കളെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിവുള്ള സങ്കരയിനം സസ്യങ്ങളെ പരിചയപ്പെടുത്തുന്ന പട്ടിക കാണുക.

പട്ടിക 9.1

വിള (Crop)	ഇനം (Variety)	പ്രതിരോധിക്കപ്പെടുന്ന രോഗം (Resistance to diseases)
ഗോതമ്പ് (Wheat)	*ഹിമഗിരി (Himgiri)*	*ലീഫ് ആന്റ് സ്ട്രൈപ്പ് റസ്റ്റ് (Leaf and stripe rust)* *ഹിൽ ബന്റ് (Hill bunt)*
കടുക് (Brassica)	*പൂസ സ്വർണിം (Pusa Swarnim)* *(Karan rai) (കരൻ റായ്)*	*വൈറ്റ് റസ്റ്റ് (White rust)*
കോളിഫ്ളവർ (Cauliflower)	*പൂസ ശുഭ്ര (Pusa Shubhra),* *പൂസ സ്നോബാൾ K-1 (Pusa Snowball K-1)*	*ബ്ലാക്ക് റോട്ട് (Black rot)* *കേൾ ബ്ളൈറ്റ് ബ്ലാക്ക് റോട്ട് (Curl blight black rot)*
വൻപയർ (Cowpea)	*പൂസ കോമൾ (Pusa Komal)*	*ബാക്ടീരിയൽ ബ്ളൈറ്റ് (Bacterial blight)*
മുളക് (Chilli)	*പൂസ സദാബഹാർ (Pusa Sadabahar)*	*ചില്ലി മൊസൈക്ക് വൈറസ് (Chilli mosaic virus)* *ടുബാക്കോ മൊസൈക്ക് വൈറസ് (Tobacco mosaic virus)* *ലീഫ് കേൾ (Leaf curl)*

രോഗപ്രതിരോധശേഷി വർധിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകൾ വളരെ കുറച്ചുമാത്രമേ സസ്യങ്ങളിലും അവയുടെ വന്യ ഇനങ്ങളിലും തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുള്ളു എന്നതാണ് പരമ്പരാഗത പ്രജനനരീതിയുടെ പരിമിതി. എന്നാൽ വ്യത്യസ്ത മാർഗങ്ങൾ അവലംബിച്ച് സസ്യങ്ങളിൽ ഉൽപ്പരിവർത്തനം നടത്തുന്നതിലൂടെ പ്രതിരോധശേഷി വർധിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകളെ കണ്ടെത്താൻ സാധിക്കും. ഇത്തരം ശേഷിയുണ്ടാക്കുന്ന സസ്യങ്ങളെ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് നേരിട്ടോ പ്രജനനരീതിയിലൂടെയോ വർധിപ്പിക്കാം. സോമാക്ലോണൽ

വേരിയന്റുകളിൽ (Somaclonal variants) നിന്നോ ജനിതക എഞ്ചിനിയറിംഗ് (Genetic engineering) വഴിയോ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള തിരഞ്ഞെടുപ്പാണ് മറ്റൊരു മാർഗം.

ജീനുകളുടെ അടിസ്ഥാന വിന്യാസത്തിൽ മാറ്റം വരുത്തുക വഴി മാതാപിതാക്കളിൽ ഇല്ലാത്ത പുതിയ സ്വഭാവങ്ങൾ സന്താനങ്ങളിലുണ്ടാക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ഉൽപ്പരിവർത്തനം (Mutation) (അധ്യായം 5 കാണുക). രാസവസ്തുക്കളുപയോഗിച്ചോ വികിരണങ്ങളുപയോഗിച്ചോ (ഗാമാ വികിരണം) ഉൽപ്പരിവർത്തനം കൃത്രിമമായി നടത്താം. ഇത്തരം ജനിതകമാറ്റം നടത്തിയ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് രോഗപ്രതിരോധ ശേഷിയുള്ള അഭിലഷണീയമായ മാതൃ പിതൃ സസ്യങ്ങളെ തിരഞ്ഞെടുത്ത് നടത്തുന്ന പ്രജനനമാണ് ഉൽപ്പരിവർത്തന പ്രജനനം (Mutation breeding).

ചെറുപയറിൽ (Mung bean) മഞ്ഞ മൊസൈക്ക് വൈറസ് (Yellow Mosaic Virus), പൗഡറി മിൽഡ്യൂ (Powdery mildew) എന്നിവയെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഇനങ്ങൾ ഉൽപ്പരിവർത്തനത്തിലൂടെ വികസിപ്പിച്ചവയാണ് .

കാർഷിക വിളകളുടെ വന്യ ഇനങ്ങളിൽ ചിലത് ഉൽപ്പാദനശേഷി കുറഞ്ഞവയാണെങ്കിലും ഉയർന്ന പ്രതിരോധശേഷി ഉള്ളവയാണ്. അത്തരം സസ്യങ്ങളുടെ ജീനുകളെ അത്യുൽപ്പാദനശേഷിയുള്ള ഇനങ്ങളുമായി സംയോജിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കും. വെണ്ടയിലെ (Bhindi - *Abelmoschus esculentus)* മഞ്ഞ മൊസൈക്ക് വൈറസിനെ (Yellow Mosaic Virus) പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള ശേഷി വന്യ ഇനങ്ങളിൽ നിന്ന് ശേഖരിച്ച് അത്യുൽപ്പാദനശേഷിയുള്ള ഇനവുമായി സംയോജിപ്പിച്ചെടുത്ത പുതിയ ഇനമാണ് *പർബാനി ക്രാന്തി (Parbhani kranti).*

മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച എല്ലാ ഉദാഹരണങ്ങളിലും അതേ ചെടികളോ അവയുടെ വന്യ ഇനങ്ങളോ പ്രതിരോധശേഷി വർധിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകളുടെ ഉറവിടങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നു. പ്രതിരോധശേഷി വർധിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകളുള്ള സസ്യങ്ങളും മറ്റുസസ്യങ്ങളും തമ്മിൽ വർഗസങ്കരണവും തിരഞ്ഞെടുപ്പും നടത്തുന്നത് വഴി ഇത്തരം ജീനുകളുടെ കൈമാറ്റം ഉറപ്പാക്കാം.

9.2.3. കീടങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിവുള്ള സസ്യങ്ങൾക്കായുള്ള സസ്യപ്രജനനം (Plant breeding for developing resistance to insect Pests)

ഭക്ഷ്യവിളകളുടെ ഉൽപ്പാദനം ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കുന്നതിൽ കീടങ്ങളുടെയും ഷഡ്പദങ്ങളുടെയും ആക്രമണം വലിയ പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. ബാഹ്യഘടന, ജൈവരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ, ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയിലുള്ള സവിശേഷതകളിലൂടെ സസ്യങ്ങൾക്ക് കീടങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിയും. രോമങ്ങൾ നിറഞ്ഞ ഇലകൾ കീടങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള ചില സസ്യങ്ങളുടെ സവിശേഷതയാണ്. ഉദാഹരണം : പരുത്തിച്ചെടിയിൽ ജാസ്സിഡുകളുടെ (Jassids) ആക്രമണം, ഗോതമ്പുചെടികളിൽ വണ്ടുകളുടെ (Cereal leaf beetle) ആക്രമണം.

ഗോതമ്പുചെടിയിലെ കട്ടിയുള്ള തണ്ട് സ്റ്റെം സോ ഫ്ളൈ (Stem saw fly) യുടെ ആക്രമണത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്നു. പരുത്തിച്ചെടിയുടെ മിനുസമുള്ള ഇലകളും തേനില്ലാത്ത പൂക്കളും അവയെ ബോൾ വേമുകളുടെ (Bollworms) ആക്രമണത്തിൽ നിന്ന് രക്ഷിക്കുന്നു. ഉയർന്ന തോതിലുള്ള അസ്പാർട്ടിക് ആസിഡ്, നൈട്രജന്റെ കുറവ്, പഞ്ചസാരയുടെ കുറവ് ഇവയൊക്കെയാണ് തണ്ടു തുരപ്പനിൽ (Stem borer) നിന്നും രക്ഷപ്പെടാനായി ചോളത്തിൽ കാണുന്ന പ്രതിരോധമാർഗങ്ങൾ.

ഉൽപ്പാദനശേഷി, ഗുണനിലവാരം എന്നീ ഗുണങ്ങൾക്കായി നടത്തുന്ന പ്രജനന രീതികൾ തന്നെയാണ് കീടങ്ങൾക്കെതിരെ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ള സസ്യപ്രജനനത്തിനും അവലംബിക്കുന്നത്. കാർഷികവിളകളുടെ ഇനങ്ങളോ, വിളകളുടെയും അവയുടെ വന്യ ഇനങ്ങളുടെയും ജെംപ്ലാസം ശേഖരണമോ പ്രതിരോധ ജീനുകളുടെ സ്രോതസ്സുകളായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കീടങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കുന്നതിനായി വർഗസങ്കരണം, തിരഞ്ഞെടുപ്പ് എന്നീ രീതികളിലൂടെ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ചില സസ്യങ്ങളുടെ വിവരങ്ങളാണ് പട്ടിക 9.2 ൽ ചേർത്തിട്ടുള്ളത് .

പട്ടിക **9.2**

വിള (Crop)	**ഇനം (Variety)** **(Insect Pests)**	**ഷഡ്പദ കീടങ്ങൾ**
കടുക് (Brassica) *(rapeseed mustard)*	*പൂസ ഗൗരവ്* *(Pusa Gaurav)*	*എഫിഡുകൾ (Aphids)*
ഫ്ലാറ്റ് ബീൻ *(Flat bean)*	*പൂസ സെം 2* *(Pusa Sem 2)* *പൂസ സെം 3* *(Pusa Sem 3)*	*ജാസിഡ്, എഫിഡുകൾ ഫ്രൂട്ട് ബോറർ* *(Jassids, aphids and fruit borer)*
വെണ്ട (Okra/Bhindi)	*പൂസ സവാനി* *(Pusa Sawani)* *പൂസ എ4 (Pusa A-4)*	*ഷൂട്ട് ആന്റ് ഫ്രൂട്ട് ബോറർ* *Shoot and Fruit borer*

9.2.4 ഉയർന്ന ഭക്ഷ്യ ഗുണനിലവാരമുള്ള സസ്യങ്ങൾക്കായുള്ള പ്രജനനം (Plant Breeding for Improved Food Quality)

ലോകത്ത് ഏകദേശം 840 മില്ല്യൺ ജനങ്ങൾ പോഷകക്കുറവ് അനുഭവിക്കുന്നവരാണെന്ന് കണക്കുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു . എന്നാൽ, ഏകദേശം 3 ബില്ല്യൺ ജനങ്ങൾ പഴങ്ങൾ, പച്ചക്കറികൾ, മീൻ, മാംസം തുടങ്ങിയവ ഭക്ഷണത്തിലുൾപ്പെടുത്താൻ കഴിയാത്തവിധം സാമ്പത്തികബുദ്ധിമുട്ടുള്ളവരാണ്. ഇവർക്ക് സൂക്ഷ്മ പോഷകങ്ങൾ, മാംസ്യം, വിറ്റാമിനുകൾ എന്നിവയുടെ കുറവ് മൂലം 'ഹിഡൻ ഹംഗർ' (Hidden hunger) എന്ന അവസ്ഥയുണ്ടാകുന്നു. അവശ്യസൂക്ഷ്മപോഷകങ്ങളായ ഇരുമ്പ്, വിറ്റാമിൻ എ, അയഡിൻ, നാകം (Zinc) എന്നിവയുടെ അപര്യാപ്തത മാനസിക വളർച്ചക്കുറവ്, കുറഞ്ഞ ആയുസ്സ്, രോഗബാധ എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു.

ഉയർന്ന അളവിലും ഗുണമേന്മയിലുമുള്ള വിറ്റാമിൻ, ധാതുക്കൾ, മാംസ്യം, ആരോഗ്യകരമായ കൊഴുപ്പ് എന്നിവ അടങ്ങിയ കാർഷികവിളകൾ പ്രജനന രീതിയിലൂടെ വികസിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ബയോഫോർട്ടിഫിക്കേഷൻ (Biofortification). ആരോഗ്യകരമായ ജനതയ്ക്കുവേണ്ടിയുള്ള ഒരു പ്രായോഗിക രീതിയായി ഇതിനെ കണക്കാക്കാം.

ബയോഫോർട്ടിഫിക്കേഷനിലൂടെ സസ്യങ്ങളിലെ പോഷക ഗുണമേന്മ മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനായി നടത്തുന്ന പ്രജനന രീതികളുടെ പ്രധാന ലക്ഷ്യങ്ങൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ് .

1. മാംസ്യത്തിന്റെ അളവും ഗുണമേന്മയും മെച്ചപ്പെടുത്തുക;
2. എണ്ണയുടെ അളവും ഗുണമേന്മയും മെച്ചപ്പെടുത്തുക;
3. വിറ്റാമിന്റെ അളവ് മെച്ചപ്പെടുത്തുക;
4. സൂക്ഷ്മ പോഷകങ്ങളുടെയും ധാതുക്കളുടെയും അളവ് മെച്ചപ്പെടുത്തുക.

ചോളത്തിന്റെ നിലവിലുള്ള സങ്കരയിനത്തിന്റെ രണ്ടിരട്ടിയിലധികം അമിനോ ആസിഡുകളുള്ള (ലൈസിൻ, ട്രിപ്റ്റോഫാൻ) ചോളം ഈവിധത്തിൽ രണ്ടായിരാമാണ്ടിൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. സാധാരണ ഗോതമ്പിനേക്കാൾ മാംസ്യത്തിന്റെ തോത് വളരെ കൂടുതലുള്ള ഗോതമ്പിനമാണ് അറ്റ്ലസ് 66 (Atlas 66), സാധാരണ ഉപയോഗത്തിലുള്ള നെല്ലിനങ്ങളേക്കാൾ അഞ്ചിരട്ടിയിലധികം ഇരുമ്പ് അടങ്ങിയ നെല്ലിനങ്ങൾ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഇൻഡ്യൻ അഗ്രികൾച്ചറൽ റിസർച്ച് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്, ന്യൂഡൽഹി (Indian Agricultural Research Institute (IARI), New Delhi) വിറ്റാമിനുകളും ധാതുക്കളും ധാരാളം അടങ്ങിയ വിവിധയിനം പച്ചക്കറികൾ വികസിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട് .

വിറ്റാമിൻ എ യുടെ അളവ് കൂടുതലുള്ള കാരറ്റ്, ചീര (Spinach), മത്തൻ (Pumkin); വിറ്റാമിൻ സി കൂടുതലുള്ള പാവൽ (Bitter gourd), പരിപ്പുചീര (Bathua), കടുക് (Mustard), തക്കാളി (Tomato); ഇരുമ്പ്, കാൽസ്യം എന്നിവ കൂടുതലുള്ള ചീര, പരിപ്പുചീര; മാംസ്യം ധാരാളമുള്ള പയറിനങ്ങളായ വാളരിപ്പയർ (Broad beans), ബീൻസ് (French beans), പട്ടാണിപ്പയർ (Garden pea), അമരപ്പയർ (Lablab) എന്നിവയെല്ലാം ബയോഫോർട്ടിഫിക്കേഷൻ നടന്ന സസ്യങ്ങൾക്കുദാഹരണങ്ങളാണ്.

9.3 ഏകകോശമാംസ്യങ്ങൾ (Single Cell Protein, SCP)

പരമ്പരാഗത കൃഷിരീതികളിലൂടെ നാം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ധാന്യങ്ങൾ, പയർ, പച്ചക്കറി, പഴങ്ങൾ എന്നിവയൊന്നും ക്രമാതീതമായി വർധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ജനസംഖ്യയുടെ ഭക്ഷ്യ ആവശ്യകത നികത്താൻ പര്യാപ്തമല്ല. മനുഷ്യന്റെ ഭക്ഷണരീതി ധാന്യങ്ങളിൽ നിന്ന് മാംസത്തിലേക്ക് മാറിയതോടെ ധാന്യങ്ങളുടെ ആവശ്യകതയേറി. 3 മുതൽ 10 കിലോ വരെ ധാന്യങ്ങളുപയോഗിച്ച് മാത്രമേ ഏകദേശം 1 കിലോഗ്രാം മാംസം മൃഗങ്ങളിൽ/പക്ഷികളിൽ ഉണ്ടാക്കാൻ സാധിക്കൂ. *ഇതെന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് ഭക്ഷ്യശൃംഖലകളെക്കുറിച്ചുള്ള നിങ്ങളുടെ അറിവ് ഉപയോഗിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.*

ജനസംഖ്യയുടെ 25 ശതമാനത്തിലധികവും ഭക്ഷണദൗർലഭ്യവും പോഷകാഹാര കുറവും മൂലം കഷ്ടപ്പെടുന്നവരാണ്. ഇത് പരിഹരിക്കുന്നതിന് ഗുണമേന്മയുള്ള മാംസ്യം മനുഷ്യർക്കും മറ്റ് ജന്തുക്കൾക്കും പ്രദാനം ചെയ്യുവാൻ കഴിയുന്ന രീതിയാണ് **ഏകകോശ മാംസ്യങ്ങൾ.**

വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ വളർത്തുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികൾ മാംസ്യത്തിന്റെ വളരെ നല്ല ഉറവിടമാണ്. ഉരുളക്കിഴങ്ങുസംസ്കരണശാലകളിലുണ്ടാകുന്ന മലിനജലം (അന്നജമുള്ളത്) വൈക്കോൽ, മൊളാസസ്സ് (Molasses), ചാണകം, മലിനജലം എന്നിവയിലെല്ലാം സൂക്ഷ്മജീവിയായ സ്പൈറുലിന (Spirulina) വളരെ പെട്ടെന്ന് വളരുന്നു. ഇവ മാംസ്യം, ധാതുക്കൾ, കൊഴുപ്പ്, അന്നജം, വിറ്റാമിനുകൾ എന്നിവയുടെ വളരെ വലിയ കലവറയാണ്. കൂടാതെ ഈ സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഇത്തരത്തിൽ വളർത്തുന്നത് പരിസര മലിനീകരണവും കുറയ്ക്കുന്നു.

250 kg വലിപ്പമുള്ള ഒരു പശു ദിവസം 200 gm മാംസ്യം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. അതേ കാലയളവിൽ 250 gm സൂക്ഷ്മജീവിയായ *മെത്തിലോഫിലസ് മെത്തിലോട്രോപസ് (Methylophilus methylotrophus)* അതിന്റെ കൂടിയ നിരക്കിലുള്ള ജൈവപിണ്ഡ ഉൽപ്പാദനം കൊണ്ടും വളർച്ചകൊണ്ടും ഏകദേശം 25 ടൺ മാംസ്യം നിർമിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഭക്ഷണമായി അംഗീകരിക്കുന്നതിന്റെ മറ്റൊരു തെളിവാണ് കൂൺ കൃഷി. നാം ഭക്ഷണത്തിൽ കൂൺ ഉൾപ്പെടുത്തിയതോടെ കൂൺ കൃഷി നാട്ടിൽ വ്യാപകമായി.

9.4 ടിഷ്യൂകൾച്ചർ

പരമ്പരാഗത പ്രജനന രീതികൾ ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളുടെ ആവശ്യകത നിറവേറ്റാൻ പര്യാപ്തമല്ലാതെവന്നപ്പോൾ പ്രചാരത്തിൽ വന്ന മറ്റൊരു സാങ്കേതികവിദ്യയാണ് ടിഷ്യുകൾച്ചർ. *എന്താണ് ടിഷ്യുകൾച്ചർ അർഥമാക്കുന്നത്?.*

അണുവിമുക്ത സാഹചര്യങ്ങളിൽ ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിലെ പോഷക മാധ്യമത്തിന്റെ (Nutrient medium) സഹായത്തോടെ എക്സ്പ്ലാന്റുകളിൽ (Explant - സസ്യത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ചെറിയഭാഗം) നിന്ന് പൂർണസസ്യങ്ങളെ പുനരുൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് 1950 കളിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞർ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. കോശങ്ങളുടെയോ എക്സ് പ്ലാന്റുകളുടെയോ ഈ കഴിവാണ് ടോട്ടിപൊട്ടൻസി (Totipotency). ഇതിന്റെ പൂർണമായ സാധ്യതകളെകുറിച്ച് ഉയർന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കും .

കാർബൺ ഉറവിടമായ സുക്രോസ്, ലവണങ്ങൾ, വിറ്റാമിനുകൾ, അമിനോ ആസിഡ് വളർച്ചാത്വരിതകങ്ങളായ ആക്സിൻ, സൈറ്റോകൈനിൻ എന്നിവയടങ്ങിയതാണ് ടിഷ്യുകൾച്ചറിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന പോഷകമാധ്യമം. ടിഷ്യുകൾച്ചറിലൂടെ ചുരുങ്ങിയ സമയത്തിനുള്ളിൽ കുറേയധികം സസ്യങ്ങളെ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കാം. ഇത്തരത്തിൽ ആയിരക്കണക്കിനു സസ്യങ്ങളെ ടിഷ്യുകൾച്ചർ വഴി വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്ന രീതിയാണ് മൈക്രോപ്രോപ്പഗേഷൻ (Micro propagation). ഇത്തരത്തിലുണ്ടാക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ മാതൃസസ്യങ്ങളോട് ജനിതകപരമായി സമാനതയുള്ളവ ആയതിനാൽ അവ സോമാക്ലോൺസ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു (Somaclones). തക്കാളി, വാഴ, ആപ്പിൾ മുതലായ പ്രധാന സസ്യങ്ങൾ വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ ടിഷ്യുകൾച്ചറിലൂടെ വികസിപ്പിക്കുന്നു.

ഒരു ടിഷ്യുകൾച്ചർ ലബോറട്ടറി നിങ്ങളുടെ അധ്യാപിക/അധ്യാപകനോടൊപ്പം സന്ദർശിച്ച് പ്രക്രിയ നന്നായി മനസ്സിലാക്കുക.

രോഗബാധയുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് ആരോഗ്യമുള്ള സസ്യങ്ങളെ വികസിപ്പിക്കാനാകുമെന്നതാണ് ടിഷ്യുകൾച്ചറിന്റെ മറ്റൊരു സവിശേഷത. വൈറസ് ബാധയുള്ള സസ്യങ്ങളിൽപ്പോലും അവയുടെ മെരിസ്റ്റമിക കോശങ്ങൾ (അഗ്രമെരിസ്റ്റം, ആക്സില്ലറി മെരിസ്റ്റം) രോഗാണു വിമുക്തമായിരിക്കും. അതിനാൽ മെരിസ്റ്റത്തെ വേർപെടുത്തി ടിഷ്യുകൾച്ചർ നടത്തുന്നത് വഴി ആരോഗ്യകരമായ സസ്യങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കും. ഇത്തരത്തിൽ മെരിസ്റ്റം കൾച്ചർ വഴി വാഴ, കരിമ്പ്, ഉരുളക്കിഴങ്ങ് മുതലായ സസ്യങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞർ വിജയിച്ചിട്ടുണ്ട് .

സസ്യകോശങ്ങളുടെ കോശഭിത്തി ദഹിപ്പിച്ചശേഷം പ്ലാസ്മാസ്തരം കൊണ്ടാവരണം ചെയ്തിട്ടുള്ള ജീവദ്രവ്യം (Protoplast) ശാസ്ത്രജ്ഞർ വേർതിരിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങളുള്ള രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ഇനം സസ്യങ്ങളുടെ ഇത്തരത്തിലുള്ള

ജീവദ്രവ്യം തമ്മിൽ സംയോജിപ്പിച്ച് സങ്കര ജീവദ്രവ്യമുണ്ടാക്കുന്നു (Hybrid protoplast). അവയെ പുതിയസസ്യമാക്കി വളർത്തിയെടുക്കുന്ന സങ്കരയിനങ്ങളാണ് **സൊമാറ്റിക് ഹൈബ്രിഡുകൾ** (Somatic hybrids). ഈ പ്രക്രിയയാണ് **സൊമാറ്റിക് വർഗസങ്കരണം** (Somatic hybridisation).

തക്കാളിയുടെ ജീവദ്രവ്യം ഉരുളക്കിഴങ്ങിന്റെ ജീവദ്രവ്യവുമായി സങ്കരണം നടത്തി ഈ രണ്ടു സസ്യങ്ങളുടെയും സവിശേഷതകളുള്ള പുതിയസസ്യം വികസിപ്പിക്കുന്നതായി സങ്കല്പിച്ചു നോക്കൂ. ഈ പരീക്ഷണം വിജയിപ്പിക്കാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. പൊമറ്റോ (Pomato) എന്ന ഈ പുതിയ സങ്കരയിനം സസ്യത്തിന് നിർഭാഗ്യവശാൽ, വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിലുള്ള അഭിലഷണീയ ഗുണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല.

സംഗ്രഹം

ശാസ്ത്രീയതത്വങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി മനുഷ്യനോട് ഇണങ്ങി വളരുന്ന മൃഗങ്ങളെ പ്രജനനം നടത്തുകയും പരിപാലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതാണ് മൃഗസംരക്ഷണം. മൃഗങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ ആവശ്യകതയ്ക്കനുസരിച്ച് അളവിലും ഗുണമേന്മയിലും ഉയർന്ന തരം ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ മികച്ച രീതിയിലുള്ള മൃഗസംരക്ഷണ പദ്ധതികളിലൂടെ നമുക്ക് സാധിച്ചു. ഫാം നടത്തിപ്പ്, ഫാമിലെ മൃഗങ്ങളുടെ പരിപാലനം, മൃഗങ്ങളുടെ പ്രജനനം എന്നിവയെല്ലാം മൃഗസംരക്ഷണത്തിലുൾപ്പെടുന്നു. തേനിന്റെ ഉയർന്ന പോഷകഗുണവും ഔഷധമൂല്യവും തേനീച്ചവളർത്തൽ അഥവാ എപ്പികൾച്ചറിന്റെ പ്രസക്തി വർധിപ്പിച്ചു. മീൻ, മീനുൽപ്പന്നങ്ങൾ, മറ്റ് ജലജീവികൾ എന്നിവയുടെ ആവശ്യകത ഫിഷറീസ് എന്ന വ്യവസായം വളരുന്നതിന് കാരണമായി.

രോഗാണുക്കൾ, കീടങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്കെതിരെ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ള സസ്യങ്ങൾ, ഉൽപ്പാദനശേഷി കൂടിയ ഇനം സസ്യങ്ങൾ എന്നിവ വികസിപ്പിക്കുന്നതിന് സസ്യപ്രജനനരീതികൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. സസ്യ ഉൽപ്പന്നങ്ങളിൽ മാംസ്യത്തിന്റെ അളവ് കൂടുന്നതിലൂടെ ഭക്ഷ്യഗുണമേന്മ കൂടുന്നു. ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനം കൂട്ടാനായി ഇൻഡ്യയിൽ ധാരാളം കാർഷിക വിളകളുടെ പുതിയ വിത്തിനങ്ങൾ വികസിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ടിഷ്യുകൾച്ചർ, സൊമാറ്റിക് ഹൈബ്രഡൈസേഷൻ എന്നീ സാങ്കേതികവിദ്യകൾ ലാബോറട്ടറിക്കുള്ളിൽ വച്ച് തന്നെ സസ്യങ്ങളിൽ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തി പുതിയ ഇനങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. മനുഷ്യ നന്മക്കായ് മൃഗസംരക്ഷണത്തിന് വഹിക്കാൻ കഴിയുന്ന പങ്ക് വിശദീകരിക്കുക.
2. നിങ്ങൾ സ്വന്തമായി ഒരു ഡയറി ഫാം നടത്തുന്നുവെങ്കിൽ, പാലുൽപ്പാദനം വർധിപ്പിക്കുന്നതിനും ഗുണമേന്മ കൂട്ടുന്നതിനുമായി എന്തൊക്കെ നടപടികളാണ് സ്വീകരിക്കുക?
3. ഇനം എന്നാലെന്ത്? മൃഗങ്ങളുടെ പ്രജനനത്തിന്റെ ലക്ഷ്യങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?
4. മൃഗങ്ങളുടെ പ്രജനനത്തിന്റെ രീതികളെന്തെല്ലാം? നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ ഏത് രീതിയാണ് ഉത്തമം? എന്തു കൊണ്ട്?
5. എപ്പിക്കൾച്ചർ എന്നാലെന്ത്? നമ്മുടെ ജീവിതത്തിൽ എപ്പിക്കൾച്ചറിനുള്ള പ്രാധാന്യമെന്ത്?
6. ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനം കൂട്ടുന്നതിന് ഫിഷറീസിനുള്ള പങ്ക് വിശദീകരിക്കുക.
7. സസ്യപ്രജനന പ്രക്രിയയുടെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുക.
8. ബയോഫോർട്ടിഫിക്കേഷൻ എന്നാലെന്ത് ?
9. വൈറസ് വിമുക്ത സസ്യങ്ങൾ ഉത്പ്പാദിപ്പിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന സസ്യഭാഗമേത്? എന്തുകൊണ്ട്?
10. മൈക്രോപ്രൊപ്പഗേഷൻ വഴി സസ്യങ്ങളുൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഗുണങ്ങളെന്തെല്ലാം?
11. ലബോറട്ടറിക്കുള്ളിൽ സസ്യങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന പോഷകമാധ്യമങ്ങളുടെ പ്രധാന ഘടകങ്ങളെന്തെല്ലാം?
12. ഇൻഡ്യയിൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ഏതെങ്കിലും 5 സങ്കരയിനം കാർഷിക വിളകളുടെ പേര് എഴുതുക.

അധ്യായം 10

സൂക്ഷ്മജീവികൾ മനുഷ്യക്ഷേമത്തിന്

(MICROBES IN HUMAN WELFARE)

A7C7S1

10.1 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഗാർഹിക ഉൽപാദനത്തിന്

10.2 സൂക്ഷ്മജീവികൾ വ്യാവസായിക ഉൽപാദനത്തിന്

10.3 സൂക്ഷ്മജീവികൾ മലിനജല ശുദ്ധീകരണത്തിന്

10.4 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ബയോഗ്യാസ് ഉൽപാദനത്തിന്

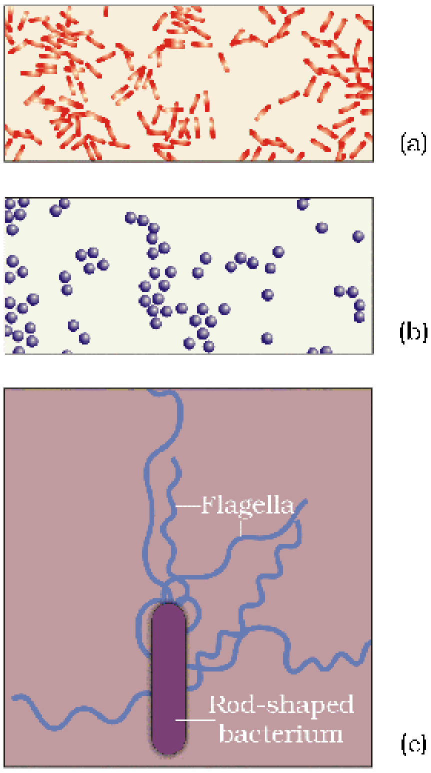
10.5 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ജൈവനിയന്ത്രണത്തിന്

10.6 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ജൈവവളങ്ങൾക്ക്

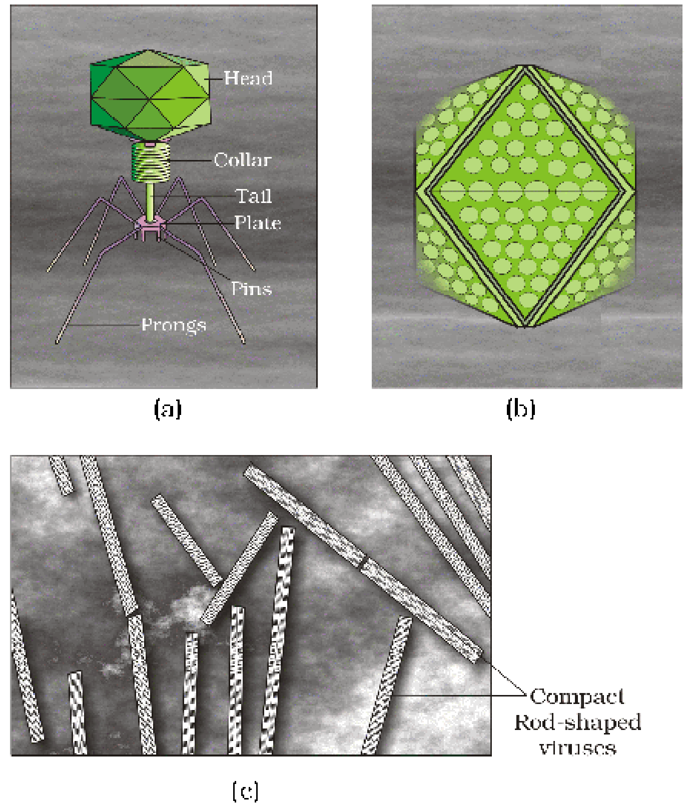
സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും കൂടാതെ സൂക്ഷ്മജീവികളും ഭൂമിയിലെ ജൈവിക വ്യവസ്ഥകളിലെ പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ്. ജീവികളിലെ വൈവിധ്യത്തെക്കുറിച്ച് നാം പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ജീവികളുടെ ഏതു കിങ്ഡത്തിലാണ് സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഉൾപ്പെടുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾ ഓർക്കുന്നുണ്ടോ? സൂക്ഷ്മജീവികൾ മാത്രം ഉൾപ്പെടുന്ന കിങ്ഡം ഏതാണ്? മണ്ണ്, ജലം, വായു എന്നിവിടങ്ങളിലും നമ്മുടെയും മറ്റു ജന്തുക്കളുടെയും ശരീരത്തിനകത്തും പുറത്തും, എല്ലായിടത്തും സൂക്ഷ്മജീവികൾ കാണപ്പെടുന്നു. സാധാരണയായി മറ്റു ജീവികൾക്ക് നിലനിൽക്കാൻ കഴിയാത്ത 100°C നുമേൽ ചൂടുള്ള ഉഷ്ണ ജലപ്രവാഹങ്ങളിലും (geysers), ഭൂമിയിൽ വളരെ ആഴത്തിലും, മഞ്ഞുപാളികൾക്കിടയിലും, ഉയർന്ന അമ്ലത്വമുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിലും സൂക്ഷ്മജീവികൾ അധിവസിക്കുന്നു. ഏകകോശജീവികൾ, ബാക്ടീരിയ, ഫംഗസുകൾ, സൂക്ഷ്മങ്ങളായ സസ്യവൈറസുകൾ, വൈറോയ്ഡുകൾ, പ്രിയോണുകൾ (മാംസ്യനിർമിത രോഗകാരി), തുടങ്ങി വിവിധങ്ങളായ സൂക്ഷ്മജീവികൾ നമുക്കുചുറ്റുമുണ്ട്. ചില സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ ചിത്രങ്ങൾ 10.1 ലും 10.2 ലും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ബാക്ടീരിയ, ഫംഗസ് തുടങ്ങിയ സൂക്ഷ്മജീവികളെ പോഷകമാധ്യമങ്ങളിൽ വളർത്തി നഗ്നനേത്രങ്ങൾ കൊണ്ട് കാണാൻ കഴിയുന്ന അവയുടെ കൂട്ടങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ (കൾച്ചർ) കഴിയുന്നു. (ചിത്രം 10.3). ഇത്തരം കൾച്ചറുകൾ സൂക്ഷ്മജീവികളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനത്തിന് സഹായകമാണ്.

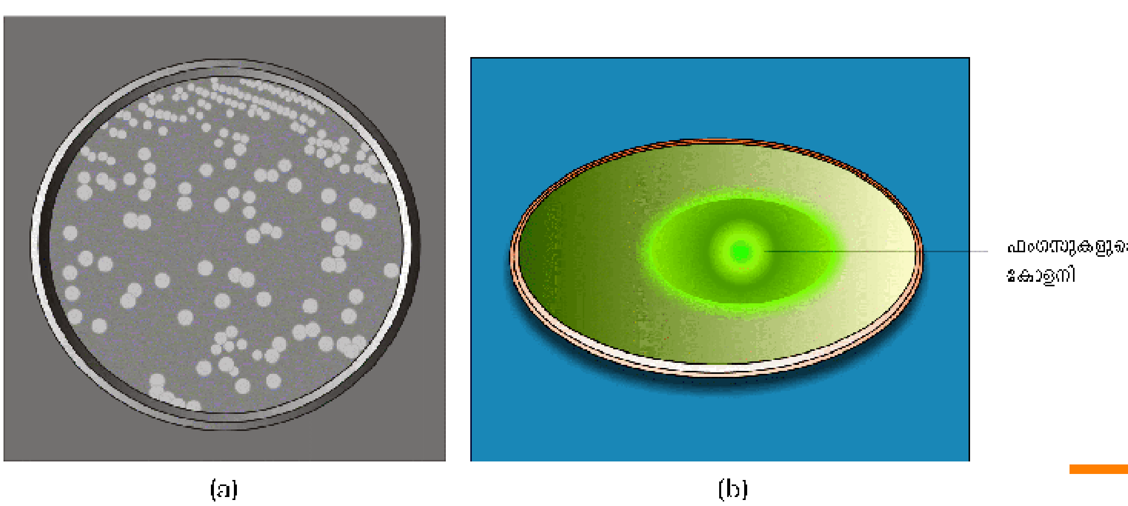
സൂക്ഷ്മജീവികൾ മനുഷ്യരിൽ ധാരാളം രോഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു



ചിത്രം 10.1 ബാക്ടീരിയ: (a) ദണ്ഡാകൃതിയിലു A h, 1500 മടങ്ങ് വലുതാക്കി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. (b) ഗോളാകൃതിയിലുള്ള (1500 മടങ്ങ് വലുപ്പത്തിൽ) (c) ഫ്ളജെല്ലകളുള്ള ദണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള ബാക്ടീരിയ (50.000 മടങ്ങ് വലുപ്പത്തിൽ)



ചിത്രം 10.2 വൈറസുകൾ . (a) ബാക്ടീരിയാഭോജി (b) ശ്വസന സംബന്ധമായ അണുബാധയ്ക്ക് കാരണമാകുന്ന അഡിനോവൈറസുകൾ (c) ദണ്ഡാകൃതിയുള്ള ടുബാക്കോ മൊസൈക്ക് വൈറസുകൾ (TMV) (1,00,000 1.50,000 മടങ്ങ് വലുതാക്കി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു)



ചിത്രം 10.3 (a) ഒരു പെട്രിഡിഷിൽ വളരുന്ന ബാക്ടീരിയ കോളനികൾ
(b) ഒരു പെട്രിഡിഷിൽ വളരുന്ന ഫംഗസുകളുടെ കോളനി

വെന്ന് 8-ാം അധ്യായത്തിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടാവും. അവ മറ്റു ജന്തുക്കളിലും സസ്യങ്ങളിലും പലതരം രോഗങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. പക്ഷേ എല്ലാ സൂക്ഷ്മജീവികളും ഉപദ്രവകാരികളാണെന്ന് വിചാരിക്കരുത്. ധാരാളം സൂക്ഷ്മജീവികൾ മനുഷ്യന് പലവിധത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. മനുഷ്യരുടെ ക്ഷേമത്തിന് സൂക്ഷ്മജീവികൾ നൽകുന്ന വിലപ്പെട്ട സംഭാവനകളെക്കുറിച്ചാണ് ഈ അധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നത്.

10.1 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഗാർഹികോൽപ്പാദനത്തിന്

നാം ദിവസേന സൂക്ഷ്മജീവികളെയോ അവയിൽ നിന്നുള്ള ഉൽപ്പന്നങ്ങളെയോ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട് എന്ന് അറിഞ്ഞാൽ നിങ്ങൾ അതിശയിച്ചുപോകും. ഇതിന് ഏറ്റവും ലളിതമായൊരുദാഹരണമാണ് പാലിൽ നിന്ന് തൈരുണ്ടാക്കുന്ന പ്രക്രിയ. *ലാക്ടോബാസിലസ് (Lactobacillus)*, **ലാക്ടിക് ആസിഡ് ബാക്ടീരിയ (LAB)** എന്നീ സൂക്ഷ്മജീവികൾ പാലിൽ വളരുകയും പാലിനെ തൈരാക്കിമാറ്റുകയും ചെയ്യുന്നു. വളർച്ചാവേളയിൽ LAB ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ആസിഡുകൾ പാലിലെ മാംസ്യത്തെ ഭാഗികമായി ദഹിപ്പിക്കുകയും കട്ടപിടിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ദശലക്ഷക്കണക്കിന് LAB അടങ്ങിയ കുറച്ചു തൈര് നറും പാലിൽ ഇനോക്കുലം (Inoculum) ആയിചേർക്കുമ്പോൾ, അവ അനുകൂല ഊഷ്മാവിൽ പെറ്റുപെരുകി പാലിനെ തൈരാക്കിമാറ്റുകയും ഒപ്പം വിറ്റാമിൻ B_{12} ന്റെ അളവ് വർധിപ്പിച്ച് പോഷകമൂല്യം വർധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നമ്മുടെ ആമാശയത്തിലെ രോഗകാരികളായ സൂക്ഷ്മജീവികളെ നശിപ്പിക്കുന്നതിലും LAB ഒരു പ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നുണ്ട്.

ദോശ, ഇഡ്ഡലി എന്നീ വിഭവങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന മാവ് പുളിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നതും ബാക്ടീരിയകളാണ്. CO_2 വാതകത്തിന്റെ ഉൽപ്പാദനം കാരണമാണ് മാവ് പതഞ്ഞുപൊങ്ങുന്നത്. *CO_2 ന്റെ ഉൽപ്പാദനത്തിന് സഹായിക്കുന്ന ഉപാപചയ പ്രക്രിയ ഏതാണെന്ന് പറയാൻ കഴിയുമോ? പദാർഥങ്ങളെ പുളിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ഈ ബാക്ടീരിയകൾ എവിടെ നിന്നാണ് വരുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ?* റൊട്ടി നിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന മാവ് പുളിപ്പിക്കുന്നതും ബേക്കറുടെ യീസ്റ്റ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന *സക്കാരോമൈസെസ് സെർവിസിയേ (Saccharomyces cerevisiae)* എന്ന സൂക്ഷ്മജീവിയാണ്. ധാരാളം പരമ്പരാഗത പാനീയങ്ങളുടെയും ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങളുടെയും നിർമ്മാണത്തിൽ സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനം സഹായിക്കുന്നു. തെക്കേ ഇന്ത്യയിലെ പല ഭാഗങ്ങളിലും കുടിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന 'കള്ള്' എന്ന പരമ്പരാഗതപാനീയം, തെങ്ങ്, പന തുടങ്ങിയ വൃക്ഷങ്ങളുടെ കൂമ്പ് ചെത്തിയെടുക്കുന്ന നീര് പുളിപ്പിച്ചുണ്ടാക്കുന്നതാണ്. മത്സ്യം, സോയാബീൻ, മുളങ്കൂമ്പ് തുടങ്ങിയവയെ പുളിപ്പിച്ച് ഭക്ഷണമുണ്ടാക്കാനും സൂക്ഷ്മജീവികൾ സഹായകമാകുന്നു. സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനത്താൽ ഉണ്ടാക്കുന്ന പാൽക്കട്ടി (Cheese) പുരാതനകാലം മുതൽക്കേ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു ഭക്ഷണപദാർഥമാണ്. വ്യത്യസ്തതരം പാൽക്കട്ടികൾ ലഭ്യമാണ്. ഇവയ്ക്കോരോന്നിനും സവിശേഷമായ ഘടന, ഗന്ധം, രുചി എന്നിവയുണ്ട്. ഈ സവിശേഷതയ്ക്ക് കാരണം അവയുടെ നിർമാണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികളാണ്. ഉദാ: 'സ്വിസ് പാൽക്കട്ടിയിൽ' കാണപ്പെടുന്ന വലിയ സുഷിരങ്ങൾക്കു കാരണം *പ്രൊപ്പിയോണിബാക്ടീരിയം ഷർമാനി (Propionibacterium sharmanii)* എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു തരം ബാക്ടീരിയത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്താൽ ധാരാളമായി CO_2 ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. 'റക്ഫോർട്ട് പാൽക്കട്ടികൾ' പാകപ്പെടുന്നത് അതിൽ വളരുന്ന ഒരു പ്രത്യേക ഫംഗസിന്റെ പ്രവർത്തനം കൊണ്ടാണ്. ഈ ഫംഗസ്, പാൽക്കട്ടികൾക്ക് പ്രത്യേക ഗന്ധം നൽകുന്നു.

10.2 സൂക്ഷ്മജീവികൾ വ്യാവസായിക ഉൽപ്പാദനത്തിന്

മനുഷ്യന് ഉപകാരപ്രദമാകുന്ന ധാരാളം ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള നിർമാണത്തിന് സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ലഹരിപാനീയങ്ങൾ, ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിന് സൂക്ഷ്മ

ജീവികൾ സഹായകമാകുന്നു. വ്യാവസായിക ആവശ്യങ്ങൾക്കായി സൂക്ഷ്മജീവികളെ **'ഫെർമെന്ററുകൾ'** എന്നറിയപ്പെടുന്ന വലിയ വീപ്പകളിൽ വളർത്തുന്നു (ചിത്രം 10.4).

ചിത്രം 10.4 ഫെർമന്ററുകൾ

10.2.1 ഫെർമെന്റുചെയ്ത പാനീയങ്ങൾ

വീഞ്ഞ്, ബിയർ, വിസ്കി, ബ്രാണ്ടി, റം തുടങ്ങിയ പാനീയങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിന് വളരെ പണ്ടുമുതൽക്കേ സൂക്ഷ്മജീവികളെ, പ്രത്യേകിച്ച് യീസ്റ്റിനെ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. റൊട്ടി നിർമാണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന *സക്കാരോമൈസെസ് സെർവിസിയേ* എന്ന യീസ്റ്റ് തന്നെയാണ് ധാന്യങ്ങളും പഴച്ചാറുകളും പുളിപ്പിച്ച് എഥനോൾ നിർമ്മിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ഈ യീസ്റ്റ് 'ബ്രൂവേഴ്സ് യീസ്റ്റ്' എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.
യീസ്റ്റിന്റെ സഹായത്താൽ എഥനോൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവർത്തനം നിങ്ങൾ ഓർക്കുന്നില്ലേ? ഫെർമെന്റേഷന് ഉപയോഗിക്കുന്ന അസംസ്കൃത വസ്തുക്കളുടെയും, ഫെർമെന്റേഷൻ പ്രക്രിയയുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ വ്യത്യസ്തതരം ലഹരിപാനീയങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. വീഞ്ഞ്, ബിയർ തുടങ്ങിയവയുടെ ഉൽപ്പാദനത്തിൽ സ്വേദനം (Distillation) നടക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ വിസ്കി, ബ്രാണ്ടി, റം എന്നിവ പുളിപ്പിച്ച സൂപ്പിന്റെ സ്വേദനം വഴിയാണുണ്ടാകുന്നത്. ഫെർമെന്റേഷൻ പ്ലാന്റിന്റെ ചിത്രം 10.5 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 10.5 ഫെർമന്റേഷൻ പ്ലാന്റ്

10.2.2 ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ മഹത്തായ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിലൊന്നാണ് സൂക്ഷ്മജീവികളിൽ നിന്നുൽപ്പാദിപ്പിച്ച ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ. ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തം മനുഷ്യസമൂഹത്തിന്റെ നന്മയ്ക്ക് കനത്ത സംഭാവനകൾ നൽകിയിട്ടുണ്ട്. 'ആന്റി' (anti) എന്നത് 'എതിരെ' എന്നർഥം വരുന്ന ഒരു ഗ്രീക്ക് പദമാണ്. 'ബയോ' എന്നാൽ 'ജീവൻ'. ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ എന്നതുകൊണ്ട് 'ജീവന് എതിരെ' (രോഗാണുക്കൾക്കെതിരെ) എന്നാണ് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. മനുഷ്യനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ആന്റിബയോട്ടിക്ക് എന്നത് ജീവനെതിരെ എന്നല്ല 'ജീവനുവേണ്ടി' എന്നാണർഥമാക്കുന്നത്. ചില സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതും രോഗകാരികളായ മറ്റ് സൂക്ഷ്മജീവികളെ നശിപ്പിക്കുകയോ അവയുടെ വളർച്ചയെ തടയുകയോ ചെയ്യുന്ന രാസവസ്തുക്കളാണ് ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ.
നാം സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന പെനിസിലിൻ എന്ന ആന്റിബയോട്ടിക്കിനെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്കറിയാമല്ലോ. ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട ആന്റിബയോട്ടിക് പെനിസിലിൻ ആണെന്നും അതൊരു ആകസ്മികമായ കണ്ടുപിടിത്തമായിരുന്നുവെന്നും നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? അലക്സാണ്ടർ ഫ്ളെമിംഗ്, *സ്റ്റഫിലോകോക്കസ് (Staphylococcus)* ബാക്ടീരിയയിൽ പരീക്ഷണം നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ, വൃത്തിയാക്കാതെ വച്ച കൾച്ചർ പ്ലേറ്റിൽ (ബാക്ടീരിയ വളർത്താനുപയോഗിച്ച പാത്രം) ഒരു പൂപ്പൽ വളർന്നിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിച്ചു. പൂപ്പലുണ്ടായിരുന്ന പാത്രത്തിൽ *സ്റ്റഫിലോകോക്കസുകൾക്ക്* വളരാൻ സാധിച്ചില്ല. ഇതിനു കാരണം പൂപ്പലുകളിൽ നിന്നുണ്ടായ ഒരു രാസവസ്തുവാ

ണെന്ന് ഫ്ളെമിംഗ് മനസ്സിലാക്കി. പൂപ്പലിന്റെ പേര് *പെനിസീലിയം നൊട്ടേറ്റം (Penicillium notatum)* എന്നായതിനാൽ അതിൽ നിന്നുണ്ടായ രാസവസ്തുവിന് അദ്ദേഹം പെനിസിലിൻ എന്നപേരു നൽകി. എന്നിരുന്നാലും ഫലപ്രദമായൊരു ആന്റിബയോട്ടിക് എന്നനിലയിൽ പെനിസിലിൻ വികസിപ്പിച്ചത് ഏണസ്റ്റ് ചെയ്ൻ, ഹൊവാർഡ് ഫ്ളോറി എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞരാണ്. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിൽ മുറിവേറ്റ ഭടന്മാരെ ചികിത്സിക്കാൻ ഈ ആന്റിബയോട്ടിക് വൻതോതിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടു. പെനിസിലിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് ഫ്ളെമിംഗ്, ചെയിൻ, ഫ്ളോറി എന്നിവർക്ക് 1945 ൽ നൊബേൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു.

പെനിസിലിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിനുശേഷം മറ്റു സൂക്ഷ്മജീവികളിൽ നിന്ന് പലതരം ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ വേർതിരിച്ചെടുത്തു. *ഏതാനും ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുടെ പേരുകളും അവയുടെ സ്രോതസ്സുകളും കണ്ടെത്താമോ? ശ്രമിച്ചുനോക്കൂ.*

ലോകം മുഴുവനും ലക്ഷക്കണക്കിനാളുകളെ കൊന്നൊടുക്കിയ പ്ലേഗ്, വില്ലൻചുമ, കുതിരസന്നി, കുഷ്ഠം തുടങ്ങിയ മാരകരോഗങ്ങളെ ചെറുക്കാൻ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ വളരെയധികം സഹായിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇന്ന് ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ ഇല്ലാത്ത ഒരു ലോകത്തെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കാൻ സാധിക്കില്ല.

10.2.3 രാസവസ്തുക്കൾ, രാസാഗ്നികൾ മറ്റ് ജൈവസക്രിയ തന്മാത്രകൾ

ഓർഗാനിക് ആസിഡുകൾ, ആൽക്കഹോളുകൾ, രാസാഗ്നികൾ തുടങ്ങിയ രാസവസ്തുക്കളുടെ വ്യാവസായിക, വാണിജ്യ ഉൽപ്പാദനത്തിനും സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണങ്ങൾ : *ആസ്പർജില്ലസ് നൈഗർ (Aspergillus niger)* എന്ന ഫംഗസ് സിട്രിക് ആസിഡ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു, *അസറ്റോബാക്ടർ അസറ്റി (Acetobacter aceti)(ബാക്ടീരിയ)* അസറ്റിക് ആസിഡും, *ക്ലോസ്ട്രിഡിയം ബ്യൂട്ടിലിക്കം (Clostridium butylicum) (ബാക്ടീരിയ)* ബ്യൂട്ടിറിക് ആസിഡും *ലാക്ടോബാസില്ലസ്* (ബാക്ടീരിയ) ലാക്ടിക് ആസിഡും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

എഥനോളിന്റെ വ്യാവസായിക ഉൽപ്പാദനത്തിന് *സക്കാരോമൈസസ് സെർവീസിയേ* എന്ന യീസ്റ്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. രാസാഗ്നികളുടെ നിർമ്മാണത്തിനും സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. ഡിറ്റർജന്റുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ലിപേസുകൾ എന്ന രാസാഗ്നികൾ വസ്ത്രങ്ങളിൽ നിന്ന് എണ്ണപ്പാടുകൾ നീക്കം ചെയ്യാനുപയോഗിക്കുന്നു. മാർക്കറ്റിൽ നിന്ന് വാങ്ങുന്ന കുപ്പിയിലടച്ച പഴച്ചാറുകൾ വീട്ടിലുണ്ടാക്കുന്നവയേക്കാൾ തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നത് നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടില്ലേ? ഇതിനുകാരണം പെക്ടിനേസുകൾ, പ്രോട്ടിയേസുകൾ എന്നീ രാസാഗ്നികൾ അവയിൽ ചേർക്കുന്നതാണ്. *സ്ട്രെപ്റ്റോകോക്കസ്* ബാക്ടീരിയ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സ്ട്രെപ്റ്റോക്കൈനേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയെ ജനിതക സാങ്കേതികവിദ്യയിലൂടെ മെച്ചപ്പെടുത്തിയശേഷം രക്തക്കുഴലുകളിലെ രക്തക്കട്ട അലിയിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് സാധാരണയായി ഹൃദയാഘാതത്തിലേക്കു നയിക്കുന്ന മയോകാർഡിയൽ ഇൻഫാർക്ഷൻ (Myocardial infarction) എന്ന അവസ്ഥയിലുള്ള രോഗികളുടെ രക്തക്കുഴലുകളിലെ രക്തക്കട്ട അലിയിക്കാനാണുപയോഗിക്കുന്നത്.

അവയവം മാറ്റിവയ്ക്കലിന് വിധേയമാകുന്നരോഗികളിൽ പ്രതിരോധശേഷി നിഷ്ക്രിയമാക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു ജൈവ സക്രിയതന്മാത്രയാണ് സൈക്ലോസ്പോറിൻ A. *ട്രൈക്കോഡെർമ പോളിസ്പോറം (Trichoderma polysporum)* എന്ന ഫംഗസാണ് സൈക്ലോസ്പോറിൻ A ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്.

മൊണാസ്കസ് പർപ്യൂറിയസ് (Monascus purpureus) എന്ന യീസ്റ്റ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന 'സ്റ്റാറ്റിനുകൾ' രക്തത്തിലെ കൊളസ്ട്രോൾ കുറയ്ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് ശരീരത്തിൽ കൊളസ്ട്രോൾ നിർമിക്കാൻ കാരണമായ രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനത്തെ തടയുന്നു.

10.3 സൂക്ഷ്മജീവികൾ മലിനജല ശുദ്ധീകരണത്തിന്

പട്ടണങ്ങളിലും നഗരങ്ങളിലും ദിവസേന ഒരു വലിയ അളവിൽ മലിനജലം പുറന്തള്ള പ്പെടുന്നുണ്ടെന്ന് നമുക്കറിയാം. ഈ ജലത്തിലെ ഒരു പ്രധാന ഘടകം മനുഷ്യവിസർജ്യ മാണ്. ഈ മുനിസിപ്പൽ മലിനജലത്തെ സീവേജ് എന്നും പറയുന്നു. ഇതിൽ ധാരാളം കാർബണിക വസ്തുക്കളും സൂക്ഷ്മജീവികളും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ പലതും രോഗകാരികളാണ്. ദിവസേന ഉണ്ടാ കുന്ന ഈ മലിനജലം എവിടേക്കാണ് പുറന്തള്ളുന്നത് എന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ഇത്തരത്തിലുള്ള മലി നജലം പുഴകൾ, അരുവികൾ തുടങ്ങിയ ജലാശയങ്ങ ളിലേക്ക് നേരിട്ട് ഒഴുക്കിവിടാൻ കഴിയില്ല.

ചിത്രം 10.6 ദ്വിതീയ സംസ്കരണം

എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമല്ലോ.

മലിനജലത്തെ ജലാശയങ്ങളിലേക്ക് ഒഴുക്കിവിടുന്ന തിന് മുമ്പ് മലിനീകരണത്തിന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കുന്ന തിനായി, സീവേജ് ട്രീറ്റ്മെന്റ് പ്ലാന്റുകളിൽ (STP) ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയയ്ക്ക് വിധേയമാക്കുന്നു. മലിന ജല ശുദ്ധീകരണത്തിന് സഹായിക്കുന്നത് സീവേജിൽ സ്വാഭാവികമായി കാണപ്പെടുന്ന പരപോഷികളായ സൂക്ഷ്മജീവികളാണ്. ഈ പ്രക്രി യയ്ക്ക് രണ്ട് ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്:

പ്രാഥമികസംസ്കരണം:- ഈ ഘട്ടത്തിൽ പ്രധാനമായും സീവേജിൽ നിന്ന് ചെറുതും വലുതുമായ പദാർഥങ്ങളെ ഘട്ടം ഘട്ടമായി പെറുക്കിമാറ്റുകയോ അരിച്ചുമാറ്റുകയോ ചെയ്യുന്നു. ആദ്യം തുടർച്ചയായ അരിക്കൽ പ്രക്രിയയിലൂടെ ഒഴുകിനടക്കുന്ന മാലിന്യ ങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യുന്നു. അതിനുശേഷം അടിഞ്ഞുകൂടുന്ന മണ്ണും ചെറിയ കല്ലുകളും നീക്കം ചെയ്യുന്നു. അടിഞ്ഞുകൂടുന്ന എല്ലാ ഖരപദാർഥങ്ങളും ചേർന്നതാണ് **പ്രാഥ മിക സ്ലഡ്ജ്.** മുകളിൽ തെളിഞ്ഞു നിൽക്കുന്ന ദ്രാവകഭാഗമാണ് എഫ്ളുവന്റ്. പ്രാഥ മിക സെറ്റ്ലിംഗ് ടാങ്കിലെ എഫ്ളുവന്റ് രണ്ടാം ഘട്ട ശുദ്ധീകരണത്തിന് ഉപയോഗി ക്കുന്നു.

ദ്വിതീയസംസ്കരണം (ജൈവസംസ്കരണം):- പ്രൈമറി എഫ്ളുവന്റിനെ വായുസ ഞ്ചാരമുള്ള വലിയ ടാങ്കുകളിലേക്ക് കടത്തിവിട്ട് തുടർച്ചയായി ഇളക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കു ന്നു. ഇതിലേക്ക് വായു പമ്പ് ചെയ്യുന്നു. (ചിത്രം 10.6). ഇത് ഉപകാരികളായ വായവ (Aerobic) സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ വളർച്ചയെ സഹായിക്കുന്നു. ബാക്ടീരിയകളുടെ കൂട്ട ങ്ങൾ ഫംഗസ് നാരുകളുമായി ചേർന്ന് അരിപ്പപോലെയുള്ള **ഫ്ളോക്കുകൾ** (flocs) ആയിമാറുന്നു. ഈ സൂക്ഷ്മജീവികൾ വളർച്ചാവേളയിൽ എഫ്ളുവന്റിൽ അടങ്ങിയിരി ക്കുന്ന ജൈവവസ്തുക്കളെ ഉപയോഗിച്ചു തീർക്കുന്നു. അങ്ങനെ എഫ്ളുവന്റിലെ **ബയോകെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാന്റ് (Biochemical Oxygen Demand, BOD)** ഗണ്യമായി കുറയുന്നു. ഒരു ലിറ്റർ ജലത്തിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മുഴുവൻ (കാർബണിക) ജൈവപദാർഥങ്ങളെയും ഓക്സീകരിക്കാൻ ബാക്ടീരിയ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവാണ് BOD എന്നതുകൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത്. BOD ഗണ്യമായി കുറയുന്നതു വരെ സീവേജ് ജലം സംസ്കരിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഒരു ജലസാമ്പിളിൽ നിന്ന്

ചിത്രം 10.7 മലിനജലസംസ്കരണ പ്ലാന്റ് - ഒരു ആകാശക്കാഴ്ച

ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് BOD പരിശോധന വഴി അളക്കാൻ കഴിയും. BOD എന്നാൽ ജലത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബണിക പദാർഥങ്ങളുടെ അളവാണ്. മലിനജലത്തിലെ ഉയർന്ന BOD അതിന്റെ ഉയർന്ന മലിനീകരണ നിരക്കിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

സീവേജിൽ അഥവാ മലിനജലത്തിൽ BOD ഗണ്യമായി കുറഞ്ഞു കഴിഞ്ഞാൽ, എഫ്ളുവന്റിനെ ഒരു സെറ്റ്ലിംഗ് ടാങ്കിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നു. ബാക്ടീരിയ ഫ്ളോക്കുകൾ ടാങ്കിൽ അടിയുന്നു. അടിഞ്ഞുകൂടുന്ന ഈ അവക്ഷിപ്തത്തെ **ആക്ടിവേറ്റഡ് സ്ലഡ്ജ്** എന്നുപറയുന്നു. ഇതിന്റെ ഒരു ചെറിയഭാഗം എയ്റേഷൻ ടാങ്കിലേക്ക് ഇനോക്കുലം ആയി തിരികെ പമ്പു ചെയ്യുന്നു. അവശേഷിക്കുന്ന വലിയഭാഗം സ്ലഡ്ജിനെ **അനറോബിക് സ്ലഡ്ജ് ഡൈജസ്റ്റേർസ്** എന്നറിയപ്പെടുന്ന വലിയ ടാങ്കുകളിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നു. ഇവിടെ കാണപ്പെടുന്ന അവായവ (Anaerobic) ബാക്ടീരിയകൾ സ്ലഡ്ജിലുള്ള ബാക്ടീരിയകളെയും ഫംഗസുകളെയും ദഹിപ്പിക്കുന്നു. ബാക്ടീരിയകൾ ഈ ദഹന പ്രക്രിയയിൽ മീഥേൻ, ഹൈഡ്രജൻസൾഫൈഡ്, കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് എന്നീ വാതകങ്ങളുടെ മിശ്രിതത്തെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. **ബയോഗ്യാസ്** എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ വാതകങ്ങൾ കത്താൻ സഹായിക്കുന്നതിനാൽ ഇവയെ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ദ്വിതീയ സംസ്കരണ പ്ലാന്റിൽ നിന്നുപുറത്തുവരുന്ന എഫ്ളുവന്റിനെ സാധാരണയായി പുഴകൾ, അരുവികൾ തുടങ്ങിയ ജലാശയങ്ങളിലേക്കു ഒഴുക്കിവിടുന്നു. ഇത്തരമൊരു സംസ്കരണ പ്ലാന്റിന്റെ ആകാശക്കാഴ്ച ചിത്രം 10.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ആഗോളതലത്തിൽ ലക്ഷക്കണക്കിന് ഗാലൻ മലിനജലം ദിനംപ്രതി സംസ്കരിക്കുന്നതിൽ സൂക്ഷ്മജീവികൾ വഹിക്കുന്ന പങ്ക് എത്രമാത്രം അഭിനന്ദനാർഹമാണെന്ന് ആലോചിച്ചുനോക്കൂ. ഒരു നൂറ്റാണ്ടിലേറെയായി ലോകമെമ്പാടും ഈ രീതി അനുവർത്തിച്ചു വരുന്നു. ഇന്നുവരെ മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ ഒരു സാങ്കേതികവിദ്യയ്ക്കും സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടുള്ള മാലിന്യസംസ്കരണരീതിയെ കവച്ചുവയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല.

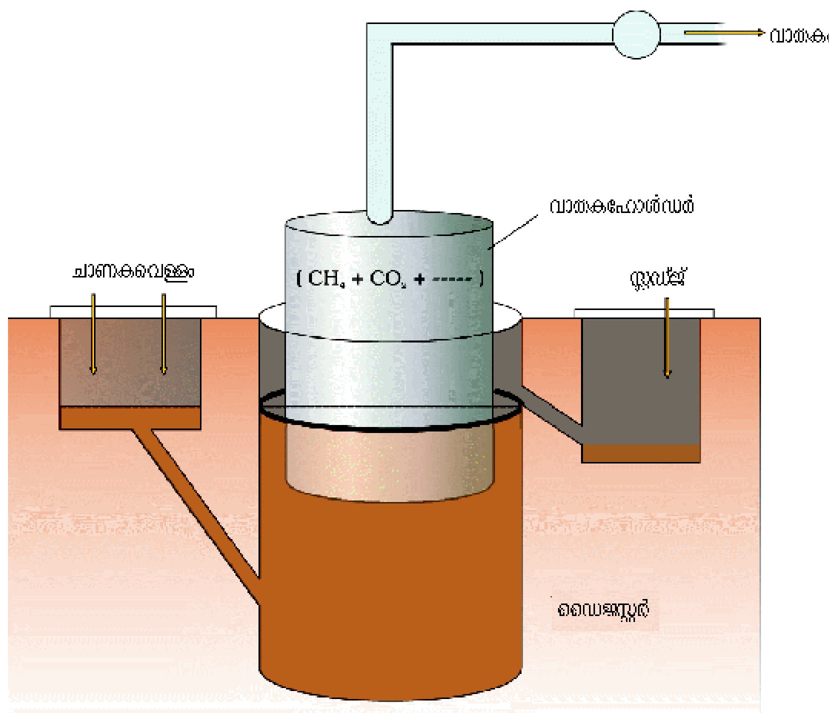
വർധിച്ചുവരുന്ന നഗരവൽക്കരണത്തിന്റെ ഫലമായി സീവേജിന്റെ അളവ് മുമ്പുള്ളതിനേക്കാളും വർധിച്ചുവരുന്നു. എന്നാൽ ഇത്രയും വലിയ അളവിലുള്ള മലിനജലം സംസ്കരിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ സിവേജ് സംസ്കരണ പ്ലാന്റുകളുടെ എണ്ണം വർധിച്ചിട്ടില്ല. അതിനാൽ അസംസ്കൃത സീവേജിനെ പലപ്പോഴും നേരിട്ട് നദികളിലേക്ക് ഒഴുക്കിവിടുന്നു. ഇത് നദികളുടെ മലിനീകരണത്തിനും അതുവഴി ജലജന്യരോഗങ്ങൾ വർധിക്കുന്നതിനും ഇടയാക്കുന്നു.

നമ്മുടെ രാജ്യത്തെ പ്രധാന നദികളായ ഗംഗയെയും യമുനയെയും മലിനീകരണത്തിൽ നിന്ന് രക്ഷിക്കുന്നതിനായി കേന്ദ്രപരിസ്ഥിതി വനം മന്ത്രാലയം **ഗംഗാ പ്രവർത്തന പദ്ധതി, യമുനാ ശുചീകരണ പദ്ധതി** എന്നിവയ്ക്ക് രൂപം നൽകിയിട്ടുണ്ട്. കൂടുതൽ മാലിന്യസംസ്കരണ പ്ലാന്റുകൾ നിർമിക്കുകവഴി സംസ്കരിച്ച സീവേജിനെ മാത്രം പുഴകളിലേക്ക് ഒഴുക്കുക എന്നതാണ് ഈ പദ്ധതിയുടെ പ്രധാന ഉദ്ദേശ്യം.

നിങ്ങളുടെ പരിസരത്തുള്ള ഒരു മലിനജലസംസ്കരണപ്ലാന്റ് സന്ദർശിക്കുകയാണെങ്കിൽ തീർച്ചയായും അതൊരു രസകരമായ അനുഭവമായിരിക്കും.

10.4 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ബയോഗ്യാസ് ഉൽപാദനത്തിന്

സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനത്താൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന വാതകങ്ങളുടെ മിശ്രിതമാണ് ബയോഗ്യാസ്. മീഥേൻ പ്രധാന ഘടകമായ ബയോഗ്യാസ് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മജീവികൾ അവയുടെ വളർച്ചയുടെയും ഉപാപചയത്തിന്റെയും ഭാഗമായി വ്യത്യസ്തതരം വാതകങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മജീവികളുടെയും അവ ഉപാപചയത്തിനായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന അധികാരകങ്ങളുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഈ വാതകങ്ങൾ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മാവ് പുളിപ്പിക്കുമ്പോഴും, പാൽക്കട്ടി ഉണ്ടാക്കുമ്പോഴും, ലഹരിപാനീയങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുമ്പോഴും പ്രധാനമായി ഉണ്ടാകുന്ന വാതകം CO_2 ആണ്. എന്നിരുന്നാലും സെല്ലുലോസിൽ വളരുന്ന അവായവ ബാക്ടീരിയകൾ CO_2 നും H_2 നുമൊപ്പം വൻതോതിൽ മീഥേൻ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഈ ബാക്ടീരിയകൾ പൊതുവെ **മെഥനോജനുകൾ** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. *മെഥനോബാക്ടീരിയം (Methanobacterium)* ഇതിനൊരുദാഹരണമാണ്. ഈ ബാക്ടീരിയ സാധാരണയായി മലിനജലസംസ്കരണവേളയിൽ അവായവ സ്ലഡ്ജിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ കന്നുകാലികളുടെ ആമാശയത്തിന്റെ ഭാഗമായ റൂമനിലും (Rumen) അധിവസിക്കുന്നു. കന്നുകാലികളുടെ ഭക്ഷണത്തിൽ ധാരാളം സെല്ലുലോസ് അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇത് റൂമനിൽ എത്തുമ്പോൾ അവിടെ ജീവിക്കുന്ന ഈ ബാക്ടീരിയ സെല്ലുലോസിനെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നു. ഇവ കന്നുകാലികളുടെ പോഷണത്തിൽ പ്രധാനപ്പെട്ട പങ്കു വഹിക്കുന്നു. *മനുഷ്യർക്ക് ഭക്ഷണത്തിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സെല്ലുലോസിനെ ദഹിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടോ?*



ചിത്രം 10.8 ഒരു ബയോഗ്യാസ് പ്ലാന്റിന്റെ സാമാന്യരൂപം

കന്നുകാലികളുടെ ചാണകത്തിൽ മെഥനോബാക്ടീരിയം ധാരാളമായി അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ചാണകം ഉപയോഗിച്ച് ബയോഗ്യാസ് നിർമിക്കാം. ഇത് ഗോബർഗ്യാസ് എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

ഒരു ബയോഗ്യാസ് പ്ലാന്റിന് 10-15 അടി ആഴമുള്ള ടാങ്ക് ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതിലേക്കാണ് ജൈവമാലിന്യങ്ങളും ചാണകവും നിക്ഷേപിക്കുന്നത്. ഇതിനു മുകളിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഒരു മൂടിയുണ്ട്. സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനത്താൽ വാതകം ഉൽപ്പാദിപ്പി

ക്കപ്പെടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഈ മൂടി മുകളിലേക്ക് ഉയരുന്നു. പ്ലാന്റിന് ഒരു ബഹിർഗമന മാർഗമുണ്ടായിരിക്കും. ഇത് ഒരു കുഴലുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കും. ഈ കുഴൽ വഴി സമീപത്തുള്ള വീടുകളിലേക്ക് ബയോഗ്യാസ് വിതരണം ചെയ്യുന്നു. ഉപയോഗശേഷം അവശേഷിക്കുന്ന സ്ലറി മറ്റൊരു ബഹിർഗമനമാർഗം വഴി നീക്കം ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെ വളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഗ്രാമപ്രദേശങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത ആവശ്യങ്ങൾക്ക് കന്നുകാലികളെ വളർത്തുന്നതിനാൽ ചാണകം യഥേഷ്ടം ലഭിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ബയോഗ്യാസ് പ്ലാന്റുകൾ ഗ്രാമപ്രദേശങ്ങൾക്ക് കൂടുതൽ അനുയോജ്യമാണ്. പാചകത്തിനും വിളക്കുകൾ കത്തിക്കാനും ബയോഗ്യാസ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇന്ത്യയിൽ ബയോഗ്യാസ് ഉൽപ്പാദനസാങ്കേതിക വിദ്യ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത് ഇന്ത്യൻ കാർഷിക ഗവേഷണ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ (IARI) യും ഖാദിഗ്രാമ വ്യവസായ കമ്മീഷന്റെയും (KVIC) ശ്രമഫലമായാണ്. ഒരു ബയോഗ്യാസ് പ്ലാന്റിന്റെ ചിത്രം 10.8 ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

നിങ്ങളുടെ വിദ്യാലയം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത് ഒരു ഗ്രാമത്തിലോ അല്ലെങ്കിൽ ഗ്രാമത്തിനു സമീപത്തോ ആണെങ്കിൽ ഇത്തരം ബയോഗ്യാസ് പ്ലാന്റുകൾ സന്ദർശിക്കുകയും അതിനെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ മനസിലാക്കുകയും അതെങ്ങനെയാണ് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നത് എന്ന് അറിയുകയും ചെയ്യുന്നത് രസകരവും വിജ്ഞാനപ്രദവുമായിരിക്കും.

10.5 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ജൈവികനിയന്ത്രണത്തിന്

ജൈവിക മാർഗങ്ങളിലൂടെ സസ്യരോഗങ്ങളെയും കീടങ്ങളെയും നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനെയാണ് ജൈവികനിയന്ത്രണം എന്ന് പറയുന്നത്. ആധുനിക സമൂഹത്തിൽ സസ്യരോഗങ്ങളെയും കീടങ്ങളെയും ചെറുക്കുന്നതിനായി വൻതോതിൽ ഷഡ്പദനാശിനികളും കീടനാശിനികളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ രാസവസ്തുക്കൾ വിഷമുള്ളതും മനുഷ്യനും മറ്റുജന്തുക്കൾക്കും ഒരുപോലെ ഹാനികരവുമാണ്. മാത്രമല്ല ഇവ നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷത്തെയും മണ്ണിനെയും ഭൂഗർഭജലത്തെയും മലിനപ്പെടുത്തുന്നു. ഫലങ്ങൾ, പച്ചക്കറികൾ, വിളകൾ എന്നിവ വിഷമയമാകുന്നു. കളകളെ നീക്കം ചെയ്യാനുപയോഗിക്കുന്ന കളനാശിനികളും നമ്മുടെ മണ്ണിനെ മലീമസമാക്കുന്നു

കീടങ്ങളുടെയും രോഗങ്ങളുടെയും ജൈവികനിയന്ത്രണം : കാർഷികരംഗത്ത് രാസവസ്തുക്കളുപയോഗിച്ച് നടത്തുന്ന കീടനിയന്ത്രണത്തേക്കാൾ ഇരപിടിയൻ ജീവികളെ ഉപയോഗിച്ച് നടത്തുന്ന കീടനിയന്ത്രണമാണ് അഭികാമ്യം. ജൈവവൈവിധ്യത്തിലൂടെ ആരോഗ്യം എന്നതാണ് ഒരു ജൈവകർഷകന്റെ മുഖ്യലക്ഷ്യം. ഒരു ഭൂപ്രദേശത്തെ ജൈവവൈവിധ്യം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അതിന്റെ സ്ഥിരത കൂടുന്നു. ഒരു ജൈവകർഷകൻ, കീടങ്ങളെന്നറിയപ്പെടുന്ന ജീവികളെ നിർമാർജനം ചെയ്യാനല്ല ശ്രമിക്കുന്നത് മറിച്ച് സന്തുലിതമായ നിയന്ത്രണങ്ങളിലൂടെയും പ്രതിരോധങ്ങളിലൂടെയും ജൈവിക ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ അവയെ നിലനിർത്താനാണ്.

പലപ്പോഴും 'പരമ്പരാഗത' കൃഷി രീതികളിൽ രാസികരീതികൾ അനുവർത്തിച്ച് ഉപദ്രവകാരികളായ ജീവികൾക്കൊപ്പം ഉപകാരികളായ ജീവികളെയും നശിപ്പിക്കുന്നു. ഈ രീതിക്ക് വിരുദ്ധമായി, സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും ചേർന്ന പരസ്പരാശ്രിത ജാലികകളെ വികസിപ്പിക്കുന്ന ഒരു സമഗ്ര സമീപനമാണ് ജൈവികനിയന്ത്രണത്തിലൂടെ ലക്ഷ്യമിടുന്നത്. കീടങ്ങളെന്നറിയപ്പെടുന്ന ജീവിവർഗങ്ങളുടെ നിർമാർജനം സാധ്യമല്ലെന്നു മാത്രമല്ല, ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ നിലനിൽപ്പിന് അത് അഭികാമ്യമല്ലെന്നും ജൈവകർഷകൻ തിരിച്ചറിയുന്നു. ഈ കീടങ്ങളെ തുടച്ചുനീക്കിയാൽ ഇവയെ ആഹാരമാ

ക്കുന്ന ജീവികൾക്കും ഇവയിൽ പരാദജീവനം നടത്തുന്ന ജീവികൾക്കും ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ നിലനിൽക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ല. എന്നാൽ ജൈവകീടനിയന്ത്രണരീതികൾ അനുവർത്തിക്കുന്നതിലൂടെ വിഷമയമായ രാസവസ്തുക്കളുടെയും കീടനാശിനികളുടെയും ഉപയോഗം ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കാനും കഴിയുന്നു.
ജൈവകാർഷിക സമീപനത്തിലൂടെ കർഷകൻ തന്റെ കൃഷിയിടത്തിലധിവസിക്കുന്ന വിവിധതരം ജീവികളെ (ഇരപിടിയന്മാരെയും കീടങ്ങളെയും) അടുത്തറിയുന്നു. അവയുടെ ജീവിതചക്രം, ആഹാരരീതി, പ്രത്യേക ആവാസങ്ങൾ എന്നിവ തിരിച്ചറിയുന്നു. ഇതുവഴി അനുയോജ്യമായ ജൈവികനിയന്ത്രണരീതികൾ അനുവർത്തിക്കാൻ കർഷകന് സാധിക്കുന്നു.

നമുക്ക് സുപരിചിതമായ സുന്ദരി വണ്ട് (lady bird) എന്നറിയപ്പെടുന്ന, ശരീരത്തിൽ ചുവപ്പും കറുപ്പും അടയാളങ്ങളുള്ള വണ്ടുകളും തുമ്പികളും, യഥാക്രമം ഏഫിഡുകളെയും കൊതുകുകളെയും നശിപ്പിക്കാൻ വളരെയേറെ സഹായിക്കുന്നു. *ബാസിലസ് തുറിൻജിയൻസിസ്* (Bt) എന്ന ബാക്ടീരിയ ചിത്രശലഭങ്ങളുടെ ലാർവകളെ ഫലപ്രദമായി നിയന്ത്രിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഇത് സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ജൈവികനിയന്ത്രണത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്. ഈ ബാക്ടീരിയകൾ ഉണങ്ങിയ രേണുക്കളുടെ രൂപത്തിൽ പാക്കറ്റുകളിൽ ലഭ്യമാണ്. ഇത് വെള്ളം ചേർത്ത് രോഗസാധ്യതയുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ (കടുക് ചെടികൾ, ഫലവൃക്ഷങ്ങൾ) തളിക്കാവുന്നതാണ്. ഷഡ്പദങ്ങളുടെ ലാർവകൾ ഇവയെ ഭക്ഷിക്കുമ്പോൾ, ലാർവയുടെ അന്നനാളത്തിൽ ഇവ ഒരു വിഷപദാർഥം (toxin) പുറപ്പെടുവിക്കുകയും അങ്ങനെ ലാർവ നശിച്ചുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാക്ടീരിയരോഗം ബാധിച്ച് ഈ ലാർവകൾ നശിക്കുമ്പോൾ മറ്റ് ജീവികളെ ഇത് ബാധിക്കുന്നില്ല. കഴിഞ്ഞ ദശകങ്ങളിൽ ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് രംഗത്തുണ്ടായ മുന്നേറ്റങ്ങളിലൂടെ, *ബാസില്ലസ് തുറിൻജിയൻസിസ്* ടോക്സിൻ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകളെ സസ്യങ്ങളിൽ സന്നിവേശിപ്പിക്കാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കു സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. അത്തരം സസ്യങ്ങൾക്ക് കീടങ്ങളുടെ ആക്രമണം പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടാകുന്നു. നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് ചില സംസ്ഥാനങ്ങളിൽ കൃഷിചെയ്യുന്ന Bt പരുത്തി ഇതിനൊരുദാഹരണമാണ്. ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ 12-ാമത്തെ അധ്യായത്തിൽ പഠിക്കാം.

ജൈവികനിയന്ത്രണരീതിയിലൂടെ പല സസ്യരോഗങ്ങളെയും ചെറുക്കാൻ കഴിയുന്നു. *ട്രൈക്കോഡെർമ* എന്ന ഫംഗസ് ഇതിനൊരുദാഹരണമാണ്. സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകളിൽ വളരെ സാധാരണയായി സ്വതന്ത്രമായി ജീവിക്കുന്ന ഫംഗസുകളാണ് *ട്രൈക്കോഡർമ*. ഇവ പല സസ്യരോഗകാരികളെയും ഫലപ്രദമായി നിയന്ത്രിക്കുന്നു.

ഷഡ്പദങ്ങളെയും മറ്റ് ആർത്രോപോഡുകളെയും ആക്രമിക്കുന്ന രോഗാണുക്കളാണ് ബാക്കുലോവൈറസുകൾ. ജൈവികനിയന്ത്രണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന ബാക്കുലോവൈറസുകളിൽ ഭൂരിഭാഗവും *ന്യൂക്ലിയോപോളിഹെഡ്രോവൈറസുകൾ* എന്ന ജനുസിൽപ്പെടുന്നവയാണ്. ഓരോ ഇനം കീടത്തെയും പ്രത്യേകമായി നശിപ്പിക്കുന്നതിന് (species-specific) ഈ വൈറസുകൾ വളരെയധികം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. ഇവ സസ്യങ്ങളെയോ, സസ്തനികളെയോ, പക്ഷികളെയോ, മത്സ്യങ്ങളെയോ, ഉപദ്രവകാരിയല്ലാത്ത മറ്റ് ഷഡ്പദങ്ങളെയോ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നില്ല. ഉപകാരികളായ ഷഡ്പദങ്ങൾ സംരക്ഷിക്കപ്പെടേണ്ടതിനാൽ സംയോജിതകീടനിയന്ത്രണ പരിപാടികളിലും പരിസ്ഥിതി ദുർബല പ്രദേശങ്ങളിലും ബാക്കുലോവൈറസുകളുടെ ഉപയോഗം ഏറെ അഭികാമ്യമാണ്.

10.6 സൂക്ഷ്മജീവികൾ ജീവാണുവളങ്ങളുടെ രൂപത്തിൽ

വർത്തമാനജീവിതശൈലിയിൽ നമുക്ക് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ആശങ്കയുളവാക്കുന്ന ഒന്നാണ് പരിസരമലിനീകരണം. വർധിച്ചുവരുന്ന കാർഷികോൽപ്പന്നങ്ങളുടെ ആവശ്യകതയനുസരിച്ചുള്ള രാസവളങ്ങളുടെ ഉപയോഗം പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണത്തിന് വലിയതോതിൽ കാരണമാകുന്നുണ്ട്. രാസവളങ്ങളുടെ അമിതോപയോഗം മൂലമുണ്ടാകുന്ന പ്രശ്നങ്ങളെക്കുറിച്ച് നാം ഇന്ന് ബോധമുള്ളവരാണ്. അതുകൊണ്ട് ജീവാണുവളങ്ങൾ (Biofertilizers) ഉപയോഗിച്ചുള്ള ജൈവകൃഷിയിലേക്ക് (Organic farming) മാറാൻ നാം നിർബന്ധിതരായിരിക്കുന്നു.

മണ്ണിന്റെ പോഷകമൂല്യം വർധിപ്പിച്ച് മണ്ണിനെ സമ്പുഷ്ടമാക്കുന്ന ജീവികളെയാണ് ജീവാണുവളങ്ങൾ എന്നുപറയുന്നത്. ബാക്ടീരിയ, ഫംഗസുകൾ, സയനോബാക്ടീരിയ എന്നിവയാണ് ജീവാണുവളങ്ങളുടെ പ്രധാനസ്രോതസുകൾ. *റൈസോബിയം* എന്ന സഹോപകാരിതബാക്ടീരിയകൾ അധിവസിക്കുന്ന പയറുവർഗസസ്യങ്ങളുടെ വേരുകളിലെ മുഴകളെപ്പറ്റി നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഈ ബാക്ടീരിയ അന്തരീക്ഷ നൈട്രജനെ, ചെടികൾക്ക് ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന പോഷകത്തിന്റെ രൂപത്തിലാക്കി സ്ഥിരീകരിക്കുന്നു. മണ്ണിൽ സ്വതന്ത്രമായി കാണുന്ന മറ്റ് ചില ബാക്ടീരിയകൾ (ഉദാ:- *അസോസ്പൈറില്ലം*, അസറ്റോബാക്ടർ) അന്തരീക്ഷനൈട്രജനെ സ്ഥിരീകരിച്ച് മണ്ണിലെ നൈട്രജന്റെ അളവ് വർധിപ്പിക്കുന്നു.

ഫംഗസുകൾ സസ്യങ്ങളുമായി പരസ്പരാശ്രയത്വബന്ധം പുലർത്താറുണ്ട് (മൈക്കോറൈസ). *ഗ്ലോമസ്* എന്ന ജനുസിൽപ്പെട്ട ഫംഗസുകളിലേറെയും മൈക്കോറൈസകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. ഫംഗസുകൾ മണ്ണിൽ നിന്നും ഫോസ്ഫറസ് വലിച്ചെടുത്ത് ചെടിക്കു നൽകുന്നു. ഇത്തരം ബന്ധത്തിലൂടെ സസ്യങ്ങൾക്ക് മറ്റു പല നേട്ടങ്ങളുമുണ്ടാകുന്നു. അവയ്ക്ക് മൂലജന്യരോഗാണുക്കളെ (Root-borne pathogens) പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിയുന്നു. ലവണത്വം, വരൾച്ച എന്നിവയെ അതിജീവിക്കാൻ കഴിയുന്നു. സസ്യവളർച്ച ത്വരിതപ്പെടുന്നു.

ഈ ബന്ധത്തിലൂടെ ഫംഗസുകൾക്ക് എന്തൊക്കെ പ്രയോജനങ്ങളുണ്ടാകുമെന്ന് പറയാൻ കഴിയുമോ?

സയനോബാക്ടീരിയ സ്വപോഷികളായ സൂക്ഷ്മജീവികളാണ്. കരയിലും വെള്ളത്തിലും ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്ന ഇവയ്ക്ക് അന്തരീക്ഷ നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. ഉദാ: *അനാബീന, നോസ്റ്റോക്, ഓസിലറ്റോറിയ* തുടങ്ങിയവ.

നെൽവയലുകളിൽ സയനോബാക്ടീരിയ പ്രധാന ജീവാണുവളമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. നീല ഹരിത ആൽഗകളും മണ്ണിലെ ജൈവ പദാർഥങ്ങളുടെ അളവ് വർധിപ്പിച്ച് മണ്ണിനെ ഫലഭൂയിഷ്ടമാക്കുന്നു. ഇന്ന് നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് ധാരാളം ജീവാണുവളങ്ങൾ മാർക്കറ്റിൽ ലഭ്യമാണ്. കർഷകർ കൃത്യമായി കൃഷിയിടങ്ങളിൽ ജീവാണുവളങ്ങളുപയോഗിച്ച് മണ്ണിലെ പോഷകങ്ങളെ നിലനിർത്തുകയും രാസവളങ്ങളോടുള്ള ആശ്രിതത്വം കുറച്ചുകൊണ്ടുവരികയും ചെയ്യേണ്ടത് അനിവാര്യമാണ്.

സംഗ്രഹം

സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഭൂമിയിലെ ജീവന്റെ പ്രധാന ഘടകമാണ്. എല്ലാ സൂക്ഷ്മജീവികളും രോഗകാരികളല്ല. മനുഷ്യന് ഉപകാരികളായ ധാരാളം സൂക്ഷ്മജീവികളുണ്ട്. സൂക്ഷ്മജീവികളെയും അവയിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന ഉൽപ്പന്നങ്ങളെയും നാം നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. പാലിൽ വളരുന്ന ലാക്ടിക് ആസിഡ് ബാക്ടീരിയ (LAB) പാലിനെ തൈരാക്കിമാറ്റുന്നു. റൊട്ടിയുണ്ടാക്കാനുള്ള മാവ് പുളിപ്പിക്കുന്നത് *'സക്കാരോമൈസസ് സെർവീസിയേ'* എന്ന യീസ്റ്റ് ആണ്. ഇഡ്ഡലി, ദോശ എന്നിവയുണ്ടാക്കുന്ന മാവ് പുളിപ്പിക്കുന്നതും സൂക്ഷ്മജീവികളാണ്. ചീസിന് (പാൽക്കട്ടി) പ്രത്യേകതരം ഘടന, രുചി, മണം എന്നിവ നൽകുന്നതും ബാക്ടീരിയകളും ഫംഗസുകളുമാണ്. വ്യാവസായിക ഉൽപ്പന്നങ്ങളായ ലാക്ടിക് ആസിഡ്, അസറ്റിക് ആസിഡ്, ആൽക്കഹോൾ തുടങ്ങിയവയുടെ ഉൽപ്പാദനത്തിന് സൂക്ഷ്മജീവികൾ സഹായിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന പെനിസിലിൻ പോലുള്ള ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ രോഗകാരികളായ സൂക്ഷ്മജീവികളെ നശിപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു. പകർച്ചവ്യാധികളായ കുതിരസന്നി, വില്ലൻചുമ, ന്യുമോണിയ തുടങ്ങിയവയെ നിയന്ത്രണവിധേയമാക്കുന്നതിൽ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ ഗണ്യമായ പങ്കുവഹിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഒരു നൂറ്റാണ്ടിലേറെയായി മലിനജലസംസ്കരണത്തിന് സൂക്ഷ്മജീവികളെ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. ഇത് പ്രകൃതിയിൽ ജല- പുനഃചംക്രമണത്തിന് സഹായിക്കുന്നു. മെഥനോജനുകൾ സസ്യാവശിഷ്ടങ്ങളെ വിഘടിപ്പിച്ച് മീഥേൻ (ബയോഗ്യാസ്) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഈ ബയോഗ്യാസ് ഗ്രാമപ്രദേശങ്ങളിൽ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ജൈവികനിയന്ത്രണരീതിയിൽ സൂക്ഷ്മാണുക്കളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് കീടങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്നു. ജൈവികനിയന്ത്രണരീതി അനുവർത്തിക്കുന്നതുവഴി വിഷമയമായ കീടനാശിനികളുടെ വൻതോതിലുള്ള ഉപയോഗം ഒഴിവാക്കാൻ കഴിയും. രാസവളങ്ങൾക്കുപകരം ജീവാണുവളങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതിന്റെ ആവശ്യകത വർധിച്ചിരിക്കുന്നു. വ്യത്യസ്തധർമ്മങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നതുവഴി സൂക്ഷ്മജീവികൾ മനുഷ്യസമൂഹത്തിന്റെ ക്ഷേമത്തിൽ വളരെ വലിയ പങ്കുവഹിക്കുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ബാക്ടീരിയകളെ നഗ്നനേത്രങ്ങൾ കൊണ്ട് കാണാൻ സാധ്യമല്ല. മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ ഇവയെ കാണാം. സൂക്ഷ്മജീവികളെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനായി നിങ്ങളുടെ വീട്ടിൽ നിന്ന് സ്കൂൾ പരീക്ഷണശാലയിലേക്ക് ഒരു സാമ്പിൾ കൊണ്ടുവരാൻ ആവശ്യപ്പെട്ടാൽ നിങ്ങൾ എന്തു സാമ്പിൾ കൊണ്ടുവരും?
2. ഉപാപചയപ്രവർത്തനവേളയിൽ സൂക്ഷ്മജീവികൾ വാതകങ്ങൾ പുറത്തുവിടുന്നു എന്നത് തെളിയിക്കുന്നതിന് ഉദാഹരണങ്ങൾ നൽകുക.
3. ഏത് ഭക്ഷണത്തിലാണ് ലാക്ടിക് ആസിഡ് ബാക്ടീരിയയെ കാണാൻ കഴിയുക? അവയുടെ ചില ഉപയോഗങ്ങൾ എഴുതുക?
4. സൂക്ഷ്മാണുക്കളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി അരി, ഗോതമ്പ്, പരിപ്പ് എന്നിവ കൊണ്ടുണ്ടാക്കുന്ന നാടൻ ഭക്ഷണങ്ങളുടെ പേരെഴുതുക.
5. ഉപദ്രവകാരികളായ ബാക്ടീരിയകൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന രോഗങ്ങളെ സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ ചെറുക്കുന്നതെങ്ങനെയാണ്?
6. ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ നിർമ്മിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും 2 തരം ഫംഗസുകളുടെ പേരെഴുതുക?

7. സീവേജ് എന്നാലെന്ത്? എങ്ങനെയാണ് സീവേജ് മനുഷ്യന് ഉപദ്രവകാരിയാകുന്നത്?

8. സീവേജിന്റെ പ്രാഥമിക സംസ്കരണവും ദ്വിതീയ സംസ്കരണവും തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസമെന്ത്?

9. സൂക്ഷ്മാണുക്കളെ ഊർജസ്രോതസായി ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുമോ?

10. രാസവളങ്ങളുടെയും രാസകീടനാശിനികളുടെയും ഉപയോഗം കുറയ്ക്കുന്നതിന് സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ സഹായിക്കുന്നു. ഇതെങ്ങനെ സാധ്യമാക്കുന്നുവെന്ന് വിശദീകരിക്കുക?

11. പുഴയിലെ വെള്ളം, സംസ്ക്കരിക്കാത്ത സീവേജ് ജലം, സീവേജ് സംസ്കരണ പ്ലാന്റിൽ നിന്നു പുറത്തു വിടുന്ന ദ്വിതീയ എഫ്ളുവന്റ് എന്നീ മൂന്ന് ജല സാമ്പിളുകൾ BOD പരിശോധനയ്ക്കു വിധേയമാക്കുന്നു. സാമ്പിളുകൾ A, B, C എന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തുന്നു. എന്നാൽ ലാബ് അസിസ്റ്റന്റ് ഈ ലേബലുകൾ ഏതു സാമ്പിളിന്റേതാണെന്ന് കൃത്യതപ്പെടുത്താതെയാണ് A, B, C എന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തിയത്. A, B, C എന്ന മൂന്ന് സാമ്പിളുകളുടേയും BOD മൂല്യം യഥാക്രമം 20 മില്ലിഗ്രാം/ലിറ്റർ, 8 മില്ലിഗ്രാം/ലിറ്റർ, 400 മില്ലിഗ്രാം/ലിറ്റർ എന്നായിരുന്നു രേഖപ്പെടുത്തിയിരുന്നത്. ഏതു ജലസാമ്പിളാണ് ഏറ്റവും മലിനമായത്? പുഴവെള്ളം താരതമ്യേന ശുദ്ധമാണെന്ന് കരുതിക്കൊണ്ട് സാമ്പിളുകൾ കൃത്യമായി ലേബൽ ചെയ്യാൻ നിങ്ങൾക്കാവുമോ?

12. ശരീരത്തിന്റെ പ്രതിരോധ ശേഷി തടയാനുപയോഗിക്കുന്ന മരുന്നായ സൈക്ലോസ്പോറിൻ A, രക്തത്തിലെ കൊളസ്ട്രോളിന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന സ്റ്റാറ്റിനുകൾ എന്നിവ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മാണുക്കളുടെ പേരെഴുതുക.

13. താഴെ സൂചിപ്പിക്കുന്നവയിൽ സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പങ്ക് എന്താണെന്ന് കണ്ടെത്തി നിങ്ങളുടെ ടീച്ചറുമായി ചർച്ചചെയ്യൂ.

    എ) ഏകകോശമാംസ്യം (Single cell protein)

    ബി) മണ്ണ്

14. ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നവയെ മനുഷ്യസമൂഹത്തിന്റെ ക്ഷേമത്തിന് പ്രയോജനപ്പെടുന്നതിന്റെ അവരോഹണക്രമത്തിൽ (ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടത് ആദ്യം) ക്രമീകരിക്കുക. നിങ്ങളുടെ ഉത്തരം സാധൂകരിക്കുക.

    ബയോഗ്യാസ്, സിട്രിക് ആസിഡ്, പെനിസിലിൻ, തൈര്

15. എങ്ങനെയാണ് ജീവാണുവളങ്ങൾ മണ്ണിന്റെ ഫലപുഷ്ടി വർധിപ്പിക്കുന്നത്?

യൂണിറ്റ് IX
ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ
(BIOTECHNOLOGY)

അധ്യായം 11

ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ: തത്വങ്ങളും പ്രക്രിയകളും

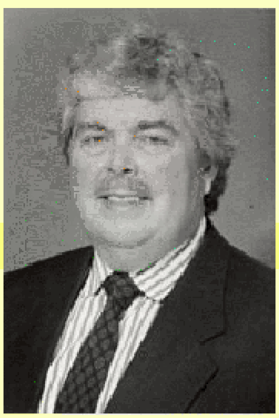
അധ്യായം 12

ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയും അതിന്റെ പ്രയോജനങ്ങളും

17-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഫ്രാൻസിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന തത്വചിന്തകനും ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനും ജീവശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്ന റെനെ ദെക്കാർത്തെയുടെ (Rene Descartes) കാലം മുതൽക്ക് മനുഷ്യരുടെ അറിവ്, പ്രത്യേകിച്ച് പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിലുള്ള അറിവ് ലക്ഷ്യമിട്ടിരുന്നത് മനുഷ്യരുടെ ജീവിത സൗകര്യങ്ങൾ മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനുള്ള സാങ്കേതികവിദ്യകൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിനായിരുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ പ്രതിഭാസങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായുള്ള മുഴുവൻ സമീപനങ്ങളും മനുഷ്യനിൽ കേന്ദ്രീകൃതമായിരുന്നു. ഊർജതന്ത്രം, രസതന്ത്രം എന്നിവയിൽ നിന്നും ഉടലെടുത്ത എഞ്ചിനീയറിംഗും സാങ്കേതികവിദ്യകളും വ്യവസായങ്ങളും മനുഷ്യരുടെ സുഖസൗകര്യങ്ങൾക്ക് വഴിയൊരുക്കി. ജൈവലോകത്തെ പ്രധാനമായും ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നത് ആഹാരത്തിന്റെ സ്രോതസ്സ് എന്ന നിലയ്ക്കാണ്. ആധുനിക ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഉപശാഖയായി ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഉടലെടുത്ത ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ മാറ്റമുണ്ടാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഇതിന് കാരണം ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഉൽപന്നങ്ങൾ ആരോഗ്യ ഭക്ഷ്യോൽപാദന രംഗത്തെ ഗുണനിലവാരം മെച്ചപ്പെടുത്തിയതാണ്. ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയിലെ പ്രക്രിയകളുടെ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങളും അവയുടെ ചില പ്രയോജനങ്ങളുമാണ് ഈ യൂണിറ്റിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുള്ളത്.

പടിഞ്ഞാറൻ പെൻസിൽവാനിയയിലെ റെയിൽറോഡുകളും ഖനികളും ഭൂരിഭാഗം യുവജനങ്ങളുടെയും ഒരു ലക്ഷ്യസ്ഥാനമായിരുന്നു. അവിടെയാണ് 1936 ൽ ഹെർബെർട്ട് ബോയർ ജനിച്ചത്. 1963 ൽ പിറ്റ്സ്ബർഗ് സർവകലാശാലയിൽ ബിരുദ പഠനത്തിനുശേഷം അദ്ദേഹം യേലിൽ മൂന്നുവർഷത്തെ ബിരുദാനന്തര പഠനം പൂർത്തിയാക്കി.

1966 ൽ ബോയർ സാൻഫ്രാൻസിസ്കോയിലെ കാലിഫോർണിയ സർവകലാശാലയിൽ അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസറായി. 1969 ൽ അദ്ദേഹം സവിശേഷതകളുള്ള ഇ.കോളൈ ബാക്ടീരിയത്തിലെ ഒരു ജോഡി റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നികളിൽ പഠനങ്ങൾ നടത്തുകയുണ്ടായി. ഈ രാസാഗ്നികൾക്ക് ഡി.എൻ.എ ഇഴകളെ ഒരു പ്രത്യേക രീതിയിൽ മുറിക്കുവാൻ കഴിവുണ്ടെന്നും തൽഫലമായി ഈ ഇഴകളിൽ ഒട്ടുന്ന അഗ്രഭാഗങ്ങൾ (Sticky ends) രൂപപ്പെടുന്നുവെന്നും അദ്ദേഹം നിരീക്ഷിച്ചു. ഇത്തരത്തിലുള്ള അഗ്രഭാഗങ്ങൾ കൃത്യതയോടെ DNA ഇഴകളെ ഒട്ടിച്ചു ചേർക്കുന്നു.

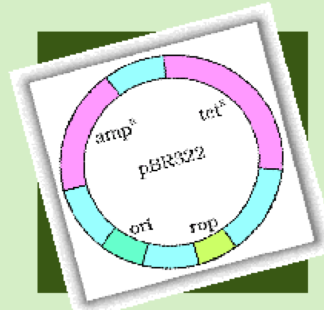


ഹെർബർട്ട് ബോയർ
(1936)

ബോയർ ഈ കണ്ടുപിടിത്തം ഹവായിൽ വച്ച് സ്റ്റാൻഫോർഡിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ സ്റ്റാൻലി കോഹനുമായി ചർച്ച ചെയ്തു. ബാക്ടീരിയ കോശങ്ങളുടെ കോശദ്രവ്യത്തിൽ സ്വതന്ത്രമായി കാണപ്പെടുന്ന വൃത്താകൃതിയിലുള്ള DNA കളിലായിരുന്നു കോഹൻ പഠനം നടത്തി വന്നിരുന്നത്. പ്ലാസ്മിഡുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഇത്തരം DNA കൾ സ്വതന്ത്രമായി ഇരട്ടിക്കുന്നവയാണ്. ഇത്തരം പ്ലാസ്മിഡുകളെ ഒരു കോശത്തിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്ത് മറ്റൊരു കോശത്തിലേക്ക് കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു രീതി കോഹൻ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തു. ഈ പ്രക്രിയയെ DNA സ്പ്ലൈസിംഗുമായി (DNA splicing) കൂട്ടിയിണക്കിയപ്പോൾ DNA കഷണങ്ങളെ ആവശ്യാനുസരണമുള്ള രീതികളിൽ കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കാനും അവയെ ബാക്ടീരിയ കോശങ്ങളിലേക്ക് നിക്ഷേപിക്കുവാനും ബോയറിനും കോഹനും സാധിച്ചു. ഇത്തരത്തിലുള്ള ബാക്ടീരിയ കോശങ്ങൾക്ക് നിർദിഷ്ട മാംസ്യങ്ങളുടെ നിർമാണശാലകളായി വർത്തിക്കാൻ സാധിക്കും. ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ എന്ന ശാസ്ത്രശാഖയുടെ ആവിർഭാവം ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമാണ്.

അധ്യായം 11

K5C4E6



ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ: തത്വങ്ങളും പ്രക്രിയകളും

(BIOTECHNOLOGY : PRINCIPLES AND PROCESSES)

11.1 ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ തത്വങ്ങൾ

11.2 പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപാധികൾ

11.3 പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ പ്രക്രിയകൾ

ജീവികളെയോ അവയിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന രാസാഗ്നികളെയോ ഉപയോഗിച്ച് മനുഷ്യനു പ്രയോജനകരമായ പ്രക്രിയകളും ഉൽപ്പന്നങ്ങളും ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്ന സാങ്കേതികവിദ്യയാണ് ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ. അങ്ങനെയെങ്കിൽ സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ സഹായത്താൽ നടക്കുന്ന തൈരിന്റെയും ബ്രഡിന്റെയും വൈനിന്റെയും ഉൽപ്പാദനം ഒരു തരം ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയായി കരുതാം. എന്നാൽ ഇന്ന്, ഇതേ ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ നിർമാണം ജനിതക മാറ്റം വരുത്തിയ ജീവികളെ ഉപയോഗിച്ച് വൻതോതിൽ സാധ്യമായതിനാൽ, ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ എന്ന പദം അത്തരം പ്രകിയകളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനായി പരിമിതപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ മറ്റ് ചില പ്രക്രിയകളെയും സങ്കേതങ്ങളെയും കൂടി ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയിൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന് പരീക്ഷണശാലയിൽ നടത്തിയ ബീജസംയോഗത്തിലൂടെ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത 'ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് ശിശു', ജീനുകളുടെ സൃഷ്ടിയും പ്രയോഗവും, ഡി.എൻ.എ വാക്സിനുകളുടെ ഉൽപ്പാദനം, കേടുപാടു സംഭവിച്ച ജീനുകളുടെ തിരുത്തൽ ഇവയെല്ലാം ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഭാഗങ്ങളാണ്.

പരമ്പരാഗതമായ കാഴ്ചപ്പാടും ആധുനിക തന്മാത്രാതല ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയും ഉൾപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടുള്ള നിർവചനമാണ് യൂറോപ്യൻ ഫെഡറേഷൻ ഓഫ് ബയോടെക്നോളജി (EFB) ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയ്ക്ക് നൽകിയിട്ടുള്ളത്. EFB നൽകിയ നിർവചനം ഇപ്രകാരമാണ്. ഉൽപ്പന്നങ്ങൾക്കും സേവനങ്ങൾക്കുമായി പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തെ (Natural science) ജീവികൾ, കോശങ്ങൾ, കോശഭാഗങ്ങൾ, സദൃശതന്മാത്രകൾ എന്നിവയുമായി ഉൾച്ചേർക്കുന്നതാണ് ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ.

11.1 ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ തത്വങ്ങൾ

ആധുനിക ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയ്ക്ക് ആരംഭം കുറിക്കുന്നതിന് ധാരാളം സങ്കേതങ്ങൾ സഹായകമായെങ്കിലും അവയിൽ ഏറ്റവും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നത് രണ്ടെണ്ണമാണ്.

(i) **ജനിതക എഞ്ചിനിയറിംഗ്** (Genetic Engineering): ജനിതകവസ്തുക്കളുടെ (ഡി.എൻ.എ / ആർ.എൻ.എ) രാസഘടനയിൽ മാറ്റം വരുത്തിയതിനുശേഷം അവയെ ആതിഥേയ ജീവികളിൽ കടത്തിവിട്ട് അവയുടെ പ്രകടസ്വഭാവത്തിൽ മാറ്റം സൃഷ്ടിക്കുന്ന സങ്കേതമാണിത്.

(ii) **രാസിക എഞ്ചിനിയറിംഗ്** (Chemical engineering) പ്രക്രിയകളിൽ അണുവിമുക്തമായ സാഹചര്യം നിലനിർത്തി അഭിലഷണീയ സൂക്ഷ്മാണുക്കളെയോ യൂകാരിയോട്ടിക് കോശത്തെയോ വൻതോതിൽ വളർത്തുന്നു. തുടർന്ന് ഇവയെ ജൈവസാങ്കേതിക ഉൽപ്പന്നങ്ങളായ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ, വാക്സിനുകൾ, രാസാഗ്നികൾ മുതലായവയുടെ ഉൽപ്പാദനത്തിനായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

ഇനി നമുക്ക് ജനിതക എഞ്ചിനിയറിംഗ് തത്വങ്ങളുടെ ആശയ വികാസത്തെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാം.

അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനുള്ള മേന്മകൾ നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം ജനിതകഘടനയിൽ അതുല്യമായ കൂടിച്ചേരലുകൾക്ക് വഴിയൊരുക്കുകയും വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് അവസരം നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ മാറ്റങ്ങളിൽ ചിലത് ജീവികൾക്കും ജീവിഗണത്തിനും (Populations) പൊതുവെ പ്രയോജനപ്രദമാകാറുണ്ട്. അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം ജനിതകപരമായ സ്വഭാവങ്ങൾ അതുപോലെ നിലനിർത്തുമ്പോൾ ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനം വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. സസ്യ-ജന്തുവർഗ പരിപാലന പ്രക്രിയയിലെ പരമ്പരാഗതമായ വർഗസങ്കരണത്തിന്റെ (Hybridisation) ഫലമായി പലപ്പോഴും അഭിലഷണീയമായ ജീനുകളോടൊപ്പം അനഭിലഷണീയമായജീനുകളുടെ കടന്നുകയറ്റവും വർധനവും നടക്കാറുണ്ട്. എന്നാൽ ജനിതക എഞ്ചിനിയറിംഗ് എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യയിൽ **പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എയുടെ** (Recombinant DNA) നിർമാണം, ജീൻക്ലോണിംഗ്, ജീൻ കൈമാറ്റം എന്നിവയിലൂടെ അനഭിലഷണീയമായ ജീനുകളെ ഒഴിവാക്കി അഭിലഷണീയമായ ജീനുകളെ മാത്രം വേർതിരിച്ചെടുത്ത് അവയിൽ ഒന്നോ ഒരു സെറ്റ് ജീനുകളോ നാം ഉദ്ദേശിക്കുന്ന ജീവിയിലേക്ക് കടത്തിവിടാൻ സാധിക്കും.

അന്യജീവിയിലേക്ക് ഏതെങ്കിലും തരത്തിൽ DNA യുടെ ഒരു ചെറിയ ഭാഗം കടത്തിവിട്ടാൽ അതിനെന്തു സംഭവിക്കുമെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? മിക്കപ്പോഴും DNA യുടെ ഈ ഭാഗത്തിന് ജീവിയിലെ പുതിയ കോശങ്ങളിൽവച്ച് സ്വയം പെരുകുവാൻ കഴിയാറില്ല. എന്നാൽ ഇതിനെ ആതിഥേയ ജീവിയുടെ ജീനോമിന്റെ ഭാഗമാക്കുവാൻ സാധിച്ചാൽ ഇവ ആതിഥേയ DNA യ്ക്കൊപ്പം പെരുകുകയും പാരമ്പര്യമായി പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഇതിനുകാരണം പുതുതായി ചേർത്ത അന്യ DNA കഷണം ആതിഥേയ ജീവിയുടെ പെരുകാൻ ശേഷിയുള്ള ക്രോമസോമിന്റെ ഭാഗമായി മാറുന്നു എന്നതാണ്. ക്രോമസോമുകളിൽ ഡി.എൻ.എയുടെ ഒരു നിശ്ചിത ഭാഗത്തു (Sequence) നിന്നാണ് ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയയുടെ (Replication) ആരംഭം കുറിക്കുന്നത്. ഈ ഭാഗത്തെ **ഇരട്ടിക്കലിന്റെ പ്രഭവസ്ഥാനം (Origin of replication)** എന്നു വിളിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഒരു ജീവിയിലുള്ള അന്യ DNA യുടെ പെരുകൽ നടക്കണമെങ്കിൽ അത്

പ്രത്യേക ക്രമീകരണത്തോടു കൂടിയ ഇരട്ടിക്കലിന്റെ പ്രഭവസ്ഥാനമുള്ള ക്രോമസോമിന്റെ ഭാഗമാകേണ്ടതാണ്. അങ്ങനെ ഒരു അന്യ DNA, ഇരട്ടിക്കലിന്റെ പ്രവഭസ്ഥാനത്തുതന്നെ കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നതുമൂലം ആതിഥേയ ജീവിയിൽ ഈ അന്യ DNA കഷണത്തിന്റെ പകർപ്പുകൾ ഉണ്ടാവാനും പെരുകുവാനും സാധിക്കും. ഇതിനെ ക്ലോണിംഗ് (Cloning) അല്ലെങ്കിൽ സമാന DNA യുടെ ധാരാളം പകർപ്പുകൾ സൃഷ്ടിക്കൽ എന്നു വിളിക്കാം.

ഒരു കൃത്രിമ പുനസ്സംയോജക DNA തന്മാത്ര ആദ്യമായി സൃഷ്ടിച്ചത് എങ്ങനെയെന്ന് നോക്കാം. പുനസ്സംയോജക DNA യുടെ സൃഷ്ടി തുടങ്ങിയത് *സാൽമൊണെല്ല ടൈഫിമൂറിയം* എന്ന ബാക്ടീരിയയുടെ **പ്ലാസ്മിഡിനൊപ്പം** (പ്ലാസ്മിഡ് - ബാക്ടീരിയ കോശങ്ങളിൽ ക്രോമോസുമുകളിൽ അല്ലാതെ കാണപ്പെടുന്ന വൃത്താകൃതിയിലുള്ളതും സ്വയം പെരുകാൻശേഷിയുള്ളതുമായ ഡി.എൻ.എ) ആന്റിബയോട്ടിക്ക് പ്രതിരോധ ശേഷിയുള്ള ജീനിനെ കൂട്ടിച്ചേർത്താണ്. 1972-ൽ സ്റ്റാൻലി കോഹനും (Stanley Cohen) ഹെർബെർട്ട് ബോയറും (Herbert Boyer) ചേർന്ന് ഒരു പ്ലാസ്മിഡിൽ നിന്നും ആന്റിബയോട്ടിക്ക് പ്രതിരോധ ജീനിനെ മുറിച്ചെടുത്താണ് ഇത് സാധ്യമാക്കിയത്.

തന്മാത്രാ കത്രികകൾ (Molecular scissors) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന **റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിയുടെ** (Restriction enzymes) കണ്ടുപിടുത്തമാണ് DNA യെ പ്രത്യേക സ്ഥാനങ്ങളിൽ (Specific locations) വച്ച് മുറിക്കുവാൻ സാധ്യമാക്കിയത്. ഇങ്ങനെ മുറിച്ചെടുത്ത DNA കഷണത്തെ പ്ലാസ്മിഡ് DNA യുമായി കൂട്ടിച്ചേർത്തു. കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെട്ട DNA കഷണത്തെ വഹിക്കാൻ കഴിയുന്ന **വാഹകരായി** (Vectors) ഈ പ്ലാസ്മിഡ് DNA കൾ വർത്തിക്കുന്നു. മനുഷ്യ ശരീരത്തിലേക്ക് മലമ്പനിയുടെ രോഗകാരികളെ എത്തിക്കുന്ന പരാദവാഹകരാണ് കൊതുകുകൾ എന്ന് നിങ്ങൾക്ക് അറിയാം. അതുപോലെ അന്യജീനുകളെ ആതിഥേയ ജീവികളിലെത്തിക്കാൻ പ്ലാസ്മിഡുകളെ വാഹകരായി ഉപയോഗിക്കാം. ആന്റിബയോട്ടിക്ക് പ്രതിരോധ ജീനിനെ വാഹക പ്ലാസ്മിഡിലേക്ക് ബന്ധിപ്പിക്കുവാൻ **ലിഗേസ്** (Ligase) എന്ന രാസാഗ്നിയാൽ സാധ്യമാണ്. ഈ രാസാഗ്നി, മുറിഞ്ഞ DNA തന്മാത്രകളിൽ പ്രവർത്തിച്ച് അവയുടെ അറ്റങ്ങളെ കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ പരീക്ഷണശാലകളിൽ *(in vitro)* സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ട വൃത്താകൃതിയിലുള്ള സ്വയം പെരുകാൻ ശേഷിയുള്ള പുതിയ ചേരുവകളോടുകൂടിയ ഡി.എൻ.എയെ **പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ.** (Recombinant DNA) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. *സാൽമൊണെല്ലയോടു* വളരെയടുത്ത ബന്ധമുള്ള *എഷറികിയാ കോളി (Escherichia coli)* എന്ന ബാക്ടീരിയത്തിലേക്ക് ഈ DNA യെ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഇവയ്ക്ക് ആതിഥേയ ജീവിയിലുള്ള DNA പോളിമറേസ് (DNA Polymerase) രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് ധാരാളം പകർപ്പുകളുണ്ടാക്കാൻ കഴിയും. *എഷറികിയാ കോളി* എന്ന ബാക്ടീരിയക്കുള്ളിൽ വച്ച് ആന്റിബയോട്ടിക് പ്രതിരോധജീനിന്റെ ധാരാളം പകർപ്പുകളുണ്ടാക്കുന്നു. ഈ കഴിവിനെ *ഇ.കോളി*യിലെ ആന്റിബയോട്ടിക്ക് പ്രതിരോധജീനുകളുടെ ക്ലോണിംഗ് എന്നു പറയുന്നു.

ജീവികളുടെ ജനിതകഘടനയിൽ മെച്ചപ്പെടുത്തലുകൾ നടത്തുന്നതിന് മൂന്ന് അടിസ്ഥാനഘട്ടങ്ങളുണ്ട്:

(i) അഭിലഷണീയ ജീനുകളുള്ള DNA യെ കണ്ടെത്തുക.

(ii) തിരിച്ചറിഞ്ഞ DNA യെ ആതിഥേയ ജീവിയിലേക്ക് പ്രവേശിപ്പിക്കുക.

(iii) ആതിഥേയ ജീവിയിൽ കടത്തിവിട്ട ഡി.എൻ.എ യുടെ നിലനിൽപ്പും അടുത്ത തലമുറകളിലേക്കുള്ള അവയുടെ പ്രേഷണവും ഉറപ്പുവരുത്തുക.

11.2 പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപാധികൾ

ജനിതക എൻജിനിയറിങ്ങോ പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യയോ പൂർണതയിലെത്തിക്കുവാൻ ചില പ്രധാന ഉപാധികൾ ഉണ്ടെങ്കിലേ സാധിക്കു. റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നികൾ, പോളിമറേസ് രാസാഗ്നികൾ, ലിഗേസുകൾ, വാഹകർ, ആതിഥേയ ജീവികൾ എന്നിവയാണ് ഈ ഉപാധികൾ. അവയിൽ ചിലതു വിശദമായി മനസ്സിലാക്കാം.

11.2.1 റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നി (Restriction Enzyme)

ബാക്ടീരിയാഭോജികളുടെ (Bacteriophages) വളർച്ചയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന രണ്ടു രാസാഗ്നികൾ 1963 ൽ *എഷറിക്കിയ കോളിയിൽ* നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്തു. ഇതിലൊന്ന് DNA യിൽ മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളെ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന രാസാഗ്നിയും മറ്റേത് ഡി.എൻ.എ യെ നിർദിഷ്ട സ്ഥാനങ്ങളിൽ മുറിക്കുന്ന **റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസ്** (Restriction endonuclease) രാസാഗ്നിയുമായിരുന്നു.

ആദ്യത്തെ റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസ് Hind II ആണ്. നിശ്ചിത ഡി.എൻ.എ ന്യൂക്ലിയോടൈഡ് ശ്രേണിയെ ആശ്രയിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഈ രാസാഗ്നിയെ അഞ്ചു വർഷങ്ങൾക്കു ശേഷമാണ് വേർതിരിച്ചെടുത്തതും അവയുടെ സവിശേഷതകൾ മനസ്സിലാക്കിയതും. എല്ലായ്പ്പോഴും DNA തന്മാത്രയിലെ ആറ് ബേസ് ജോഡികൾ ഉള്ള ഒരു നിശ്ചിത ശ്രേണിയെ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് ഒരു നിർദിഷ്ട ഭാഗത്തെയാണ് Hind II മുറിക്കുന്നത്. ഈ നിശ്ചിത ബേസ്ശ്രേണിയെ Hind II ന്റെ **തിരിച്ചറിയൽ അനുക്രമണം** (Recognition sequence) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. Hind II കൂടാതെ ഇരുനൂറ്റി മുപ്പതോളം ഇനം ബാക്ടീരിയകളിൽ നിന്നുമായി വേർതിരിച്ചെടുത്ത 900 ൽ പരം റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകളെപ്പറ്റിയുള്ള അറിവ് ഇന്നു നമുക്കുണ്ട്. ഇവയ്ക്കോരോന്നിനും ഓരോ തിരിച്ചറിയൽ അനുക്രമണം ഉണ്ട്.

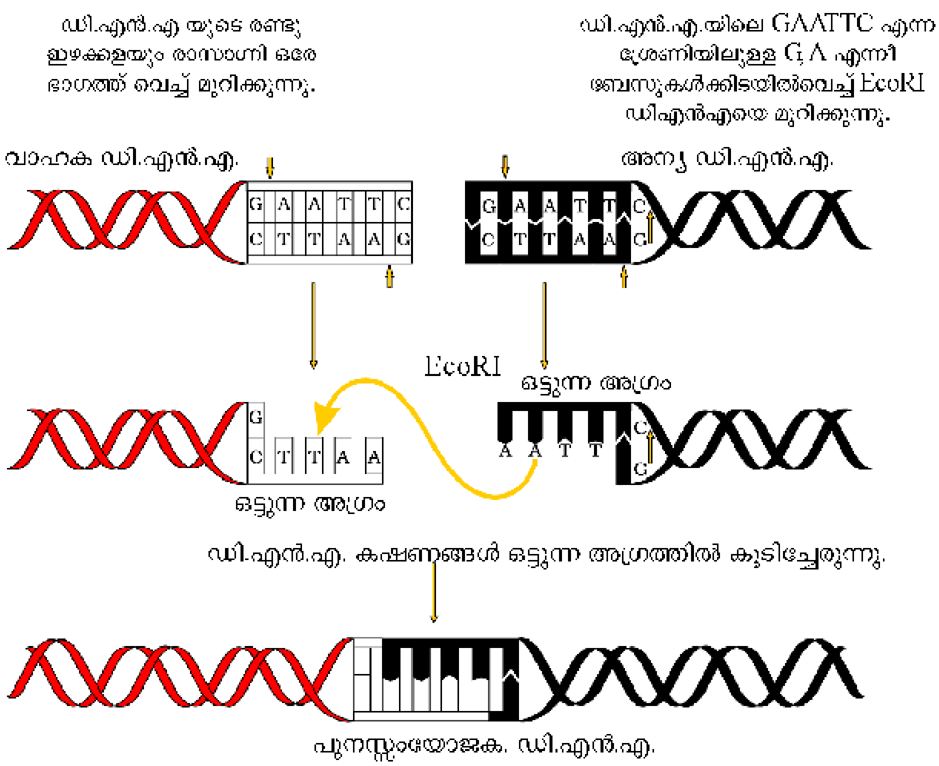
രാസാഗ്നികൾക്ക് പേരുനൽകുവാൻ ഒരു പ്രത്യേകരീതി അനുവർത്തിച്ചു വരുന്നു. പേരിന്റെ ഒന്നാമത്തെ അക്ഷരം ഏതു പ്രോകാരിയോട്ടിക് കോശത്തിൽ നിന്നാണോ രാസാഗ്നിയെ വേർതിരിച്ചെടുത്തത് അതിന്റെ ജീനസ് നാമത്തിൽ നിന്നും തുടർന്നുള്ള രണ്ട് അക്ഷരങ്ങൾ സ്പീഷീസ് നാമത്തിൽ നിന്നുമാണ് എടുക്കാറുള്ളത്. ഉദാഹരണത്തിന് Eco RI എന്ന രാസാഗ്നിക്കു ആ പേര് ലഭിച്ചത് *എഷറിക്കിയ കോളി*RY 13 എന്ന ബാക്ടീരിയയിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചെടുത്തതുകൊണ്ടാണ്. "R" എന്ന അക്ഷരം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ബാക്ടീരിയയുടെ ഇനത്തെയാണ് (strain). റോമൻ അക്കം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് രാസാഗ്നി വേർതിരിച്ചെടുത്ത ക്രമത്തെയാണ്.

ന്യൂക്ലിയേസുകൾ (Nucleases) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു വലിയ വിഭാഗം രാസാഗ്നികളുടെ കൂട്ടത്തിലാണ് റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നികളെ ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്. ഇവ രണ്ടുതരമുണ്ട് - **എക്സോന്യൂക്ലിയേസുകളും (exonucleases) എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകളും (Endonucleases)**. എക്സോന്യൂക്ലിയേസുകൾ ഡി.എൻ.എ യുടെ അഗ്രഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും ന്യൂക്ലിയോടൈഡുകളെ മുറിച്ച് മാറ്റുന്നു. എന്നാൽ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകൾ ഡി.എൻ.എ. യുടെ ഉള്ളിലെ നിശ്ചിത സ്ഥാനത്താണ് മുറിക്കുന്നത്.

ഓരോ റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസും ഡി.എൻ.എ യുടെ ന്യൂക്ലിയോടൈഡു ശ്രേണിയുടെ നീളം പരിശോധിച്ചാണ് അതിന്റെ ധർമ്മം നിർവഹിക്കുന്നത്.

ഒരിക്കൽ ഇതിന്റെ നിർദിഷ്ട തിരിച്ചറിയൽ അനുക്രമണം കണ്ടെത്തിക്കഴിഞ്ഞാൽ അവിടെവച്ച് DNA യുമായി ബന്ധിക്കപ്പെടുകയും തുടർന്ന് ഡി.എൻ.എ യുടെ ഇരട്ടപ്പിരിയൻ ഇഴകളിലെ നിർദിഷ്ട സ്ഥാനത്തുള്ള പഞ്ചസാര - ഫോസ്ഫേറ്റ് (Sugar-phosphate backbone)നട്ടെല്ലുകളെ മുറിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 11.1). ഓരോ റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസും ഡി.എൻ.എ യിലെ ഒരു നിശ്ചിത **പാലിൻഡ്രോം ന്യൂക്ലിയോടൈഡ് അനുക്രമണത്തെയാണ് (palindromic nucleotide sequence)** തിരിച്ചറിയുന്നത്.

റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനം



ചിത്രം 11.1. *റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസ് രാസാഗ്നിയുടെ (EcoRI) പ്രവർത്തന ഫലമായി പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവർത്തനത്തിന്റെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങൾ.*

പാലിൻഡ്രോമുകൾ എന്താണെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ഒരുപോലെ വായിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന വാക്കുകളുടെ അക്ഷരക്കൂട്ടമാണ് പാലിൻഡ്രോം. ഉദാഹരണം: "കത്രിക". പാലിൻഡ്രോം വാക്കുകൾ പരിശോധിച്ചാൽ അവയെ മുന്നിലോട്ടും പിന്നിലോട്ടും ഒരുപോലെ ഉച്ചരിക്കുവാൻ കഴിയും. ഒരു ഡി.എൻ.എ യിലെ പാലിൻഡ്രോം എന്നത് ബേസ് ജോഡികളുടെ ശ്രേണിയാണ്. രണ്ടിഴകളിലായി ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്ന ഈ ബേസ് ജോഡികളെ ഒരു പ്രത്യേക ദിശയിൽ വായിച്ചാൽ അവ ഒരേ പോലെ ആയിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന് താഴെപ്പറയുന്ന രണ്ടിഴകളിലുമുള്ള ക്രമീകരണം '5 → 3' ദിശയിൽ വായിച്ചാൽ ഒരുപോലെയായിരിക്കും. ഇതു '3 → 5' ദിശയിലാണെങ്കിലും ഒരേപോലെയായിരിക്കും.

5' - GAATTC - 3'

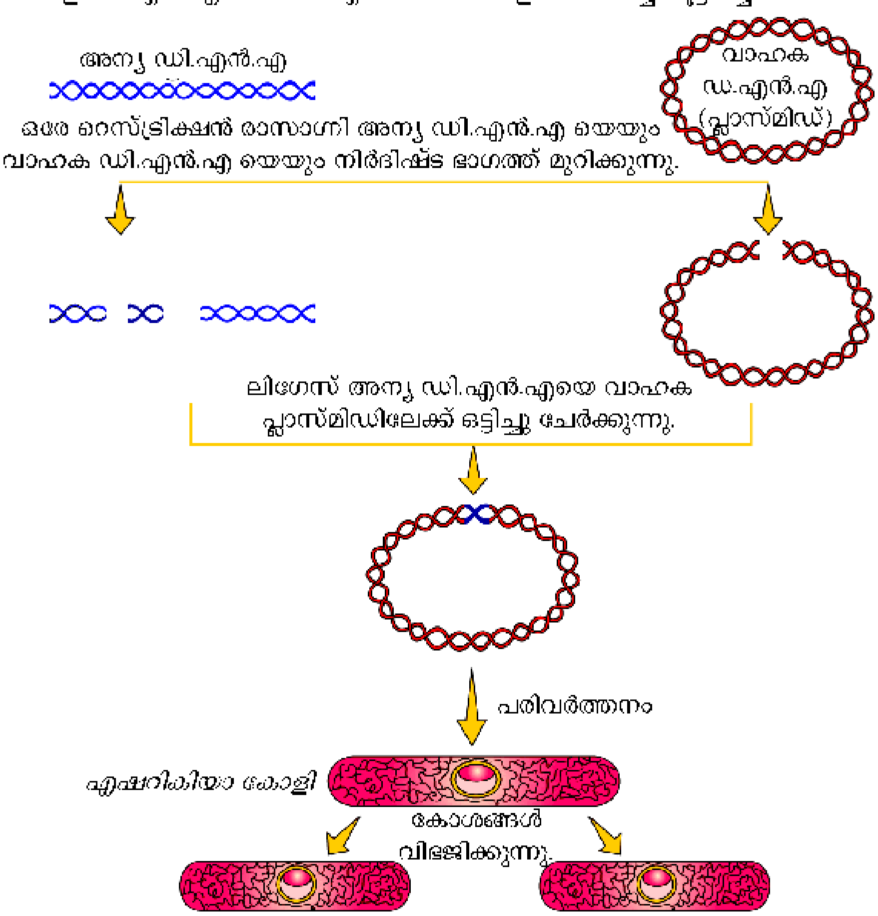
3' - CTTAAG - 5'

റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകൾ DNA യുടെ ഇഴകളെ പാലിൻഡ്രോമിന്റെ കേന്ദ്രഭാഗത്തുനിന്നും അൽപ്പം മാറി ഒരേബേസ് ജോഡികൾക്കിടയിലായി മുറിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം മുറിച്ചു മാറ്റപ്പെടുന്ന ഡി.എൻ.എ യുടെ അഗ്രഭാഗങ്ങളിലെ ഇരട്ട ഇഴകളിൽ ഓരോ ഇഴ വീതം അവശേഷിക്കുന്നു. നീണ്ടു നിൽക്കുന്ന ഇത്തരം ഇഴകളെ ഒട്ടുന്ന അഗ്രങ്ങൾ (Sticky ends) എന്ന് വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 11.1). അങ്ങനെ ഇവയെ വിളിക്കാൻ കാരണം ഇവ മുറിച്ചു തയാറാക്കിയ പൂരക ജോഡിയുമായിചേർന്ന് (Complementary cut counterpart) ഹൈഡ്രജൻ ബോണ്ടുകൾ നിർമ്മിക്കുന്നതിനാലാണ്. അഗ്രഭാഗങ്ങളുടെ ഒട്ടിപ്പിടിക്കാനുള്ള കഴിവ് DNA ലിഗേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനത്തെ സുഗമമാക്കുന്നു.

ചിത്രം 11.1 നിരീക്ഷിക്കൂ പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ നിർമ്മാണത്തിൽ റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനം കൃത്യമായി മനസ്സിലാക്കി പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

വിവിധ സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നോ ജിനോമുകളിൽ നിന്നോ ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകളെടുത്ത് ജനിതക സാങ്കേതികവിദ്യയിലൂടെ പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ. സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനായി റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകളെ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഒരേ റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിയുപയോഗിച്ച് മുറിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഡി.എൻ.എ യുടെ ഭാഗങ്ങൾക്ക് ഒരേ പോലെയുള്ള "ഒട്ടുന്ന അഗ്രങ്ങൾ" ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ കഷണങ്ങളെ ഡി.എൻ.എ ലിഗേസ് എന്ന രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് കൂട്ടിച്ചേർക്കാം.

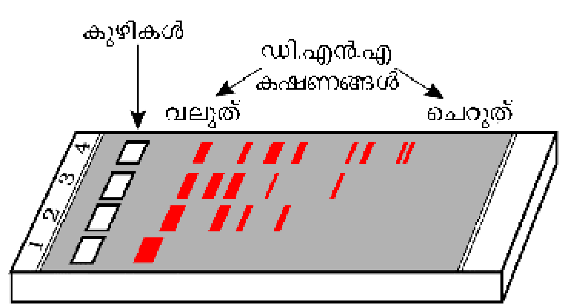


ചിത്രം 11.2. *പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ചിത്രീകരണം.*

വാഹക ഡി.എൻ.എയും സ്രോതസ് ഡി.എൻ.എയും ഒരേ റെസട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നി കൊണ്ടു മുറിച്ചില്ലെങ്കിൽ പുനസ്സംയോജക വാഹക ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകളെ സൃഷ്ടിക്കുവാൻ കഴിയില്ല എന്നുള്ളത് നിങ്ങൾക്കിപ്പോൾ മനസ്സിലായിട്ടുണ്ടാകും.

ഡി.എൻ.എ കഷണങ്ങളെ പ്രത്യേകമാക്കലും വേർതിരിക്കലും (Separation and Isolation of DNA Fragments).

റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകളുപയോഗിച്ച് ഡി.എൻ.എ യെ മുറിച്ച് കഷണങ്ങളാക്കാം. ഈ കഷണങ്ങളെ **ജെൽ ഇലക്ട്രോഫോറെസിസ്** (Gel electrophoresis) എന്ന സങ്കേതമുപയോഗിച്ച് പ്രത്യേകമാക്കി വേർതിരിക്കാം. DNA തന്മാത്രകൾ നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള തന്മാത്രകളായതിനാൽ ഒരു മാധ്യമത്തിൽ അഥവാ മാട്രിക്സിൽ (Matrix) ഇലക്ട്രിക് ഫീൽഡുണ്ടാക്കി അതിലൂടെ ഡി.എൻ.എ കഷണങ്ങളെ ആനോഡിലേക്ക് ആകർഷിച്ച് വേർതിരിച്ചെടുക്കാം. സാധാരണയായി ഇതിനുപയോഗിക്കുന്ന മാട്രിക്സ് ആണ് അഗാറോസ് (Agarose). കടലിലെ ആൽഗകളിൽ നിന്നും (Sea weeds) വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന പ്രകൃതിദത്ത പോളിമർ (Natural polymer) ആണ് അഗാറോസ്. അഗാറോസ് ജെല്ലിന്റെ അരിക്കൽ ഫലമായി DNA കഷണങ്ങൾ അവയുടെ വലുപ്പമനുസരിച്ച് വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നു. അതായത് കഷണങ്ങളുടെ വലുപ്പം ചെറുതാണെങ്കിൽ അവ മാധ്യമത്തിൽ വളരെ ദൂരം നീങ്ങുന്നു. *ചിത്രം 11.3 നിരീക്ഷിച്ച് ജെല്ലിന്റെ ഏത് ധ്രുവത്തിലേക്കാണ് ഡി.എൻ.എയുടെ സാമ്പിൾ നിറയ്ക്കേണ്ടതെന്ന് കണ്ടെത്തുക.*



ചിത്രം 11.3. *അഗറോസ് ജെൽ ഇലക്ട്രോഫോറസിസിലൂടെ ചെറുതും (വരി 2 മുതൽ 4 വരെ) വലുതുമായ (വരി 1 ലൂടെ) ഡി.എൻ.എ കഷണങ്ങൾ നീങ്ങുന്നു*

വേർതിരിച്ചെടുത്ത DNA കഷണങ്ങളെ എത്തിഡിയം ബ്രോമൈഡ് (Ethidium bromide) എന്ന സംയുക്തമുപയോഗിച്ച് നിറംപിടിപ്പിച്ചതിനു ശേഷം U.V റേഡിയേഷനിൽ നിരീക്ഷണ വിധേയമാക്കിയെങ്കിൽ മാത്രമേ കാണുവാൻ കഴിയുകയുള്ളു. (ശുദ്ധമായ ഡി.എൻ.എ കഷണങ്ങളെ നിറം പിടിപ്പിച്ചതിനു ശേഷവും നിങ്ങൾക്ക് സാധാരണ പ്രകാശത്തിൽ കാണുവാൻ കഴിയില്ല). എത്തിഡിയം ബ്രോമൈഡു കൊണ്ട് നിറം പിടിപ്പിച്ചതിനു ശേഷം അഗാറോസ് ജെല്ലിൽ വേർതിരിഞ്ഞ DNA കഷണങ്ങളെ അൾട്രാവയലറ്റ് പ്രകാശത്തിൽ നല്ല ഓറഞ്ചു നിറത്തിലുള്ള ബാൻഡുകളായി കാണുവാൻ കഴിയും (ചിത്രം 11.3). വേർതിരിഞ്ഞ DNA ബാൻഡുകളെ അഗറോസ്ജെല്ലിൽ നിന്നും ജെല്ലിനോടൊപ്പം കഷണങ്ങളായി മുറിച്ചെടുക്കുന്നു. തുടർന്ന് ജെൽ കഷണങ്ങളിൽ നിന്നും DNA മാത്രമായി വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു. ഇതിനെ **എല്യൂഷൻ** (Elution) എന്നു പറയുന്നു. ഇങ്ങനെ വേർതിരിച്ചെടുത്ത ശുദ്ധമായ ഡി.എൻ.എ കഷണങ്ങളെ ക്ലോണിംഗ് വാഹകരുമായി കൂട്ടിച്ചേർത്ത് പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ നിർമ്മിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു.

11.2.2 ക്ലോണിംഗ് വാഹകർ

പ്ലാസ്മിഡുകൾക്കും ബാക്ടീരിയാഭോജികൾക്കും ബാക്ടീരിയ കോശങ്ങൾക്കുള്ളിൽ വച്ച് സ്വയം പെരുകുവാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാം. ബാക്ടീരിയ കോശങ്ങളുടെ ക്രോമസോം ഡി.എൻ.എ യുടെ നിയന്ത്രണത്തിലല്ല ഈ പെരുകൽ നടക്കുന്നത്. ബാക്ടീരിയ കോശത്തിനുള്ളിൽ ബാക്ടീരിയാഭോജികൾ ധാരാളമുള്ളതിനാൽ അവ

യുടെ ജിനോമിന്റെ പകർപ്പുകളുടെ എണ്ണം (Copy number) വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. ഒരു ബാക്ടീരിയ കോശത്തിൽ ചില പ്ലാസ്മിഡുകൾക്ക് ഒന്നോ രണ്ടോ പകർപ്പുകൾ മാത്രമുള്ളപ്പോൾ മറ്റു ചില പ്ലാസ്മിഡുകൾക്ക് ഒരു കോശത്തിൽ 15-100 പകർപ്പുകൾ വരെകാണും. ഇവയുടെ എണ്ണം ഇതിലും കൂടുതലാകാം. നമുക്ക് ഒരു അന്യ ഡി.എൻ.എ യുടെ കഷണം ബാക്ടീരിയാഭോജി ഡി.എൻ.എ യുമായോ പ്ലാസ്മിഡ് ഡി.എൻ.എയുമായോ കൂട്ടിച്ചേർക്കാൻ കഴിഞ്ഞാൽ അവയുടെ എണ്ണം പ്ലാസ്മിഡുകളുടെയോ ബാക്ടീരിയാഭോജികളുടെയോ പകർപ്പിന്റെ എണ്ണത്തിന് തുല്യമായി വർധിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയും. പുനസ്സംയോജനം നടക്കാത്തവയിൽ നിന്ന് പുനസ്സംയോജനം നടന്നവയെ തിരഞ്ഞെടുക്കത്തക്കവിധത്തിലും അന്യ ഡി.എൻ.എയുമായി പ്രയാസമന്യേ കൂടിച്ചേരാൻ സഹായകമായ വിധത്തിലുമാണ് ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന വാഹകരെ സൃഷ്ടിച്ചിട്ടുള്ളത്.

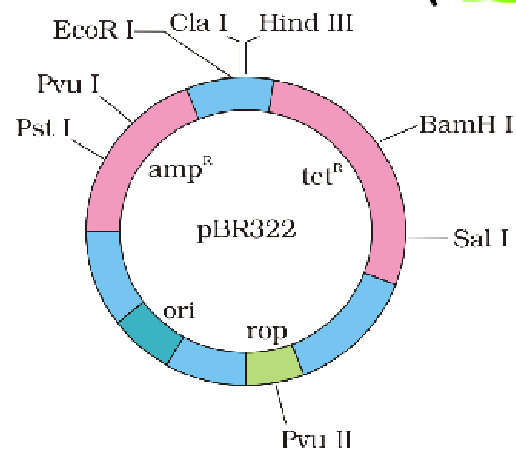
ക്ലോണിംഗ് സാധ്യമാകുന്നതിന് വാഹകരിലുണ്ടാകേണ്ട (Vectors) സവിശേഷതകളാണ് താഴെപ്പറയുന്നത്.

(i) **ഇരട്ടിക്കലിന്റെ പ്രഭവസ്ഥാനം (Origin of replication - ori):** ഇരട്ടിക്കൽ തുടങ്ങുന്ന ഡി.എൻ.എ ന്യൂക്ലിയോടൈഡുകളുടെ ശ്രേണിയാണ് ori. ഏതെങ്കിലുമൊരു അന്യ ഡി.എൻ.എ കഷണം ഈ ശ്രേണിയുമായി കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ അവയ്ക്കും ആതിഥേയ കോശത്തിൽ ഇരട്ടിക്കുവാൻ കഴിയും. ഈ ശ്രേണിയിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന ഡി.എൻ.എ യുടെ പകർപ്പെണ്ണത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതും ori ആണ്. അതുകൊണ്ട് ലക്ഷ്യ ഡി.എൻ.എ (Target DNA) യുടെ ധാരാളം പതിപ്പുകൾ വീണ്ടെടുക്കുവാനായി ഈ ഡി.എൻ.എ യെ കൂടുതൽ പകർപ്പെണ്ണം സൃഷ്ടിക്കാൻ കെൽപ്പുള്ള വാഹകനിലേക്ക് ക്ലോൺ ചെയ്യേണ്ടതാണ്.

(ii) **സെലക്ടബിൾ മാർക്കർ:** ori യെ കൂടാതെ ഒരു വാഹകന് (Vector) സെലക്ടബിൾ മാർക്കറുകളും ആവശ്യമാണ്. ഇത് പരിവർത്തനം സംഭവിക്കാത്ത കോശങ്ങളെ (Non - transformants) കണ്ടെത്തി അവയെ ഒഴിവാക്കുകയും പരിവർത്തനം സംഭവിച്ച കോശങ്ങളെ (Transformants) മാത്രം വളരുവാൻ അനുവദിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ചെറിയഭാഗം DNA യെ ഒരു ആതിഥേയ ബാക്ടീരിയത്തിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്ന പ്രക്രിയയാണ് പരിവർത്തനം (Transformation). (ഇതിനെപ്പറ്റി വിശദമായി തുടർന്നുവരുന്ന ഭാഗങ്ങളിലൂടെ മനസ്സിലാക്കാം). സാധാരണയായി ആംപിസില്ലിൻ, ക്ലോറാംഫെനിക്കോൾ, ടെട്രാസൈക്ലിൻ, കാനാമൈസിൻ മുതലായ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിവ് നൽകുന്ന ജീനുകളെ സെലക്ടബിൾ മാർക്കറുകളായി *ഇ. കോളി* യിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. സാധരണ *ഇ. കോളി* കോശങ്ങൾക്ക് ഈ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളെ പ്രതിരോധിക്കുവാനുള്ള ജീനുകളില്ല.

(iii) **ക്ലോണിംഗ് സൈറ്റുകൾ:** അന്യ ഡി.എൻ.എ യെ യോജിപ്പിക്കുന്നതിനായി റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിയുടെ വളരെക്കുറച്ച്, സാധിക്കുമെങ്കിൽ ഒരൊറ്റ തിരിച്ചറിയൽ മേഖല (Recognition site), മാത്രമേ വാഹക ഡി.എൻ.എ. യിൽ ഉണ്ടാകാൻ പാടുള്ളൂ. ഒന്നിലധികം തിരിച്ചറിയൽ മേഖലയുടെ സാന്നിധ്യം ഒരു വാഹകനിലുണ്ടായാൽ വാഹക ഡി.എൻ.എ ധാരാളം കഷണങ്ങളായി മുറിക്കപ്പെടുകയും അത് ജീൻ ക്ലോണിംഗിനെ സങ്കീർണമാക്കുകയും ചെയ്യും (ചിത്രം 11.4). അന്യ DNA യുടെ സംയോജനം (Ligation) നടക്കുന്നത് രണ്ട് ആന്റിബയോട്ടിക് പ്രതിരോധ ജീനുകളിലേതെങ്കിലുമൊന്നിന്റെ തിരിച്ചറിയൽ മേഖലയിലാണ്. ഉദാഹരണത്തിന്

pBR 322 വാഹകന്റെ ടെട്രാസൈക്ലിൻ പ്രതിരോധ ജീനിന്റെ Bam III എന്നസ്ഥലത്ത് ഒരു അന്യ ഡി.എൻ.എ കഷണത്തെ നിങ്ങൾക്ക് യോജിപ്പിക്കാം. അന്യജീൻ കൂട്ടിച്ചേർത്തതുമൂലം പുനസ്സംയോജക പ്ലാസ്മിഡുകളുടെ ടെട്രാസൈക്ലിൻ പ്രതിരോധശേഷി നഷ്ടമാകും. തുടർന്ന് ഈ പ്ലാസ്മിഡുകളെ ആംപിസില്ലിൻ അടങ്ങിയ മാധ്യമത്തിൽ വളർത്തിയെടുത്തതിനുശേഷം ടെട്രാസൈക്ലിൻ അടങ്ങിയ മാധ്യമത്തിലേക്ക് മാറ്റുന്നു. പരിവർത്തനവിധേയമായവ ആംപിസില്ലിൻ അടങ്ങിയ മാധ്യമത്തിൽ വളരുകയും ടെട്രാസൈക്ലിൻ അടങ്ങിയ മാധ്യമത്തിൽ വളരാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ പുനസ്സംയോജനം നടക്കാത്തവ (Non-recombinants) ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളടങ്ങിയിരിക്കുന്ന രണ്ടു മാധ്യമങ്ങളിലും വളരും. അതിനാൽ ഒരു ആന്റിബയോട്ടിക് (ആംപിസില്ലിൻ) പ്രതിരോധ ജീൻ പരിവർത്തനവിധേയമായവയെ തിരഞ്ഞെടുക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. കാരണം ആന്റിബയോട്ടിക് (ടെട്രാസൈക്ലിൻ) പ്രതിരോധ ജീനിന് അന്യ ഡി.എൻ.എ യെ കൂട്ടിച്ചേർത്തതുമൂലം അതിന്റെ പ്രതിരോധ ശേഷി നഷ്ടപ്പെടുന്നു. *ചിത്രം 11.4 നിരീക്ഷിക്കൂ. പ്രായോഗിക പുസ്തകത്തിൽ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഓരോ ഭാഗത്തിന്റെയും പ്രത്യേകതകൾ മനസ്സിലാക്കി കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ.*



ചിത്രം 11.4. *ഇ.കോളി ബാക്ടീരിയയുടെ ക്ലോണിംഗ് വാഹകമായ pBR 322 വിന്റെ ചിത്രം. Hind III, Eco RI, Bam III, Sal I, Pvu II, Pst I, Cla I എന്നീ റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നികളുടെ തിരിച്ചറിയൽ മേഖല, ori, ആന്റിബയോട്ടിക് പ്രതിരോധ ജീനുകൾ (amp^R, tet^R), rop എന്നിവ ചിത്രത്തിൽ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. പ്ലാസ്മിഡുകളുടെ ഇരട്ടിക്കലിന് ആവശ്യമായ മാംസ്യം rop നിർമ്മിക്കുന്നു.*

ആന്റിബയോട്ടിക് ജീനുകളുടെ നിർവീര്യമാക്കലിലൂടെ പുനസ്സംയോജനം നടന്നവയെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നത് പ്രയാസമേറിയ നടപടിക്രമമാണ്. എന്തെന്നാൽ ഇതിലേക്കായി ഒരേസമയത്തു വ്യത്യസ്ത ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുള്ള രണ്ടു പ്ലേറ്റുകളിൽ ഇവയെ വളർത്തിയെടുക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതുകൊണ്ട് ഇതിനു പകരമായി മറ്റു സെലക്ടബിൾ മാർക്കറുകൾ സൃഷ്ടിച്ചെടുത്തു. ഈ പകരം സംവിധാനത്തിൽ പുനസ്സംയോജനം നടക്കാത്തവയിൽ നിന്ന് നടന്നവയെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നത് ക്രോമോജനിക് പദാർഥങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ അവയ്ക്ക് നിറമുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമോ ഇല്ലയോ എന്നതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലായിരുന്നു. ഇതിനായി β ഗാലക്ടോസിഡേസ് രാസാഗ്നി ഉണ്ടാക്കുവൻ കഴിവുള്ള ജീനിന്റെ കോഡിംഗ് സീക്വൻസിനിടയിലേക്ക് (Coding sequence), പുനസ്സംയോജനം നടന്ന ഡി.എൻ.എ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നു. ഇതുമൂലം രാസാഗ്നി നിർവീര്യമാക്കപ്പെടുന്നതിനെ **ഇൻസേർഷണൽ ഇനാക്ടിവേഷൻ (Insertional inactivation)** എന്ന് പറയുന്നു. ബാക്ടീരിയയുടെ പ്ലാസ്മിഡിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കൽ നടന്നിട്ടില്ലായെങ്കിൽ ക്രോമോജനിക് വസ്തുക്കളുടെ സാന്നിധ്യം മൂലം അവ നീലനിറമുള്ള കോളനികളായി മാറുന്നു. കൂട്ടിച്ചേർക്കൽ നടന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ β-ഗാലക്ടോസിഡേസിന് ഇൻസേർഷണൽ ഇനാക്ടിവേഷൻ സംഭവിക്കുകയും കോളനികൾ നിറമില്ലാത്തവയായിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവ പുനസ്സംയോജനം നടന്ന കോളനികളാണെന്ന് തിരിച്ചറിയാം.

(iv) സസ്യ-ജന്തുജാലങ്ങളിൽ ജീനുകളെ ക്ലോൺ ചെയ്യുന്നതിനുള്ള വാഹകർ: സസ്യങ്ങളിലേക്കും ജന്തുക്കളിലേക്കും ബാക്ടീരിയകളിൽ നിന്നും വൈറസുകളിൽ നിന്നുമുള്ള ജീനുകളെ കടത്തിവിടാമെന്നുള്ള വസ്തുത അനേക വർഷങ്ങളായി നമ്മൾക്കറിവുള്ളതാണ്. കൂടാതെ യൂക്കാരിയോട്ടിക് കോശങ്ങളുടെ പരിവർത്തനത്തിനായി ബാക്ടീരിയകളുടെയും വൈറസുകളുടെയും ജീനുകളെ അവയിലേക്ക് കടത്തിവിടുകയും ആവശ്യാനുസൃതം ഇത്തരം കോശങ്ങളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് എങ്ങനെയാണ് സാധ്യമാക്കുന്നത് എന്ന് ഒരു ഉദാഹരണത്തിലൂടെ മനസ്സിലാക്കാം. മിക്ക ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളിലും രോഗകാരിയായ *അഗ്രോബാക്ടീരിയം ട്യൂമിഫേഷ്യൻസ് (Agrobacterium tumifaciens)* 'T-DNA' എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന ഒരു ഡി.എൻ.എ കഷണം കടത്തിവിട്ട് ആരോഗ്യമുള്ള സസ്യകോശങ്ങളെ ട്യൂമറായി മാറ്റുന്നു. ഈ ട്യൂമർ കോശങ്ങൾക്ക് രോഗകാരിക്കുവേണ്ടതായ രാസവസ്തുക്കൾ നിർമിക്കാനുമുള്ള കഴിവുണ്ട്. ഇതുപോലെ ജന്തുക്കളിൽ കാണപ്പെടുന്ന റിട്രോവൈറസുകൾക്ക് ആരോഗ്യമുള്ള കോശങ്ങളെ കാൻസർകോശങ്ങളാക്കി മാറ്റുവാനുള്ള കഴിവുമുണ്ട്. യൂകാരിയോട്ടിക്ക് ആതിഥേയരിലേക്ക് രോഗകാരികൾ അവയുടെ ജീനുകൾ കൈമാറ്റംചെയ്യുന്ന വിദ്യയെപ്പറ്റി വ്യക്തമായ ധാരണ നിലവിലുണ്ട്. പ്രസ്തുത ധാരണ മനുഷ്യരിൽ ഗുണകരമായ ജീനുകളെ കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള വാഹകരായി ഈ രോഗകാരികളെ ഉപയോഗിക്കാമെന്ന അറിവിന് വഴിതെളിച്ചു. *അഗ്രോബാക്ടീരിയം ട്യൂമിഫേഷ്യൻസിന്റെ* ട്യൂമർ ഉണ്ടാക്കുവാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്ന 'Ti' പ്ലാസ്മിഡുകളിൽ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തി ക്ലോണിംഗ് വാഹകരാക്കുമ്പോൾ ഇവ ഒരിക്കലും സസ്യങ്ങളിൽ രോഗകാരിയായി വർത്തിക്കുന്നില്ല, മറിച്ച് നമുക്ക് പ്രയോജനകരമായ ജീനുകളെ വിവിധയിനം സസ്യങ്ങളിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യുവാൻ ഇവയെ ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യാം. ഇതുപോലെ റിട്രോവൈറസുകളെ നിരായുധരാക്കി ജന്തുകോശങ്ങളിൽ അവശ്യജീനുകളെ എത്തിക്കുന്ന വാഹകരായി ഉപയോഗിക്കാം. അങ്ങനെ, ഒരിക്കൽ ഒരു കഷണം ഡി.എൻ.എ.യോ ജീനോ അനുയോജ്യമായ വാഹകനിൽ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ അതിനെ ആതിഥേയരായ ബാക്ടീരിയകളിലേക്കോ സസ്യങ്ങളിലേക്കോ ജന്തുകളിലേക്കോ സന്നിവേശിപ്പിക്കാം (അവിടെ വച്ച് അത് പെരുകുന്നു).

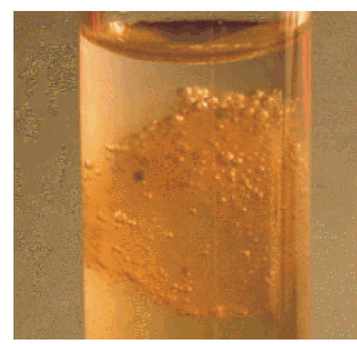
11.2.3 പ്രാപ്തനായ ആതിഥേയൻ (പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ ഉപയോഗിച്ചുള്ള പരിവർത്തനത്തിന്)

ഡി.എൻ.എ ജലാഭിമുഖ്യമുള്ള തന്മാത്രയായതിനാൽ അതിന് കോശസ്തരത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുവാൻ പ്രയാസമാണ്. എന്തുകൊണ്ട്? പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ.യെ സ്വീകരിക്കുന്നതിനായി ബാക്ടീരിയ കോശങ്ങളെ പ്രാപ്തമാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിനായി ബാക്ടീരിയകോശങ്ങളെ നിശ്ചിത ഗാഢതയിലുള്ള ദ്വിസംയോജക (Divalent) കാറ്റയോണുകളായ കാൽസ്യത്തിന്റെ സമ്പർക്കത്തിൽ കൊണ്ടുവരുന്നു. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോൾ ഡി.എൻ.എ. വളരെ കാര്യക്ഷമമായി ബാക്ടീരിയത്തിന്റെ കോശഭിത്തിയിലുള്ള സുഷിരങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. തുടർന്ന് പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകളെ പ്രസ്തുത ബാക്ടീരിയകോശങ്ങളിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നതിനായി പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എയും ബാക്ടീരിയകോശങ്ങളും ഐസിൽ വളർത്തുന്നു. ശേഷം ചുരുങ്ങിയ സമയത്തേക്ക് അവയെ 42°C ൽ വയ്ക്കുന്നു (heatshock - ചൂടുകൊണ്ടുള്ള ആഘാതമേൽപ്പിക്കൽ), തുടർന്ന് അവയെ വീണ്ടും ഐസിൽ വയ്ക്കുന്നു.

ബാക്ടീരിയകോശങ്ങൾക്ക് പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ. ഉള്ളിലേക്ക് എടുക്കുന്നതിന് ഇത് സൗകര്യമൊരുക്കുന്നു.

അന്യ ഡി.എൻ.എ. ആതിഥേയ ജീവികളിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നതിന് ഈ രീതിമാത്രമല്ല ഉള്ളത്. **മൈക്രോ ഇൻജക്ഷൻ (Micro-injection)** എന്ന മാർഗത്തിലൂടെയും പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എയെ ജന്തുകോശത്തിന്റെ മർമത്തിലേക്ക് നേരിട്ട് കുത്തിവയ്ക്കാം. സസ്യങ്ങൾക്ക് അനുയോജ്യമായ മറ്റൊരു മാർഗമാണ് **ബയോലിസ്റ്റിക്സ് (Biolistics)** അഥവാ **ജീൻഗൺ (Genegun)** പ്രക്രിയ. പ്രസ്തുത മാർഗത്തിൽ ഡി.എൻ.എ. ലേപനം ചെയ്ത സ്വർണത്തിന്റെയോ ടങ്സ്റ്റണിന്റെയോ അതിസൂക്ഷ്മ കണങ്ങളെ അതിവേഗത്തിൽ സസ്യകോശങ്ങളുമായി കൂട്ടിയിടിപ്പിക്കുന്നു. അപ്രകാരം ഡി.എൻ.എ യെ നേരിട്ട് സസ്യകോശങ്ങളിലേക്ക് പ്രവേശിപ്പിക്കാം. സസ്യങ്ങളിലും ജന്തുക്കളിലും സ്വീകാര്യമായ മറ്റൊരു മാർഗം 'നിഷ്ക്രിയരോഗകാരി' (Disarmed pathogen) വാഹകരുടെ ഉപയോഗമാണ്. ഈ നിഷ്ക്രിയ രോഗകാരി വാഹകർ കോശങ്ങളെ ആക്രമിക്കുമ്പോൾ ആതിഥേയരിലേക്ക് പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ഒരു പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ നിർമിക്കുന്നതിന്റെ വിവിധ ഘടകങ്ങളെപ്പറ്റി നാം പഠിച്ചല്ലോ. പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ പ്രക്രിയകളെന്തെല്ലാമെന്ന് ഇനി ചർച്ച ചെയ്യാം.



ചിത്രം 11.5. വേർതിരിഞ്ഞ DNA സ്പൂളിംഗ് (Spooling) വഴി പുറത്തെടുക്കുന്നു.

11.3 പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ പ്രക്രിയകൾ

പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ. സാങ്കേതികവിദ്യയിൽ ക്രമമായ ധാരാളം ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്. ഡി.എൻ.എ യുടെ വേർതിരിക്കൽ (Isolation of DNA), റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഡി.എൻ.എയുടെ കഷണങ്ങളാക്കൽ (Fragmentation of DNA by restriction endonuclease), ആവശ്യമുള്ള ഡി.എൻ.എ കഷണങ്ങളെ വേർതിരിക്കൽ (Isolation of desired DNA fragments), വാഹകനിലേക്ക് ഡി.എൻ.എ കഷണങ്ങളെ കൂട്ടിച്ചേർക്കൽ (Ligation of DNA fragment into a vector), പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എയെ ആതിഥേയജീവിയിലേക്കു പ്രവേശിപ്പിക്കൽ (Transferring the recombinant DNA into host), ഒരു മാധ്യമത്തിൽ ആതിഥേയ കോശത്തെ കൂടിയ അളവിൽ വളർത്തിയെടുക്കൽ (Culturing the host cells in a medium at large scale), അഭിലഷണീയ ഉൽപ്പന്നങ്ങളാക്കി വേർതിരിച്ചെടുക്കൽ (Extraction of desired products) എന്നിവയാണ് ഈ ഘട്ടങ്ങൾ. ഒരോ ഘട്ടവും വിശദമായി പരിശോധിക്കാം.

11.3.1 ജനിതകവസ്തുവിന്റെ (ഡി.എൻ.എ) വേർതിരിക്കൽ

എല്ലാ ജീവികളുടെയും ജനിതകവസ്തു ന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് ആണല്ലോ. മിക്ക ജീവജാലങ്ങളിലും ഇത് ഡീഓക്സിറൈബോ ന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് (ഡി.എൻ.എ) ആണ്. റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻസൈമുകളുപയോഗിച്ച് ഡി.എൻ.എ യെ മുറിക്കണമെങ്കിൽ മറ്റു സ്ഥൂലതന്മാത്രകളെ ഒഴിവാക്കി ഡി.എൻ.എ.യെ ശുദ്ധീകരിക്കേണ്ടതാവശ്യമാണ്. ഡി.എൻ.എ സ്തരാവരണത്തിനുള്ളിലായതിനാൽ കോശം പൊട്ടിച്ച് ഡി.എൻ.എയെ മറ്റു സ്ഥൂലതന്മാത്രകളായ ആർ.എൻ.എ, പ്രോട്ടീനുകൾ, പോളിസാക്കറൈഡുകൾ, ലിപ്പിഡുകൾ എന്നി

വയോടൊപ്പം സ്വതന്ത്രമായി പുറത്തു കൊണ്ടുവരണം. ബാക്ടീരിയകോശത്തിലും സസ്യ-ജന്തുകലകളിലും രാസാഗ്നികളുടെ പ്രവർത്തനത്താലാണ് ഇത് സാധ്യമാകുന്നത്. ലൈസോസൈം (ബാക്ടീരിയകോശം), സെല്ലുലേസ് (സസ്യകോശം), കൈറ്റിനേസ് (ഫംഗസുകൾ) തുടങ്ങിയ രാസാഗ്നികളുടെ പ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു. ഹിസ്റ്റോണുകൾ പോലെയുള്ള മാംസ്യത്തെ ചുറ്റിപ്പിണഞ്ഞുകിടക്കുന്ന നീളമുള്ള ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകളിലാണ് ജീനുകൾ കാണപ്പെടുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാം. റൈബോന്യൂക്ലിയേസ് ഉപയോഗിച്ച് ആർ.എൻ.എ യെ നീക്കം ചെയ്യാം. അതുപോലെ മാംസ്യത്തെ പ്രോട്ടിയേസ് ഉപയോഗിച്ചും നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്. കൂടാതെ മറ്റു തന്മാത്രകളെ അനുയോജ്യമായ പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്. അന്തിമമായി നന്നായി തണുത്ത ഈഥൈൽ ആൽക്കഹോൾ (Ethanol) ഒഴിക്കുമ്പോൾ ശുദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ട ഡി.എൻ.എ അവക്ഷിപ്തമാക്കപ്പെടുന്നു. ഒരു കൂട്ടം നേർത്ത നാരുകൾ പോലെ ഇവ സസ്പെൻഷനിൽ (Suspension) കാണപ്പെടുന്നു

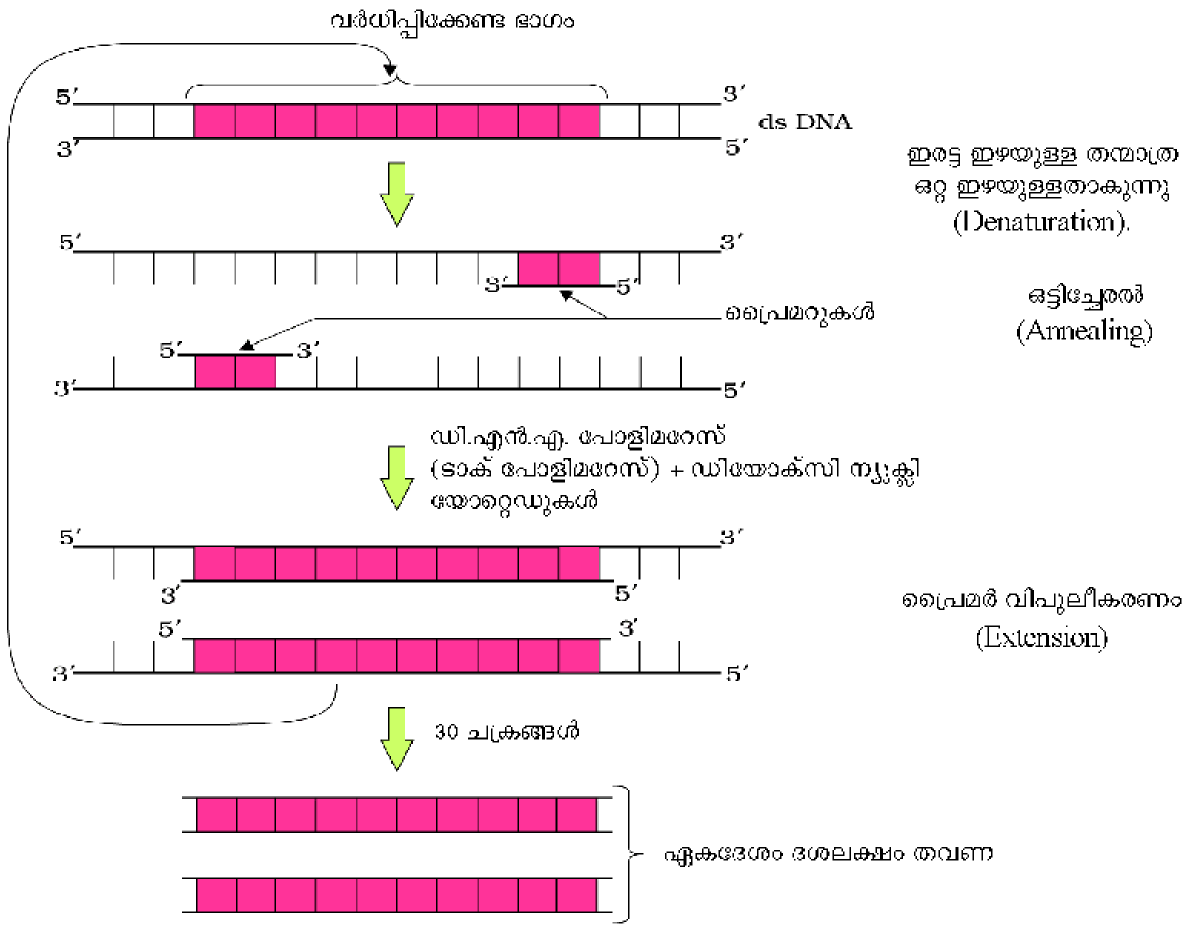
11.3.2 ഡി.എൻ.എ യെ നിശ്ചിത സ്ഥാനത്തുവച്ച് മുറിക്കൽ

നിർദിഷ്ട രാസാഗ്നിക്കു പ്രവർത്തിക്കാനാവശ്യമായ എല്ലാ സാഹചര്യങ്ങളും നൽകി, ശുദ്ധീകരിച്ച ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകളെ റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിക്കൊപ്പം ഇൻകുബേറ്റ് ചെയ്യുമ്പോഴാണ് റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നി ഡി.എൻ.എ. യെ മുറിക്കുന്നത്. റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തന പുരോഗതി പരിശോധിക്കുന്നതിന് അഗറോസ് ജെൽ ഇലക്ട്രോഫോറസിസ് ഉപയോഗിക്കാം. ഡി.എൻ.എ ഒരു നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള തന്മാത്രയാണ്. അതിനാൽ ഇത് ഒരു പോസിറ്റീവ് ഇലക്ട്രോഡിലേക്ക് (ആനോഡ്) നീങ്ങുന്നു. (ചിത്രം 11.3) ഇതേ പ്രക്രിയ വാഹക ഡി.എൻ.എ. യുടെ കാര്യത്തിലും ആവർത്തിക്കുന്നു.

ഡി.എൻ.എ യുടെ കൂട്ടിച്ചേർക്കലിൽ ധാരാളം പ്രക്രിയകളുണ്ട്. സ്രോതസ്സായ ഡി.എൻ. എയും വാഹക ഡി.എൻ.എയും ഒരു നിശ്ചിത റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് മുറിക്കുന്നു. ഡി.എൻ.എ സ്രോതസ്സിൽ നിന്നും മുറിച്ചെടുത്ത നിർദിഷ്ട ജീനും (Gene of interest) മുറിഞ്ഞ് വിടവോടുകൂടിയ വാഹകജീനും കൂട്ടിക്കലർത്തിയ ശേഷം ലിഗേസ് രാസാഗ്നി ചേർക്കുന്നു. ഇത് പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ യുടെ നിർമാണത്തിൽ കലാശിക്കുന്നു.

11.3.3 പി.സി.ആർ ഉപയോഗിച്ച് നിർദിഷ്ട ജീനുകളെ വർധിപ്പിക്കൽ (Amplification)

പോളിമറേസ് ചെയിൻ റിയാക്ഷന്റെ (Polymerase Chain Reaction) ചുരുക്കപ്പേരാണ് പി.സി.ആർ (PCR). ഈ രാസ പ്രവർത്തനത്തിൽ അനുയോജ്യമായ / നിർദിഷ്ട ജീനുകളുടെ / ഡി.എൻ.എയുടെ ധാരാളം പകർപ്പുകൾ ലബോറട്ടറിയിൽ *(in vitro)* ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്നു. ഇതിലേക്കായി രണ്ട് സെറ്റ് പ്രൈമറുകളും (ഡി.എൻ.എയുടെ ഭാഗങ്ങൾക്ക് പൂരകങ്ങളായിട്ടുള്ള രാസപരമായി സൃഷ്ടിച്ച ചെറിയ ഒലിഗോന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകൾ), ഡി.എൻ.എ പോളിമറേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയും ആവശ്യമാണ്. ഈ താപസ്ഥിരതയുള്ള (Thermostable) രാസാഗ്നി ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിലും പ്രവർത്തനക്ഷമമാണ്. (ഇവ *തെർമസ് അക്വാട്ടിക്കസ് (Thermus aquaticus)* എന്ന ബാക്ടീരിയയിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതാണ്). ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ ഇരട്ട ഇഴയുള്ള ഡി.എൻ.എ തന്മാത്ര ഒറ്റ ഇഴയുള്ളതായി മാറുന്നു (Denaturation). തുടർന്ന്, ഒറ്റ ഇഴയുള്ള ജീനോമിക്ക് ഡി.എൻ.എയെ ടെംപ്ലേറ്റ് (Template) ആയി നിലനിർത്തിക്കൊണ്ട് ന്യൂക്ലിയോടൈഡുകളുപയോഗിച്ച് പ്രൈമറുകളുടെ



ചിത്രം 11.6. *പോളിമറേസ് ചെയിൻ റിയാക്ഷൻ (പി.സി.ആർ) ഓരോ സൈക്ലിളിലും മൂന്ന് ഘട്ടങ്ങൾ ഉണ്ട്. (i) ഇരട്ട ഇഴകൾ വേർപിരിക്കൽ (ii) പ്രൈമർ ഒട്ടിക്കൽ (iii) പ്രൈമർ വിപുലീകരണം*

വിപുലീകരണത്തിലൂടെ ഇരട്ട ഇഴയുള്ള ഡി.എൻ.എയെ നിർമിക്കുന്നു. ഡി.എൻ.എയുടെ ഇരട്ടിക്കൽ പ്രക്രിയ ഇങ്ങനെ പല പ്രാവശ്യം തുടർന്നാൽ (30 cycles) ഡി.എൻ.എയുടെ ആയിരം ദശലക്ഷം (1 billion) പകർപ്പുകൾ ഉണ്ടാക്കുവാൻ കഴിയും. ഇങ്ങനെ വർധിപ്പിച്ചെടുത്ത പകർപ്പുകൾ അനുയോജ്യമെങ്കിൽ ഒരു വാഹകനിലേക്ക് യോജിപ്പിച്ച് ക്ലോണിംഗിനായി ഉപയോഗിക്കാം.

പി.സി. ആറിന്റെ വിവിധ പ്രവർത്തന ഘട്ടങ്ങളും ഓരോ ഘട്ടത്തിലും ആവശ്യമായ ഘടകങ്ങളും ചിത്രം 11.6 നിരീക്ഷിച്ച് പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.

11.3.4 ആതിഥേയ ജീവിയിലേക്കോ / കോശത്തിലേക്കോ പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ യെ കൂട്ടിച്ചേർക്കൽ

വിവിധ മാർഗങ്ങളിലൂടെ ആതിഥേയ കോശങ്ങളിലേക്ക് പുനസ്സംയോജക (Ligated) ഡി.എൻ.എയെ കടത്തിവിടാം. ഡി.എൻ.എ യെ സ്വീകരിക്കുന്നതിന് ആതിഥേയ കോശത്തെ പ്രാപ്തമാക്കിക്കഴിയുമ്പോൾ അവ ചുറ്റുപാടുമുള്ള ഡി.എൻ.എ യെ സ്വീകരിക്കുന്നു. അതായത്, ആന്റിബയോട്ടിക് പ്രതിരോധ ശേഷിയുള്ള (ഉദാഹരണത്തിന് ആംപിസില്ലിൻ) ജീനുകളെ വഹിക്കുന്ന പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ യെ *E.coli* യിലേക്കുമാറ്റുമ്പോൾ ഈ ബാക്ടീരിയകൾ ആംപിസില്ലിൻ പ്രതിരോധശേഷിയാർജിച്ച

കോശങ്ങളായി പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെ പരിവർത്തനം നടന്ന കോശങ്ങളെ ആംപിസില്ലിൻ അടങ്ങിയ അഗാർപ്ലേറ്റിലേക്ക് വ്യാപിപ്പിക്കുമ്പോൾ പരിവർത്തനം നടന്ന കോശങ്ങൾ മാത്രം അതിൽ വളരുകയും പരിവർത്തനം നടക്കാത്ത കോശങ്ങൾ നശിച്ചുപോകുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ആംപിസില്ലിൻ പ്രതിരോധ ജീനുകൾ ഉള്ളതുകൊണ്ട് പരിവർത്തനം നടന്ന കോശങ്ങളെ ആംപിസില്ലിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ തിരഞ്ഞെടുക്കാം. ഇവിടെ ആംപിസില്ലിൻ പ്രതിരോധ ജീനിനെ സെലക്ടബിൾ മാർക്കർ എന്ന് പറയാം.

11.3.5 അന്യജീനുകളുടെ ഉൽപ്പന്നം ലഭിക്കുന്നതിന് (Obtaining the Foreign Gene Product)

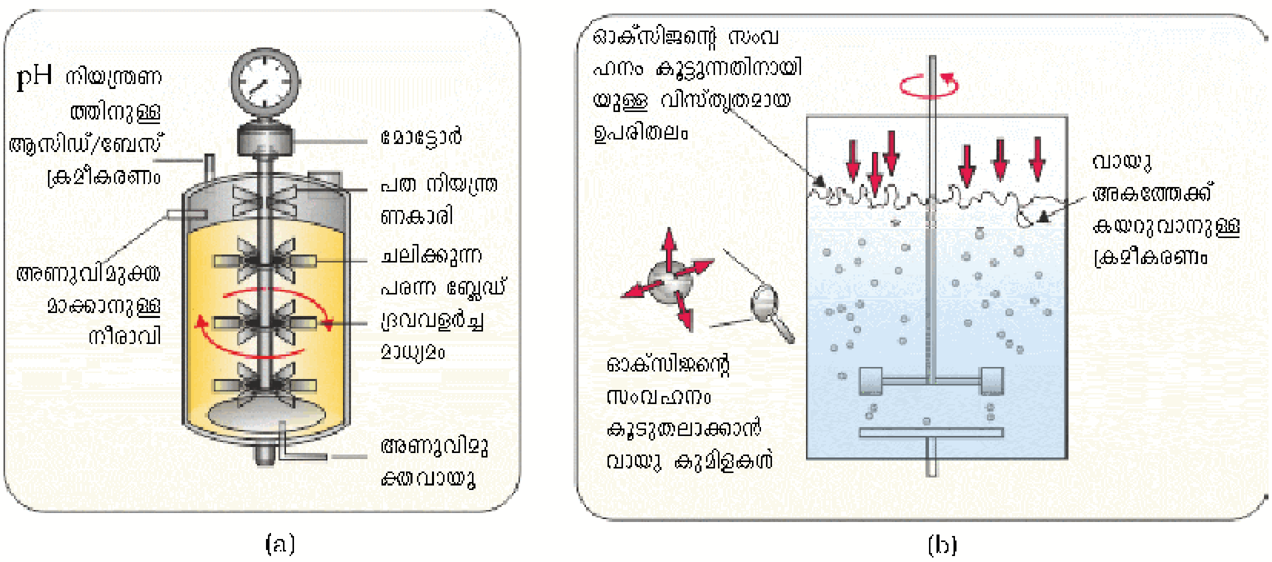
ഒരു അന്യ ഡി.എൻ.എയെ ഒരു ക്ലോണിംഗ് വാഹകനിൽ ഒട്ടിച്ചതിനു ശേഷം അതിനെ ഒരു ബാക്ടീരിയകോശത്തിലേക്കോ, സസ്യ-ജന്തുകോശത്തിലേക്കോ കടത്തിവിട്ടാൽ അന്യ ഡി.എൻ.എ വിഭജനവിധേയമാകും. മിക്കവാറും എല്ലാ പുനസ്സംയോജക സാങ്കേതികവിദ്യകളിലും, അനുഗുണമായ ഒരു മാംസ്യ നിർമാണമാണ് അന്തിമ ലക്ഷ്യം. അതിനാൽ പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ യുടെ പ്രകടനം വെളിപ്പെടേണ്ടത് അനിവാര്യമാണ്. അനുയോജ്യസാഹചര്യങ്ങളിൽ അന്യജീനുകൾ പ്രവർത്തനക്ഷമമാകുന്നു. ആതിഥേയ കോശങ്ങളിൽ അന്യജീനുകൾ പ്രകടമാക്കപ്പെടുന്നത് ധാരാളം സാങ്കേതികതത്വങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ്.

നമ്മൾ ലക്ഷ്യമിട്ട ഒരു മാംസ്യത്തിന്റെ ഉൽപ്പാദത്തിനായി നിർദിഷ്ട ജീനിനെ ക്ലോൺ ചെയ്യുകയും ഉദ്ദേശിച്ച മാംസ്യത്തിന്റെ ഉൽപ്പാദനം ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നതിനുള്ള സാഹചര്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്തുകഴിഞ്ഞാൽ, പ്രസ്തുത മാംസ്യത്തിന്റെ വൻതോതിലുള്ള ഉൽപ്പാദനത്തെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കണം. വൻതോതിലുള്ള ഉൽപ്പാദനത്തിന്റെ ആവശ്യകത എന്താണ്? ഏതെങ്കിലും മാംസ്യത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന ജീനുകൾ അന്യജാത ആതിഥേയരിൽ (Heterologous host) പ്രകടമായിക്കഴിഞ്ഞാൽ അഥവാ മാംസ്യം നിർമിക്കപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞാൽ ആ മാംസ്യത്തെ **പുനസ്സംയോജക മാംസ്യം (Recombinant Protein)** എന്നു പറയുന്നു. ക്ലോണിംഗിനുവിധേയമായ നിർദിഷ്ട ജീനുകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന കോശങ്ങളെ ചെറിയതോതിൽ ലബോറട്ടറികളിൽ വളർത്താം. ഈ കൾച്ചറുകളിൽ നിന്ന് ആവശ്യമായ മാംസ്യത്തെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാം. വിവിധ വേർതിരിക്കൽ മാർഗങ്ങളിലൂടെ ഇവയെ ശുദ്ധീകരിച്ചെടുക്കാം.

ഈ കോശങ്ങളെ തുടർച്ചയായ കൾച്ചർ സംവിധാനത്തിലൂടെ വർധിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയും. ഉപയോഗിച്ച കൾച്ചർമാധ്യമത്തെ ഒരു വശത്തുകൂടെ പുറത്തേക്ക് കളയുകയും മറുവശത്ത് കൂടെ പുതിയ മാധ്യമത്തെ നിറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിലൂടെ കോശങ്ങളെ ശരീരധർമ്മശാസ്ത്രപരമായി ഏറ്റവും ഊർജസ്വലമായ ലോഗ് അഥവാ എക്സ്പൊണെൻഷ്യൽ ഘട്ടത്തിൽ നിലനിർത്തുവാൻ സാധിക്കും. ഇത്തരത്തിലുള്ള കൾച്ചർസംവിധാനത്തിലൂടെ ധാരാളം ജൈവപിണ്ഡം ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്നതിനോടൊപ്പം ഉദ്ദേശിക്കുന്ന (Desired) തരത്തിലുള്ള മാംസ്യത്തിന്റെ വൻതോതിലുള്ള ഉൽപ്പാദനവും സാധ്യമാകുന്നു.

കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ള കൾച്ചറുകളിലൂടെ ഗണ്യമായതോതിൽ ഉൽപ്പന്നങ്ങളുണ്ടാകാറില്ല. വൻതോതിൽ ഉൽപ്പാദനം നടത്തുന്നതിന്, കൂടിയ അളവിലുള്ള (100-1000 ലിറ്റർ) കൾച്ചറുകളെ ഉൾക്കൊണ്ട് പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിവുള്ള **ബയോറിയാക്ടറുകൾ** (Bioreactors) വികസിപ്പിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. സൂക്ഷ്മജീവികളെയോ,

സസ്യ-ജന്തുകോശങ്ങളെയോ മനുഷ്യകോശങ്ങളെയോ ഉപയോഗിച്ച് ഉള്ളിലുള്ള അസംസ്കൃത പദാർഥങ്ങളെ ജൈവികമാറ്റങ്ങൾക്കു വിധേയമാക്കി നിശ്ചിത ഉൽപ്പന്നങ്ങളോ, പ്രത്യേക രാസാഗ്നികളോ വൻതോതിൽ ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്ന വലിയ കലങ്ങളായി ബയോറിയാക്ടറുകളെ കരുതാം. നിശ്ചിത ഉൽപ്പന്നങ്ങളുണ്ടാകുന്നതിനാവശ്യമായ ഉത്തമ വളർച്ചാ സാഹചര്യങ്ങൾ (ഉള്ളിലെ കൾച്ചറിൽ വളരുന്ന ജീവകോശത്തിന്റെ വളർച്ചക്കാവശ്യമായ ഊഷ്മാവ്, pH, അസംസ്കൃതപദാർഥങ്ങൾ, ലവണങ്ങൾ, വിറ്റാമിനുകൾ, ഓക്സിജൻ എന്നിവ) ഒരു ബയോറിയാക്ടർ നൽകുന്നു.



ചിത്രം 11.7. (എ) സിമ്പിൾ സ്റ്റേർഡ് ടാങ്ക് ബയോറിയാക്ടർ (Simple strirred tank bioreactor) (ബി) സ്പാർജ്ഡ് സ്റ്റേർഡ് ടാങ്ക് ബയോറിയാക്ടർ (Sparged stirred tank bioreactor) ഇതിൽ അണുവിമുക്തമായ വായു കുമിളകൾ കടത്തിവിടുന്നു.

ബയോറിയാക്ടറുകളിൽ സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്നത് സ്റ്ററിംഗ് ടൈപ്പ് (Stirring type) ബയോറിയാക്ടർ ആണ്.

ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കൂ. ഒരു സ്റ്റർഡ് ടാങ്ക് റിയാക്ടറിന്റെ ചിത്രം പ്രായോഗിക പുസ്തകത്തിൽ വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

ഒരു സ്റ്റർഡ് - ടാങ്ക് റിയാക്ടറിന് (Stirred tank reactor) സാധാരണയായി സിലിണ്ടർ ആകൃതിയാണുള്ളത്. ഇതിന്റെ വളഞ്ഞ അടിഭാഗം റിയാക്ടറിലുള്ള പദാർഥങ്ങളെ കൂട്ടിക്കലർത്തുവാൻ സഹായിക്കുന്ന വിധത്തിലാണ്. ഇതിലെ സ്റ്റിറർ ഒരേപോലെ കൂട്ടിയിളക്കുന്നതിനും ബയോറിയാക്ടറിനുള്ളിൽ ഓക്സിജന്റെ സാന്നിധ്യം എല്ലായിടത്തും ലഭ്യമാകുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. ഇടവിട്ടിടവിട്ട് വായുവിനെ കുമിളകളായി റിയാക്ടറിനുള്ളിൽ കടത്തിവിടാനുള്ള സംവിധാനവുമുണ്ട്. ചിത്രം സൂക്ഷ്മമായി നിരീക്ഷിച്ചാൽ ബയോറിയാക്ടറിന് ഒരു അജിറ്റേറ്റർ സിസ്റ്റം, ഓക്സിജൻ എത്തിക്കാനുള്ള ക്രമീകരണം, പതയെനിയന്ത്രിക്കാനുള്ള ക്രമീകരണം, ഊഷ്മാവ് നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള ക്രമീകരണം, pH നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള ക്രമീകരണം എന്നിവ കൂടാതെ ചെറിയ അളവിൽ നിശ്ചിത

ഇടവേളകളിൽ കൾച്ചർ നീക്കം ചെയ്യുവാനുള്ള സാംപ്ലിങ് പോർട്ട് (Sampling port) സംവിധാനവുമുണ്ടെന്ന് കാണാം.

ചിത്രം 11.7 നിരീക്ഷിച്ച് ഒരു സ്റ്റർട് ടാങ് ബയോറിയാക്ടറിന്റെ ഉള്ളിലെ വിവിധ സംവിധാനങ്ങൾ ഏതെല്ലാമെന്നും അവയുടെ പ്രവർത്തനമെന്തെന്നും പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തു.

11.3.6 ഡൗൺസ്ട്രീം പ്രോസസിംഗ്

ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ ജൈവിക നിർമാണ ഘട്ടം കഴിഞ്ഞതിനു ശേഷം ഉൽപ്പന്നത്തെ തുടർച്ചയായ പ്രക്രിയകൾക്കു വിധേയമാക്കി, മെച്ചപ്പെട്ട ഒന്നാക്കിമാറ്റിയതിനുശേഷമേ വിപണനം നടത്താൻ പാടുള്ളു. വേർതിരിക്കലും (Separation) ശുദ്ധീകരിക്കലും (Purification) അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഈ പ്രക്രിയകളെ ഒന്നായി ഡൗൺസ്ട്രീം പ്രോസസിംഗ് എന്നു പറയുന്നു. ഉൽപ്പന്നം കേടുവരാത്ത പദാർഥത്താൽ സംസ്കരിച്ച് രൂപപ്പെടുത്തേണ്ടതാണ്. ഇങ്ങനെ രൂപപ്പെടുത്തിയ ഉൽപ്പന്നങ്ങളെ മരുന്നുകളുടെ കാര്യത്തിലെന്നപോലെ കൃത്യമായ ക്ലിനിക്കൽ പരിശോധനയ്ക്കു വിധേയമാക്കേണ്ടതാണ്. കൂടാതെ ഓരോ ഉൽപ്പന്നവും കർശനമായ ഗുണനിലവാര പരിശോധനയ്ക്കും വിധേയമാക്കണം. ഉൽപ്പന്നങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ഡൗൺസ്ട്രീം പ്രോസസിംഗും ഗുണനിലവാര പരിശോധനകളും മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും.

സംഗ്രഹം

ജീവികളെയോ കോശങ്ങളെയോ രാസാഗ്നികളെയോ ഉപയോഗിച്ച് ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും പ്രക്രിയകളുടെയും വൻതോതിലുള്ള ഉൽപ്പാദനവും വിപണനവും ആണ് ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നത്. ഡി.എൻ.എയുടെ രാസഘടനയിൽ മാറ്റം വരുത്താനും പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ നിർമിക്കുവാനും മനുഷ്യർ പഠിച്ചപ്പോഴാണ് ആധുനിക ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് ജനിതക മാറ്റം വരുത്തിയ ജീവികളെ സൃഷ്ടിക്കാൻ കഴിഞ്ഞത്. ഈ പ്രധാന പ്രക്രിയയെ പുനസംയോജക ഡി.എൻ.എ സാങ്കേതികവിദ്യ അഥവാ ജനിതക എൻജിനിയറിംഗ് എന്നാണ് പറയുന്നത്. അന്യ ഡി.എൻ.എയെ വേർതിരിച്ചെടുത്ത് ആതിഥേയ ജീവിയിലേക്കു കടത്തിവിടുന്നതിനും, അന്യ ജീനുകളുടെ പ്രകടനത്തിനും (Expression) ജീൻ ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ ശുദ്ധീകരണത്തിനുമായി (പ്രയോജനകരമായ മാംസ്യോൽപ്പാദനവും അവയുടെ വിപണനത്തിനായുള്ള സംവിധാനങ്ങളും) ഈ പ്രക്രിയയിൽ നിയന്ത്രിത എൻഡോന്യൂക്ലിയേസിന്റെയും ലിഗേസിന്റെയും അനുയോജ്യമായ പ്ലാസ്മിഡുകളുടെയും വാഹകരായ വൈറസുകളുടെയും പങ്ക് അനിവാര്യമാണ്. വലിയതോതിലുള്ള ഉൽപ്പാദനം ബയോറിയാക്ടറുകളുടെ സഹായത്താൽ നടക്കും.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ആധുനിക വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലുപയോഗിക്കുന്ന പത്ത് പുനസ്സംയോജക മാംസ്യങ്ങളുടെ ലിസ്റ്റ് തയാറാക്കുക. അവ രോഗചികിത്സയിൽ എവിടെയാണുപയോഗിക്കുന്നതെന്ന് ഇന്റർനെറ്റ് സഹായത്തോടെ കണ്ടെത്തുക.

2. താഴെ നൽകുന്ന സൂചകങ്ങളുപയോഗിച്ച് ചാർട്ട് തയാറാക്കുക (രേഖാചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ). ഒരു റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നി, ഇതു പ്രവർത്തിക്കുന്ന സബ്സ്ട്രേറ്റ് DNA, DNA യെ മുറിക്കുന്ന സ്ഥാനം, ഇതുണ്ടാക്കുന്ന ഉൽപ്പന്നം.

3. നിങ്ങൾ പഠിച്ചതിൽ നിന്നും തന്മാത്രാതലത്തിൽ ഡി.എൻ.എ ആണോ രാസാഗ്നികൾ ആണോ വലുത്? ഇത് എങ്ങനെ മനസ്സിലാക്കാം?

4. ഒരു മനുഷ്യ കോശത്തിലെ ഡി.എൻ.എയുടെ മോളാർ ഗാഢത എത്രയാണ്? നിങ്ങളുടെ അധ്യാപകനുമായി /അധ്യാപികയുമായി ചർച്ച ചെയ്യുക.

5. യൂകാരിയോട്ടിക് കോശങ്ങൾക്ക് റെസ്ട്രിക്ഷൻ എൻഡോന്യൂക്ലിയേസുകൾ ഉണ്ടോ? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരം സാധൂകരിക്കുക.

6. മികച്ച വായു സഞ്ചാരവും ലയന സ്വഭാവവും കൂടാതെ ഷെയ്ക്ക് ഫ്ളാസ്കുകളെക്കാൾ സ്റ്റർട് ടാങ്ക് ബയോറിയാക്ടറുകൾക്കുള്ള മേന്മയെന്ത്?

7. നിങ്ങളുടെ അധ്യാപകനുമായി/അധ്യാപികയുമായി ചർച്ച ചെയ്ത് 5 പാലിൻഡ്രോമിക് ഡി.എൻ.എ ശ്രേണി കണ്ടെത്തുക. ബേസ്പെയർ നിയമമനുസരിച്ച് പാലിൻഡ്രോം ശ്രേണി സൃഷ്ടിക്കുക.

8. ഊനഭംഗമെന്താണെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് ഓർക്കാൻ കഴിയുമല്ലോ? ഇതിലെ ഏതു ഘട്ടത്തിലാണ് ഒരു പുനസ്സംയോജക ഡി.എൻ.എ. ഉണ്ടാകുന്നത്?

9. അന്യ ഡി.എൻ.എ മൂലം ആതിഥേയകോശത്തിലുണ്ടാകുന്ന പരിവർത്തനത്തെ സെലക്ടബിൾ മാർക്കറുപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കുന്നതുപോലെ റിപ്പോർട്ടർ രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് അതിനു കഴിയുമെന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ? എങ്ങനെ?

10. താഴെപ്പറയുന്നവ എന്തെന്ന് വിശദമാക്കുക.

    (a) ഇരട്ടിക്കൽ അഥവാ പ്രതിരൂപീകരണത്തിന്റെ ഉത്ഭവം.

    (b) ബയോറിയാക്ടറുകൾ

    (c) ഡൗൺസ്ട്രീം പ്രോസസിംഗ്

11. വിശദമാക്കുക

    (a) പി.സി.ആർ

    (b) റെസ്ട്രിക്ഷൻ രാസാഗ്നിയും ഡി.എൻ.എ യും

    (c) കൈറ്റിനേസ്

12. അധ്യാപകരോട് ചർച്ച ചെയ്ത് താഴെപ്പറയുന്നവയുടെ വ്യത്യാസം കണ്ടെത്തുക.

    (a) പ്ലാസ്മിഡ് ഡി.എൻ.എയും ക്രോമസോമൽ ഡി.എൻ.എയും

    (b) ആർ.എൻ.എ യും ഡി.എൻ.എ യും.

    (c) എക്സോന്യൂക്ലിയേസും എൻഡോന്യൂക്ലിയേസും

അധ്യായം 12

ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയും അതിന്റെ പ്രയോജനങ്ങളും (BIOTECHNOLOGY AND ITS APPLICATIONS)

12.1 കാർഷികരംഗത്ത് ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ

12.2 ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ സാധ്യതകൾ ആരോഗ്യരംഗത്ത്

12.3 ട്രാൻസ്ജനിക ജന്തുക്കൾ

12.4 ധാർമിക പ്രശ്നങ്ങൾ

ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ സൂക്ഷ്മജീവികൾ, ഫംഗസ്, സസ്യങ്ങൾ, മൃഗങ്ങൾ എന്നിവയെ ഉപയോഗിച്ച് വ്യാവസായികമായി ജൈവ ഔഷധങ്ങളും, ജൈവവസ്തുക്കളും ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയിലൂടെ നിർമിക്കാം എന്ന് കഴിഞ്ഞ അധ്യായത്തിൽ നിന്ന് നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി. രോഗചികിത്സ, രോഗനിർണയം, ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ വിളകൾ, സംസ്കരിച്ച ആഹാരം, ബയോറമഡിയേഷൻ (Bioremediation), മാലിന്യ സംസ്കരണം, ഊർജനിർമ്മാണം എന്നിവയാണ് ജൈവസാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ നേട്ടങ്ങളിൽ പ്രധാനമായും ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ പ്രധാനപ്പെട്ട മൂന്ന് ഗവേഷണ മേഖലകൾ ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

(i) മെച്ചപ്പെട്ട സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ രൂപത്തിലോ അല്ലെങ്കിൽ ശുദ്ധമായ രാസാഗ്നികളുടെ രൂപത്തിലോ ഏറ്റവും നല്ല ഉൽപ്രേരകങ്ങളെ പ്രദാനം ചെയ്യുക.

(ii) ഉൽപ്രേരകങ്ങൾക്ക് പ്രവർത്തിക്കാൻ ഏറ്റവും അനുയോജ്യമായ സാഹചര്യങ്ങൾ എഞ്ചിനീയറിങ്ങിലൂടെ സൃഷ്ടിക്കുക.

(iii) മാംസ്യങ്ങളും കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളും ഡൗൺ സ്ട്രീം സംസ്കരണവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് ശുദ്ധീകരിക്കുക.

ഇനി നമുക്ക് മനുഷ്യൻ എങ്ങനെയാണ് ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയെ ജീവിത നിലവാരം ഉയർത്തുന്നതിന്, പ്രത്യേകിച്ച് ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനം, ആരോഗ്യം എന്നീ മേഖലകളിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നത് എന്ന് നോക്കാം.

12.1 കാർഷികരംഗത്ത് ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ

ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനം വർധിപ്പിക്കാനുള്ള മൂന്ന് മാർഗങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണെന്ന് പരിശോധിക്കാം.

i) കാർഷിക രാസവസ്തുക്കൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള കൃഷിരീതി
ii) ജൈവകൃഷിരീതി
iii) ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ വിളകളുപയോഗിച്ചുള്ള കൃഷിരീതി

ഹരിതവിപ്ലവത്തിലൂടെ ഭക്ഷ്യോൽപ്പാദനം മുന്നിരട്ടിയായി വർധിപ്പിക്കാൻ കഴിഞ്ഞുവെങ്കിലും പെരുകുന്ന ജനസംഖ്യയെ പോറ്റുന്നതിന് ആവശ്യമായ ഭക്ഷണം നൽകുന്നതിന് ഇത് മതിയാകുമായിരുന്നില്ല. മെച്ചപ്പെട്ട വിളകൾ കൃഷിചെയ്ത് ഉൽപ്പാദനം കൂട്ടുന്നതിന് ഭാഗികമായി കഴിഞ്ഞെങ്കിലും മെച്ചപ്പെട്ട പരിപാലന പ്രവർത്തനങ്ങളുടെയും കാർഷിക രാസവസ്തുക്കളുടെയും (രാസവളങ്ങളും, കീടനാശിനികളും) പ്രയോഗത്തിലൂടെ ഉൽപ്പാദനം ഗണ്യമായി കൂട്ടുവാൻ കഴിഞ്ഞു. എന്നാൽ വികസ്വര രാജ്യങ്ങളിലെ കർഷകർക്ക് ഇത്തരം കാർഷിക രാസവസ്തുക്കളുടെ വില താങ്ങാവുന്നതിലും അധികമായിരുന്നു. മാത്രമല്ല, നിലവിലുള്ള വിളകളിൽ നിന്ന് പരമ്പരാഗത രീതിയിലൂടെ കൂടുതൽ വിളവുൽപ്പാദിപ്പിക്കുവാനും സാധ്യമല്ലായിരുന്നു. കർഷകർക്ക് അവരുടെ കൃഷിയിടങ്ങളിൽ നിന്ന് പരമാവധി വിളവ് ലഭിക്കുന്നതിന് ജനിതക ശാസ്ത്രത്തിലെ അറിവുകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഏതെങ്കിലും സമാന്തരവഴികൾ നിർദേശിക്കാൻ കഴിയുമോ? രാസവളങ്ങളും രാസവസ്തുക്കളും മൂലം ഉണ്ടാകുന്ന പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങൾ കുറയ്ക്കുന്നതിനോ ഇത്തരം വസ്തുക്കളുടെ ഉപയോഗം കുറയ്ക്കുന്നതിനോ ഏതെങ്കിലും മാർഗങ്ങളുണ്ടോ? ഉണ്ട്. ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ വിളകൾ ഉപയോഗിക്കുക എന്നതാണ് ഇതിനുള്ള ഒരു പരിഹാരം.

ജീനുകൾക്ക് മാറ്റം വരുത്തിയ സസ്യങ്ങൾ, ബാക്ടീരിയകൾ, ഫംഗസുകൾ, ജന്തുക്കൾ തുടങ്ങിയ ജീവികളെ **ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ ജീവികൾ (Genetically Modified Organisms – GMO)** എന്നുപറയുന്നു. ജനിതകമാറ്റം വഴി താഴെ പറയുന്ന നേട്ടങ്ങൾ കൈവരിക്കാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

(i) പ്രതികൂലസാഹചര്യങ്ങളെ (തണുപ്പ്, വരൾച്ച, ലവണത്വം, ചൂട്) അതിജീവിക്കുവാൻ ശേഷിയുള്ള വിളകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചു.
(ii) രാസകീടനാശിനികളെ ആശ്രയിക്കുന്നത് കുറയ്ക്കാൻ (കീട പ്രതിരോധ ശേഷിയുള്ള വിളകൾ ഉപയോഗിച്ച്) സാധിച്ചു.
(iii) വിളവെടുപ്പിനുശേഷമുള്ള നഷ്ടങ്ങൾ കുറയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞു.
(iv) സസ്യങ്ങളിൽ ധാതുക്കളുടെ ഉപയോഗക്ഷമത വർധിപ്പിക്കാൻ (ഇതിലൂടെ മണ്ണിന്റെ ഫലഭൂയിഷ്ഠത വേഗത്തിൽ നഷ്ടപ്പെടാതെ നിലനിർത്താൻ) കഴിഞ്ഞു.
(v) ആഹാരത്തിലെ പോഷകമൂല്യം വർധിപ്പിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞു. ഉദാ. വിറ്റാമിൻ A സമ്പുഷ്ടമായ നെല്ല്.

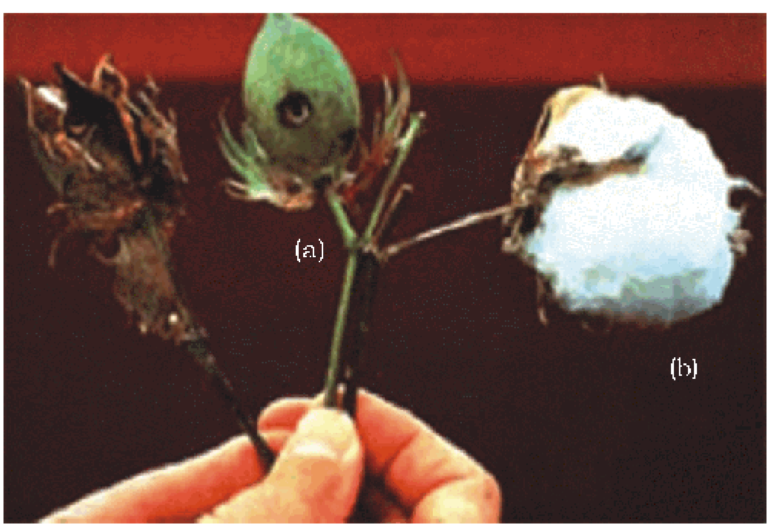
ഈ നേട്ടങ്ങളെ കൂടാതെ വ്യവസായത്തിനാവശ്യമായ അന്നജം, ഇന്ധനങ്ങൾ, മരുന്നുകൾ (Pharmaceuticals) മുതലായ വിഭവങ്ങൾ മറ്റു രീതിയിൽ പ്രദാനം ചെയ്യുവാൻ കഴിയുന്ന കൃത്രിമ സസ്യങ്ങളെ (Tailor made plants) ജനിതകമാറ്റത്തിലൂടെ സൃഷ്ടിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞു. *ഇത്തരം ഗുണങ്ങൾ ഉള്ള സസ്യങ്ങളെക്കുറിച്ച് വിവരശേഖരണം നടത്തി കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.*

നിങ്ങൾ വിശദമായി പഠിക്കുവാൻ പോകുന്ന കീടപ്രതിരോധശേഷിയുള്ള സസ്യങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനം കാർഷികമേഖലയിൽ ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ കൈവരിച്ച നേട്ടങ്ങളിലൊന്നാണ്. ഇതിലൂടെ കീടനാശിനികളുടെ ഉപയോഗം ഗണ്യമായ തോതിൽ കുറയ്ക്കുവാൻ സാധിച്ചു. ബി.ടി ടോക്സിൻ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ബാക്ടീരിയകളാണ് *ബാസില്ലസ് തുറിൻജിയൻസിസ് (Bacillus thuringiensis -Bt).* ബി.ടി ടോക്സിൻ ജീൻ ബാക്ടീരിയകളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ച് ക്ലോൺ ചെയ്ത് സസ്യങ്ങളിൽ കടത്തി വിടുന്നു. സസ്യങ്ങൾ ഈ ജീൻ പ്രകടമാക്കുന്നതിലൂടെ കീടനാശിനിയുടെ ഉപയോഗമില്ലാതെ തന്നെ കീട പ്രതിരോധശേഷിയാർജിക്കുവാൻ കഴിയും. ഫലത്തിൽ ഒരു ജൈവകീടനാശിനിയുടെ ഉൽപ്പാദനമാണ് ഇതു വഴി നടക്കുന്നത്. ഉദാ: ബി.ടി പരുത്തി, ബി.ടി ചോളം, നെല്ല്, തക്കാളി, ഉരുളക്കിഴങ്ങ്, സോയാബീൻ തുടങ്ങിയവ.

ബി. ടി. പരുത്തി (Bt Cotton) : *ബാസിലസ് തുറിൻജിയൻസിസിന്റെ* ചില വിഭാഗങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന മാംസ്യങ്ങൾക്ക് ചില പ്രാണികളെ നശിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. ഉദാഹരണമായി ലെപ്പിഡോപ്റ്റീറനുകൾ (Lepidopterans, പുകയിലയിലെ മണ്ടപ്പുഴു-Tobacco budworm, പട്ടാളപ്പുഴു-Army worm), കോളിയോപ്റ്റീറനുകൾ (Coleopterans) (വണ്ടുകൾ - beetles) എന്നിവ കൂടാതെ ഡിപ്റ്റീറനുകൾ (Dipterans) (ഈച്ചകൾ, കൊതുകുകൾ) എന്നിവയെയും നശിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്നു. *ബാസിലസ് തുറിൻജിയൻസിസ്* വളർച്ചയുടെ ഒരു പ്രത്യേക ഘട്ടത്തിൽ മാംസ്യ പരലുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഈ പരലുകളിൽ **കീടപ്രതിരോധ ശേഷിയുള്ള മാംസ്യം (Insecticidal protein)** കാണുന്നു. ഈ മാംസ്യം ബാസിലസിനെ നശിപ്പിക്കുന്നില്ല, എന്തുകൊണ്ട്? ചർച്ചചെയ്ത് കുറിപ്പ് തയ്യാറാക്കുക.

ബി.ടി.ടോക്സിൻ മാംസ്യം പ്രോടോക്സിൻ എന്ന നിഷ്ക്രിയാവസ്ഥയിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഈ നിഷ്ക്രിയ മാംസ്യം പ്രാണികൾ ആഹാരമാക്കുമ്പോൾ അവയുടെ അന്നനാളത്തിലെ ആൽക്കലൈൻ pH ൽ മാംസ്യപരലുകൾ അലിയുകയും സക്രിയാവസ്ഥയിലേക്ക് മാറ്റപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. സക്രിയമായ ടോക്സിൻ പ്രാണികളുടെ അന്നപഥത്തിന്റെ മധ്യഭാഗത്തെ ആവരണകലകളിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ച് സുഷിരങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. തന്മൂലം പ്രാണികളുടെ അന്നനാളകോശങ്ങൾ വീർത്ത് പൊട്ടുന്നു. ഇത് പ്രാണികളുടെ മരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു .

സവിശേഷമായ ബി.ടി ടോക്സിൻ ജീനുകൾ *ബാസിലസ് തുറിൻജിയൻസിസിൽ* നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്ത് പരുത്തിയിലും അതുപോലെയുള്ള മറ്റ് വിളകളിലും കൂട്ടിച്ചേർത്തിട്ടുണ്ട്. *ചിത്രം 12.1 നിരീക്ഷിച്ച് ബി.ടി.പരുത്തിയെ കുറിച്ച് പ്രാക്ടിക്കൽ ഡയറിൽ കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ. ചിത്രവും ഒട്ടിക്കൂ.*

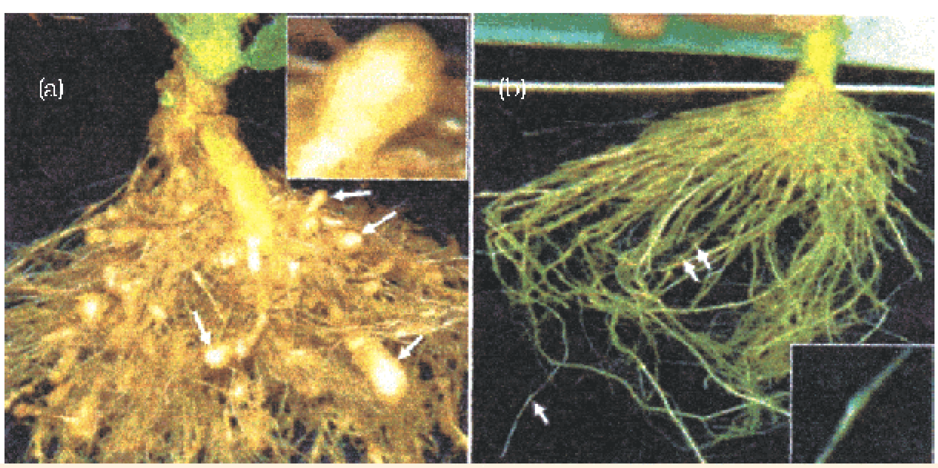


ചിത്രം 12.1 *പരുത്തി ബോൾ (എ) ബോൾവേം നശിപ്പിച്ചത് (ബി) പൂർണവളർച്ചയെത്തിയ പരുത്തിബോൾ*

ഭൂരിഭാഗം ബി.ടി ടോക്സിനുകളും പ്രാണിവിഭാഗങ്ങൾക്ക് സവിശേഷമായതിനാൽ ജീനുകളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നത് വിളയെയും, ലക്ഷ്യ പ്രാണിയെയും ആശ്രയിച്ചായിരിക്കണം. ഈ ടോക്സിനുകൾ കോഡ്ചെയ്തിരിക്കുന്ന ജീനുകളെ **cry ജീനുകൾ** എന്ന് പറയുന്നു. ഇവ പലതരത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഉദാ: **cry IAc, cry IIAb** എന്നീ ജീനുകൾ പരുത്തിയിലെ ബോൾവേമുകളെ (Bollworm) നിയന്ത്രിക്കുന്ന പ്രോട്ടീനിനെ കോഡ്ചെയ്തിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ **cry I Ab** കോൺബോററിനെ (Corn borer) നിയന്ത്രിക്കുന്ന പ്രോട്ടീനിനെ കോഡ്ചെയ്യുന്നു.

കീടപ്രതിരോധശേഷിയുള്ള സസ്യങ്ങൾ : സസ്യങ്ങളിലും മനുഷ്യനുൾപ്പെടെയുള്ള പല ജന്തുക്കളിലും വിവിധ തരത്തിലുള്ള നിമറ്റോഡ്പരാദങ്ങൾ വസിക്കുന്നു. പുകയില ച്ചെടികളുടെ വേരുകളെ ആക്രമിച്ച് വിള നഷ്ടം ഉണ്ടാക്കുന്ന ഒരു നിമറ്റോഡാണ് *മെലോയ്ഡോഗൈൻ ഇൻകൊഗ്നിറ്റ (Meloidogyne incognita)*. ഇവയുടെ ആക്രമണം ചെറുക്കുവാൻ സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് RNA ഇന്റർഫിയറൻസ് **(RNA interference - RNA i)** എന്ന ഒരു നൂതന തന്ത്രമാണ്. RNAi എല്ലാ യൂകാരിയോട്ടിക് ജീവികളും ഒരു കോശപ്രതിരോധമാർഗമായി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. നിർദിഷ്ട mRNA നിഷ്ക്രിയമാക്കുന്നതിലൂടെയാണ് (silencing) ഈപ്രക്രിയ നടക്കുന്നത്. പൂരകമായ (Complementary) ഇരട്ട ഇഴകളുള്ള RNA (ds RNA) തന്മാത്രകൾ ചേർന്ന് mRNA യുടെ ട്രാൻസ്‌ലേഷൻ (Translation) തടയുന്നത് വഴിയാണ് ഇത് സാധ്യമാകുന്നത്. വൈറസ് ആക്രമണത്തിലൂടെ ലഭിക്കുന്ന RNA ജീനോമുകളോ, RNA മധ്യവർത്തികൾ വഴി വിഭജിക്കാൻ കഴിവുള്ള ചലിക്കുന്ന ജനിതകവസ്തുക്കളോ (Transposons) ആണ് പൂരക RNA യുടെ ഉറവിടം.

മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച ട്രാൻസ്‌പോസോണുകളിൽ നിന്നോ, വൈറസുകളുടെ RNA ജീനോമുകളിൽ നിന്നോ, വേർതിരിച്ചെടുത്ത നിർദിഷ്ട നിമറ്റോഡ് (Nematod specific) ജീനുകളെ അഗ്രോബാക്ടീരിയം വാഹകരിലൂടെ ആതിഥേയ സസ്യത്തിലേക്ക് കടത്തി വിടുന്നു (ചിത്രം 12.2). ഇത് ആതിഥേയ സസ്യങ്ങളിൽ സാർഥക RNA (Sense RNA) യും പ്രതിസാർത്ഥക RNA (Antisense RNA) യും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഈ രണ്ട് ഇഴകളും പരസ്പര പൂരകങ്ങളായതിനാൽ ഇവ ചേർന്ന് ഇരട്ട ഇഴകൾ (ds RNA) ഉണ്ടാകുന്നതിലൂടെ RNAi സാധ്യമാകുന്നു. ഇതിലൂടെ നിമറ്റോഡുകളുടെ mRNA കളെ നിഷ്ക്രിയമാക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി നിർദിഷ്ട ഇന്റർഫറിങ് ആർ.എൻ.എ യിലൂടെ ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ ആതിഥേയ സസ്യങ്ങളിൽ നിമറ്റോഡുകൾക്ക് നിലനിൽക്കുവാൻ കഴിയാതെ വരുന്നു. അതിനാൽ ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ സസ്യങ്ങൾക്ക്



ചിത്രം 12.2 ആതിഥേയ സസ്യങ്ങളിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന dsRNA നിമറ്റോഡുകളുടെ ആക്രമണത്തിനെതിരെ സംരക്ഷണം നൽകുന്നു (എ) നിമറ്റോഡ് ആക്രമണം നടന്ന സസ്യത്തിന്റെ വേര്. (ബി) അഞ്ച് ദിവസത്തിന് മുമ്പ് നിമറ്റോഡുകളുടെ ആക്രമണത്തിന് ബോധപൂർവം വിധേയമാക്കപ്പെട്ട, എന്നാൽ നൂതന രീതിയിലൂടെ സംരക്ഷിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്ത ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ സസ്യത്തിന്റെ വേര്.

ഇത്തരത്തിലുള്ള പരാദങ്ങളിൽനിന്ന് സ്വയം സംരക്ഷണം സാധ്യമാകുന്നു (ചിത്രം 12.2). ചിത്രം 12.2 നിരീക്ഷിച്ച് സാധാരണ സസ്യത്തിന്റെ വേരും ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ സസ്യത്തിന്റെ വേരും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ കണ്ടെത്തിയെഴുതുക.

12.2 ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ സാധ്യതകൾ ആരോഗ്യരംഗത്ത്

സുരക്ഷിതവും ഫലപ്രദവുമായ ഔഷധങ്ങൾ പുനസ്സംയോജക DNA

സാങ്കേതികവിദ്യയിലൂടെ വൻതോതിൽ നിർമ്മിക്കുവാൻ സാധിച്ചതുവഴി ആരോഗ്യരംഗത്ത് ധാരാളം നേട്ടങ്ങൾ കൈവരിക്കാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. മാത്രവുമല്ല മനുഷ്യനിൽ നിന്നല്ലാതെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന സമാന ഉൽപ്പന്നങ്ങൾക്കുള്ള രോഗപ്രതിരോധ പാർശ്വഫലങ്ങൾ പുനസ്സംയോജക DNA വഴി നിർമിക്കുന്ന ഔഷധങ്ങളിൽ കാണുന്നുമില്ല. ഇന്ന് ലോകത്താകമാനം പുനസ്സംയോജക DNA സാങ്കേതികവിദ്യയിലൂടെ നിർമിച്ച ഏകദേശം 30 ൽ പരം ഔഷധങ്ങൾ മനുഷ്യരുടെ ഉപയോഗത്തിനായി അംഗീകാരം നേടിയിട്ടുണ്ട്. ഇവയിൽ 12 എണ്ണത്തോളം ഇൻഡ്യയിൽ ഇപ്പോൾ വിപണനം നടത്തുന്നു.

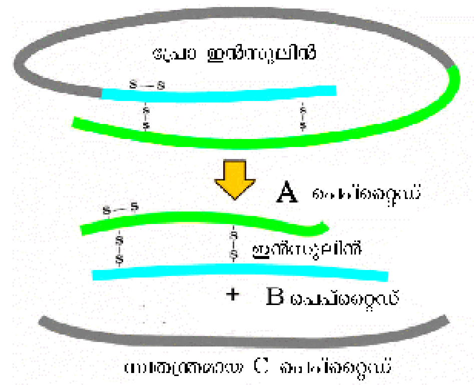
12.2.1 ജനിതക എൻജിനിയറിംഗ് വഴി നിർമ്മിച്ച ഇൻസുലിൻ

കൃത്യമായ ഇടവേളകളിൽ ഇൻസുലിൻ നൽകുക എന്നതാണ് പ്രായപൂർത്തിയായവരിൽ കാണുന്ന പ്രമേഹത്തെ നിയന്ത്രിക്കുവാനുള്ള ഏറ്റവും നല്ല മാർഗം. ആവശ്യത്തിനുള്ള മനുഷ്യ ഇൻസുലിൻ ലഭിക്കാതെ വരുമ്പോൾ പ്രമേഹ രോഗികൾ എന്തു ചെയ്യും? മറ്റുജന്തുക്കളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്ത ഇൻസുലിൻ പകരമായി ഉപയോഗിക്കാം എന്ന് അറിയാമല്ലോ? ഇത്തരത്തിൽ മറ്റ് ജന്തുക്കളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന ഇൻസുലിൻ മനുഷ്യശരീരത്തിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഇൻസുലിനെ പോലെ ഫലപ്രദമാണോ? അതുപോലെ ഇത് മനുഷ്യശരീരത്തിൽ പ്രതിരോധ പാർശ്വഫലങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുമോ? മനുഷ്യ ഇൻസുലിൻ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ശേഷിയുള്ള ബാക്ടീരിയകൾ ഉണ്ടെങ്കിലോ? ഒന്ന് സങ്കല്പിച്ചുനോക്കു, എല്ലാ പ്രക്രിയകളും എത്ര എളുപ്പമായിരിക്കും. വൻതോതിൽ ബാക്ടീരിയകളെ വളർത്തുവാനും ആവശ്യത്തിനനുസരിച്ച് ഇൻസുലിൻ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുവാനും നമുക്ക് കഴിയും.

പ്രമേഹരോഗികൾക്ക് ഇൻസുലിൻ വായിലൂടെ നൽകാൻ സാധിക്കുമോ? എന്തുകൊണ്ട്?

ചർച്ചചെയ്ത് കുറിപ്പ് തയാറാക്കി അവതരിപ്പിക്കു.

കശാപ്പുചെയ്ത കന്നുകാലികളുടെയും പന്നികളുടെയും ആഗ്നേയഗ്രന്ഥിയിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുത്ത ഇൻസുലിൻ ആയിരുന്നു പണ്ട് പ്രമേഹ രോഗികൾക്ക് നൽകിയിരുന്നത്. ഇത്തരത്തിൽ മറ്റ് മൃഗങ്ങളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്ത ഇൻസുലിൻ അന്യമാംസ്യം ആയതുകൊണ്ട് ചില രോഗികളിൽ അലർജിക്കോ മറ്റുതരത്തിലുള്ള പാർശ്വഫലങ്ങൾക്കോ കാരണമായി. ഇൻസുലിനിൽ A, B എന്നീ രണ്ട് പോളിപെപ്റ്റൈഡ് ശൃംഖലകളും അവയെ തമ്മിൽ യോജിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഡൈസൾഫൈഡ് ബ്രിഡ്ജും കാണുന്നു. ചിത്രം 12.3 നിരീക്ഷിച്ച് ഇൻസുലിന്റെ ഘടന മനസിലാക്കുക. മനുഷ്യൻ ഉൾപ്പെടെയുള്ള സസ്തനികളിൽ ഇൻസുലിൻ പ്രോഹോർമോണിന്റെ രൂപത്തിലാണ് നിർമിക്കപ്പെടുന്നത് (പ്രോ-രാസാഗ്നികളെ പോലെ പ്രോ-ഹോർമോണുകളും പൂർണമായും പ്രവർത്തന ക്ഷമതയുള്ള ഹോർമോണായി മാറുന്നതിന് ചിലപ്രക്രിയകളിലൂടെ കടന്ന് പോകേണ്ടതുണ്ട്). പ്രോ-ഹോർമോണിൽ **സി പെപ്റ്റൈഡ് (C Peptide)** എന്ന ഒരു അധിക ശൃംഖല കാണുന്നു. പൂർണമായും പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ഇൻസുലിനിൽ സി പെപ്റ്റൈഡ് കാണുന്നില്ല. സി പെപ്റ്റൈഡ് നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിലൂടെ ഇൻസുലിൻ പൂർണമായും പ്രവർത്തനക്ഷമമാകുന്നു. പുനസ്സംയോജക DNA സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് ഇൻസുലിൻ നിർമിക്കുന്നതിലെ ഏറ്റവും വലിയ വെല്ലുവിളി ഇൻസുലിനെ പൂർണമായും പ്രവർത്തനക്ഷമമായ രൂപത്തിൽ സൃഷ്ടിക്കുക എന്നതായിരുന്നു. 1983 ൽ ഇലൈ ലില്ലി (Eli Lilly) എന്ന അമേരിക്കൻ കമ്പനി മനുഷ്യ ഇൻസുലിനിലെ എ, ബി എന്നീ



ചിത്രം 12.3 പ്രോ-ഇൻസുലിനിൽ നിന്ന് ഇൻസുലിന്റെ രൂപീകരണം

ശൃംഖലകൾക്ക് സമാനമായ DNA ശ്രേണികൾ നിർമിച്ചു. ഇവ *ഇ.കോളി* ബാക്ടീരിയകളുടെ പ്ലാസ്മിഡിലേക്ക് കടത്തിവിട്ടു. ശൃംഖല എ യും ബി യും പ്രത്യേകമായി നിർമിച്ചു. ഇവയെ വേർതിരിച്ചെടുത്ത് ഡൈസൾഫൈഡ് ബന്ധങ്ങൾ വഴി യോജിപ്പിച്ച് മനുഷ്യ ഇൻസുലിൻ നിർമിച്ചു. *ഇൻസുലിൻ നിർമാണം കാണിക്കുന്ന വീഡിയോ നിരീക്ഷിച്ച് കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.*

12.2.2 ജീൻ ചികിത്സ (Gene therapy)

ജനിതക രോഗങ്ങളോടെ ജനിക്കുന്ന കുട്ടികളെ ചികിത്സിക്കുന്നതിനായി ഏതെങ്കിലും മാർഗങ്ങൾ നിലവിലുണ്ടോ? ഇതിനുള്ള ഒരു പരിഹാരമാർഗമാണ് ജീൻ ചികിത്സ. ഭ്രൂണാവസ്ഥയിലോ ശൈശവകാലത്തോ കണ്ടെത്തുന്ന ജനിതക തകരാറുകൾ പരിഹരിക്കാനുള്ള മാർഗങ്ങളെ ജീൻ ചികിത്സ എന്ന് പറയാം. ഈ രീതിയിൽ ചികിത്സയ്ക്കായി ഒരു വ്യക്തിയുടെ കോശത്തിലേക്കോ കലകളിലേക്കോ ജീനുകളെ കടത്തിവിടുന്നു. പ്രവർത്തനക്ഷമമല്ലാത്ത ജീനിന്റെ ധർമ്മം നിർവഹിക്കുന്നതിനായി പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ജീനുകൾ ഒരു വ്യക്തിയിലേക്കോ ഭ്രൂണത്തിലേക്കോ കടത്തിവിട്ട് ജനിതക തകരാറുകൾ പരിഹരിക്കുന്നു.

അഡിനോസിൻ ഡീ അമിനേസ് (Adenosine deaminase -ADA) അപര്യാപ്തതയുള്ള നാല് വയസ്സുള്ള ഒരു പെൺകുട്ടിയിലായിരുന്നു 1990 ൽ ആദ്യമായി ജീൻ ചികിത്സ നടത്തിയത്. പ്രതിരോധ സംവിധാനത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിൽ വളരെ നിർണായകമായ പങ്കുവഹിക്കുന്ന രാസാഗ്നിയാണിത്. അഡിനോസിൻ ഡീഅമിനേസിന്റെ ഉൽപ്പാദനത്തിന് കാരണമായ ജീൻ നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നതാണ് ഈ രോഗം ഉണ്ടാകാനുള്ള പ്രധാന കാരണം. ചില കുട്ടികളിൽ ADA അപര്യാപ്തത അസ്ഥി മജ്ജ മാറ്റിവയ്ക്കുന്നതിലൂടെ പരിഹരിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ മറ്റ് ചിലരിൽ രാസാഗ്നി പുനസ്ഥാപന ചികിത്സയിലൂടെ (Enzyme replacement therapy) ഇത് പരിഹരിക്കാവുന്നതാണ്. ഈ രീതിയിൽ പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ADA രോഗികൾക്ക് കുത്തിവയ്പ്പിലൂടെ നൽകുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. രോഗം പൂർണമായും സുഖപ്പെടുത്തുവാൻ സാധ്യമല്ല എന്നത് ഈ രണ്ട് മാർഗങ്ങളുടെയും പോരായ്മയാണ്. ജീൻ ചികിത്സയുടെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ രോഗിയുടെ രക്തത്തിൽ നിന്നെടുക്കുന്ന ലിംഫോസൈറ്റുകളെ ശരീരത്തിന് പുറത്തുള്ള കൾച്ചർ മീഡിയത്തിൽ വളർത്തുന്നു. ഈ ലിംഫോസൈറ്റുകളിലേക്ക് പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ADA cDNA റിട്രോവൈറൽ വാഹകർ (Retroviral vector) ഉപയോഗിച്ച് കടത്തിവിടുന്നു. തുടർന്ന് ഇവയെ രോഗിയുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് തിരികെ പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഈ കോശങ്ങൾ നശിക്കുന്നവയായതിനാൽ ജനിതകമാറ്റംവരുത്തിയ ലിംഫോസൈറ്റുകൾ നിശ്ചിത ഇടവേളകളിൽ രോഗിയുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിപ്പിക്കേണ്ടതായി വരുന്നു. അതുകൊണ്ട് ADA ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന കോശങ്ങൾ അസ്ഥിമജ്ജയിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്ത് ഭ്രൂണാവസ്ഥയിൽ തന്നെ രോഗിയിലേക്ക് പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നതാണ് സ്ഥിരമായ പരിഹാരമാർഗം.

12.2.3. രോഗനിർണയം - തന്മാത്രാ തലത്തിൽ

രോഗാരംഭത്തിലുള്ള രോഗനിർണയവും രോഗത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവും ഫലപ്രദമായ ചികിത്സയ്ക്ക് വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണെന്ന് നമുക്ക് അറിയാം. പരമ്പരാഗത രീതിയിലുള്ള രോഗനിർണയമാർഗത്തിൽ (രക്തം, മൂത്രം എന്നിവയുടെ പരിശോധന) തുടക്കത്തിലേയുള്ള രോഗനിർണയം സാധ്യമല്ല . പുനസ്സംയോജക ഡിഎൻഎ സാങ്കേതിക വിദ്യ, പോളിമെറേസ് ചെയിൻ റിയാക്ഷൻ (PCR), എൻസൈം ലിങ്ക്ഡ് ഇമ്മ്യൂണോ സോർബന്റ് അസ്സേ (ELISA-Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) തുടങ്ങിയ സാങ്കേതികവിദ്യകൾ ഉപയോഗിച്ച് തുടക്കത്തിലേയുള്ള രോഗനിർണയം സാധ്യമാകുന്നു.

രോഗലക്ഷണങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷമാകുമ്പോഴാണ് രോഗാണുവിന്റെ (ബാക്ടീരിയ, വൈറസ് തുടങ്ങിയവ) സാന്നിധ്യം മനസിലാകുന്നത്. ഈ സമയത്തിനുള്ളിൽ ശരീരത്തിലെ രോഗാണുക്കളുടെ എണ്ണം ക്രമാതീതമായി വർധിച്ചിരിക്കും. എന്നാൽ ശരീരത്തിൽ ബാക്ടീരിയകളോ വൈറസുകളോ വളരെ ചെറിയ അളവിൽ ഉള്ളപ്പോൾ പോലും (ഈ സമയം അവയുടെ രോഗലക്ഷണങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷമാകണമെന്നില്ല) അവയെ കണ്ടെത്തുവാൻ കഴിയുന്നു. രോഗാണുക്കളിലെ ന്യൂക്ലികാമ്ലങ്ങളുടെ എണ്ണം പി.സി.ആർ ലൂടെ വർധിപ്പിച്ചാണ് ഇത് സാധ്യമാക്കുന്നത്. പി.സി.ആർ ഉപയോഗിച്ച് വളരെ ചെറിയ അളവിലുള്ള DNA യെ കണ്ടെത്തുവാൻ കഴിയുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് വിശദീകരിക്കാമോ? എയിഡ്സ് രോഗബാധ സംശയിക്കുന്നവരിൽ പി.സി.ആർ ഉപയോഗിച്ച് HIV യെ കണ്ടെത്തുന്നത് ഇപ്പോൾ സാധാരണമാണ്. കാൻസർ രോഗം സംശയിക്കുന്നവരുടെ ജീനുകളിലെ ഉൽപ്പരിവർത്തനങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനും ഈ രീതി ഉപയോഗിക്കുന്നു. മറ്റ് പല ജനിതക വൈകല്യങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനുള്ള പ്രധാന സാങ്കേതികവിദ്യ കൂടിയാണിത്.

ഒറ്റയിഴയുള്ള DNA യോ RNA യോ റേഡിയോആക്റ്റീവിക്തയുള്ള തന്മാത്രകളുമായി (പ്രോബ്) കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നു . ഇതിനെ ഒരു കൂട്ടം കോശങ്ങളിലെ (Clone of cells) പൂരക DNA യുമായി സങ്കരണം നടത്തുന്നു. തുടർന്ന് ഇവയെ ഓട്ടോറേഡിയോഗ്രാഫി (Autoradiography) ഉപയോഗിച്ച് തിരിച്ചറിയുന്നു. ഉൽപ്പരിവർത്തനം നടന്ന ജീനുകൾ ഫോട്ടോഗ്രാഫി ഫിലിമുകളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നില്ല. ഉൽപ്പരിവർത്തന ജീനുകളുടെ പൂരകങ്ങൾ പ്രോബുകളിൽ കാണുന്നില്ല എന്നതാണിതിന്റെ കാരണം.

ELISA യുടെ പ്രവർത്തന തത്വം ആന്റിജൻ ആന്റിബോഡി പ്രതിപ്രവർത്തനത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണ്. ആന്റിജന്റെ സാന്നിധ്യത്തിലൂടെയോ (മാംസ്യം, ഗ്ലൈക്കോമാംസ്യം) അല്ലെങ്കിൽ രോഗാണുവിനെതിരെ നിർമിക്കുന്ന ആന്റിബോഡിയുടെ സാന്നിധ്യത്തിലൂടെയോ രോഗാണുസംക്രമണം മനസിലാക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.
തന്മാത്രാതലത്തിൽ രോഗനിർണയം നടത്തുവാൻ കഴിയുന്ന പത്ത് രോഗങ്ങളുടെ ലിസ്റ്റ് തയാറാക്കുക.

12.3 ട്രാൻസ്ജനിക ജന്തുക്കൾ (Transgenic animals)

അന്യ DNA വഹിക്കുന്നതിനും പ്രകടമാക്കുന്നതിനും ആയി ജന്തുക്കളുടെ DNA യിൽ മാറ്റം വരുത്തുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ മാറ്റം വരുത്തിയ ജീവികളെ ട്രാൻസ്ജനിക ജന്തുക്കൾ (Transgenic animals) എന്ന് പറയുന്നു. നിലവിലുള്ള ട്രാൻസ്ജനിക ജന്തുക്കളിൽ 95% വും ചുണ്ടെലികളാണ്. എങ്കിലും ട്രാൻസ്ജനിക എലി, മുയൽ, പന്നി, ചെമ്മരിയാട്, പശു, മത്സ്യം എന്നിവയെയും ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ ജീവികളെ എങ്ങനെയാണ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്? ഇത്തരം മാറ്റം വരുത്തലുകൾ എങ്ങനെയാണ് മനുഷ്യന് പ്രയോജനകരമാകുന്നത്? ഇത്തരത്തിലുള്ള ചില പ്രയോജനങ്ങൾ നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം.

(i) ശാരീരികപ്രവർത്തനങ്ങളും വികാസവും : എങ്ങനെയാണ് ജീനുകൾ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നതെന്ന് മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും ശരീരത്തിന്റെ സാധാരണ പ്രവർത്തനത്തിലും വികാസത്തിലും ജീനുകൾക്കുള്ള പങ്ക് മനസിലാക്കുന്നതിനും വേണ്ടിയാണ് ട്രാൻസ്ജനിക ജന്തുക്കളെ രൂപകൽപ്പന ചെയ്തിരിക്കുന്നത്. ഉദാഹരണമായി വളർച്ചയിൽ പങ്ക് വഹിക്കുന്ന സങ്കീർണ ഘടകങ്ങളായ ഇൻസുലിനെ പോലെയുള്ളവയെക്കുറിച്ച് പഠിക്കുന്നതിന്. ഒരു ജീവിയിലേക്ക് അന്യ ജീൻ കടത്തിവിടുമ്പോൾ അവിടെ ഈ ഘടകത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ജീനുകൾക്ക് മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു. തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന ജൈവപരമായ മാറ്റങ്ങൾ പഠിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. ഇത്തരം അറിവിൽ നിന്നും ആ ഘടകത്തിന് ശരീരത്തിലുള്ള ജൈവപരമായ ധർമ്മം മനസിലാക്കുവാനും കഴിയുന്നു.

(ii) രോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം (Study of diseases) : രോഗമുണ്ടാക്കുന്നതിൽ ജീനിന്റെ പങ്ക് എത്രത്തോളമാണെന്ന് മനസിലാക്കാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിലാണ് പല ട്രാൻസ്ജനിക ജന്തുക്കളെയും രൂപകൽപ്പന ചെയ്തിരിക്കുന്നത്. ഇവ മനുഷ്യ രോഗങ്ങളുടെ യഥാർഥ മാതൃകയായി വർത്തിക്കുന്നു. ഇതിലൂടെ രോഗങ്ങൾക്കുള്ള പുതിയ ചികിത്സാരീതികൾ കണ്ടെത്താൻ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ സാധ്യമാകുന്നു. കാൻസർ, ശരീരത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മുഴകൾ, സന്ധിവാതം, അൽഷിമേഴ്സ് തുടങ്ങി മനുഷ്യരിൽ കാണുന്ന പല രോഗങ്ങൾക്കുമുള്ള ട്രാൻസ്ജനിക മാതൃകകൾ ഇന്ന് നിലവിലുണ്ട്.

(iii) ജൈവ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ (Biological products) : ചില മനുഷ്യരോഗങ്ങൾ ചികിത്സിക്കുവാനുള്ള മരുന്നുകളിൽ ജൈവ ഉൽപ്പന്നങ്ങളും അടങ്ങിയിരിക്കാം. ഇവയുടെ നിർമാണം വളരെ ചെലവേറിയതാണ്. ഉപയോഗപ്രദമായ ജൈവ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ നിർമിക്കുവാൻ ശേഷിയുള്ള ട്രാൻസ്ജനിക ജീവികളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയും. പ്രത്യേക ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ നിർമിക്കുവാൻ കോഡ് ചെയ്തിട്ടുള്ള ഡി എൻ എ യുടെ ഒരുഭാഗം (ജീൻ) ജീവികളിലേക്ക് കടത്തിവിട്ടാണ് ഇത് സാധ്യമാക്കുന്നത്. എംഫിസീമ (Emphysema) എന്ന രോഗത്തിന്റെ ചികിത്സയ്ക്കായി ഉപയോഗിക്കുന്ന മനുഷ്യമാംസ്യം (ആൽഫ-1-ആന്റി ട്രിപ്സിൻ) ഒരു ഉദാഹരണമാണ്. കൂടാതെ ഫെനൈൽകീറ്റോനൂറിയ (Phenylketonuria -PKU), സിസ്റ്റിക് ഫൈബ്രോസിസ് തുടങ്ങിയവയുടെ ചികിത്സയ്ക്കായും ഇത്തരം ഉദ്യമങ്ങൾ ആരംഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. 1997 ൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ച ആദ്യത്തെ ട്രാൻസ്ജനിക പശുവായ 'റോസി'ക്ക് (Rosie) മനുഷ്യ മാംസ്യ സമ്പുഷ്ടമായ പാൽ (2.4 gm/litre) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള ശേഷിയുണ്ട്. ഈ പാലിൽ മനുഷ്യരിൽ കാണുന്ന ആൽഫാ ലാക്ടാൽബുമിൻ (Alpha-lactalbumin) അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. കുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് നൽകുന്ന സാധാരണ പശുവിൻ പാലിനെക്കാൾ പോഷകസന്തുലിതമാണിത്.

(iv) വാക്സിൻ സുരക്ഷ (Vaccine safety) : മനുഷ്യരിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നതിന് മുമ്പ് വാക്സിനുകളുടെ സുരക്ഷ പരീക്ഷിക്കുന്നതിനായി ട്രാൻസ്ജനിക ചുണ്ടെലികളെ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. പോളിയോ വാക്സിനുകളുടെ സുരക്ഷ ഉറപ്പുവരുത്തുന്നതിനായി ട്രാൻസ്ജനിക ചുണ്ടെലികളെ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് വിജയകരമാവുകയാണെങ്കിൽ ഇത്തരം വാക്സിനുകളുടെ പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്ന് കുരങ്ങുകളെ ഒഴിവാക്കാൻ കഴിയും.

(v) രാസ സുരക്ഷാപരിശോധന (Chemical safety testing): ഇതിനെ വിഷാംശ പരിശോധന അഥവാ സുരക്ഷാ പരിശോധന എന്നും പറയാം. മരുന്നുകളുടെ വിഷാംശ പരിശോധന നടത്തുന്നത് പോലെയാണ് ഇതിന്റെയും നടപടിക്രമം. ട്രാൻസ്ജനിക അല്ലാത്ത ജന്തുക്കളെക്കാൾ വേഗത്തിൽ വിഷാംശമുള്ള വസ്തുക്കളോട് പ്രതികരിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ജീനുകളെയാണ് ട്രാൻസ്ജനിക ജന്തുക്കളെ നിർമ്മിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇവ വിഷപദാർഥങ്ങളോട് പ്രതികരിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഫലങ്ങൾ പഠനവിധേയമാക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള ജന്തുക്കളിൽ നടത്തുന്ന വിഷാംശപരിശോധനകളിൽ നിന്ന് വളരെ വേഗത്തിൽ ഫലം ലഭിക്കുന്നു.

12.4 ധാർമിക പ്രശ്നങ്ങൾ (Ethical issues)

ഒരു നിയന്ത്രണവും ഇല്ലാതെ മനുഷ്യൻ ജീവികളിൽ നടത്തുന്ന ജനിതകമാറ്റങ്ങൾ അനേകകാലം തുടരാനാവില്ല. മനുഷ്യൻ നടത്തുന്ന ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങൾ ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ഗുണമായാലും ദോഷമായാലും ചില ധാർമിക മൂല്യങ്ങളിൽ ഊന്നിയുള്ള വിലയിരുത്തലുകൾ ആവശ്യമാണ്.

ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ധാർമികമൂല്യങ്ങൾക്കപ്പുറത്ത് ജൈവപരമായ പ്രാധാന്യവും കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതാണ്. ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ ജീവജാലങ്ങൾ ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ എത്തുമ്പോൾ പ്രവചനാതീതമായ ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാകാം.

അതിനാൽ ജീവികളിൽ ജനിതകമാറ്റം വരുത്തുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളുടെ മൂല്യം പരിശോധിക്കുന്നതിനും ജിഎം വിളകൾ പൊതുജനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴുള്ള സുരക്ഷിതത്വം പരിശോധിച്ച് തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കുന്നതിനുമായി ഭാരത സർക്കാർ ഒരു സംഘടനയ്ക്ക് രൂപം കൊടുത്തു. ഇതാണ് ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് അപ്രൂവൽ കമ്മറ്റി (Genetic Engineering Approval Committee - GEAC).

പൊതുജനാവശ്യത്തിനായി ജീവജാലങ്ങളിൽ വരുത്തുന്ന മാറ്റങ്ങൾക്കും അവയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾക്കും (ഉദാഹരണത്തിന് ആഹാരത്തിനും മരുന്നിനും) നേടുന്ന പേറ്റന്റ് ചില പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു.

തദ്ദേശീയരായ ജനങ്ങളോ കർഷകരോ കണ്ടെത്തിയതും വികസിപ്പിച്ചെടുത്തതും ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നതുമായ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ, ജനിതക വസ്തുക്കൾ, സസ്യങ്ങൾ, മറ്റ് ജൈവ വിഭവങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾക്കും സാങ്കേതികവിദ്യകൾക്കും ചില കമ്പനികൾ പേറ്റന്റ് നേടിയത് പൊതുജനങ്ങളുടെ എതിർപ്പിന് കാരണമായി.

ആയിരക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ്തന്നെ ഏഷ്യയുടെ കാർഷിക ചരിത്രത്തിൽ ഒരു ഭക്ഷ്യധാന്യമായി നെല്ല് ഇടം നേടിയിരുന്നു. ഇൻഡ്യയിൽ മാത്രമായി ഏകദേശം 200,000 നെല്ലിനങ്ങൾ ഉള്ളതായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. നെല്ലിനങ്ങളുടെ വൈവിധ്യത്തിൽ ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും സമ്പന്നമായ രാജ്യമാണ് ഇൻഡ്യ. സുഗന്ധത്തിലും ഗുണത്തിലും അതിവിശിഷ്ടമായ ബസുമതി അരിയുടെ 27 ഇനങ്ങൾ ഇൻഡ്യയിൽ വളരുന്നതായി രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇവ നൂറ്റാണ്ടുകളായി ഇൻഡ്യയിൽ കൃഷി ചെയ്തിരുന്നതായി പുരാണഗ്രന്ഥങ്ങളിലും, നാടൻപാട്ടുകളിലും കവിതകളിലും പരാമർശിച്ചിട്ടുണ്ട്. 1997 ൽ ഒരു അമേരിക്കൻ കമ്പനി യു എസ് പേറ്റന്റ് ആന്റ് ട്രേഡ് മാർക്ക് ഓഫീസിൽ (US Patent and Trademark Office) നിന്ന് ബസുമതി അരിക്ക് പേറ്റന്റ് നേടുകയുണ്ടായി. ഇതിലൂടെ ബസുമതി അരിയുടെ ഒരു 'പുതിയ ഇനം' യു എസിലും പുറത്തും വിപണനം നടത്തുവാനുള്ള അവകാശം അവർക്ക് ലഭിച്ചു. ബസുമതി അരിയുടെ ഈ പുതിയ ഇനം യഥാർത്ഥത്തിൽ ഇൻഡ്യൻ കർഷകർ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന ഇനങ്ങളിൽ നിന്നാണ് നിർമിച്ചത്. ഇൻഡ്യൻ ബസുമതി നെല്ലിനെ പൊക്കംകുറഞ്ഞ ഇനങ്ങളുമായി സങ്കരണം നടത്തുകയും അത് നൂതനമായ കണ്ടുപിടിത്തമാണെന്ന് അവർ അവകാശപ്പെടുകയും ചെയ്തു. ഈ പേറ്റന്റുമൂലം മറ്റ് ആൾക്കാർ ബസുമതി അരിയുടെ വിപണനം നടത്തുന്നത് തടസ്സപ്പെടുത്തി. ഇതുപോലെ ഇൻഡ്യൻ പരമ്പരാഗത ഔഷധസസ്യങ്ങളിൽ നിന്നുൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന പല ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും പ്രക്രിയകളുടെയും പേറ്റന്റ് തട്ടിയെടുക്കുവാനുള്ള ശ്രമങ്ങളും നടന്നു. ഉദാഹരണമായി മഞ്ഞൾ, വേപ്പ് തുടങ്ങിയവ. നമ്മൾ ഇത്തരം പേറ്റന്റ് അപേക്ഷകൾക്ക് എതിരെ ജാഗരൂകരാകാതിരുന്നാലോ, എതിർക്കാതിരിന്നാലോ മറ്റ് രാജ്യങ്ങളോ വ്യക്തികളോ നമ്മുടെ പരമ്പരാഗതസമ്പത്ത് വിറ്റ് കാശാക്കുന്നതിനെതിരെ നമുക്ക് ഒന്നും ചെയ്യാൻ കഴിയാതെ വരും.

ഒരു രാജ്യത്തിൽ നിന്നോ അവിടുത്തെ ജനങ്ങളിൽ നിന്നോ അനുമതി നേടാതെയോ നഷ്ടപരിഹാരം നൽകാതെയോ ബഹുരാഷ്ട്ര കമ്പനികളോ സംഘടനകളോ ആ രാജ്യത്തിന്റെ ജൈവസമ്പത്തുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനെയാണ് **ബയോപൈറസി (Biopiracy)** എന്ന് പറയുന്നത്.

ബഹുഭൂരിപക്ഷം വ്യവസായവൽകൃത രാജ്യങ്ങളും സാമ്പത്തികമായി മുൻപന്തിയിലാണെങ്കിലും ജൈവവൈവിധ്യത്തിലും പരമ്പരാഗത അറിവിലും വളരെ പിന്നിലാണ്. എന്നാൽ ഇതിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി വികസ്വരരാജ്യങ്ങളും അവികസിത രാജ്യങ്ങളും ജൈവവൈവിധ്യത്തിലും, ജൈവസമ്പത്തിനെ കുറിച്ചുള്ള പരമ്പരാഗതമായ അറിവിന്റെ കാര്യത്തിലും വളരെ മുന്നിലാണ്. ജൈവവിഭവങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള പരമ്പരാഗത അറിവ് പരമാവധി ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ആധുനിക നൂതനവിദ്യകൾ വികസിപ്പിക്കാം. മാത്രവുമല്ല ഇത്തരം വിദ്യകളുടെ വാണിജ്യവൽക്കരണത്തിൽ സമയം, പരിശ്രമം, ചെലവ് എന്നിവ കുറയ്ക്കുവാനും ഈ അറിവ് സഹായകമാകുന്നു.

വികസ്വരരാജ്യങ്ങളും വികസിതരാജ്യങ്ങളും തമ്മിൽ നഷ്ടപരിഹാരവും ലാഭവും പങ്കുവയ്ക്കുന്നതിലുള്ള വിവേചനവും നീതിനിഷേധവും ഒരു യാഥാർഥ്യമായി നിലകൊള്ളുന്നു. അതിനാൽ ചില രാജ്യങ്ങൾ അവരുടെ ജൈവസമ്പത്തിനെയും പരമ്പരാഗത അറിവിനെയും അനധികൃത കൈകടത്തലുകളിൽ നിന്ന് സംരക്ഷിക്കുന്നതിനായി നിയമനിർമ്മാണങ്ങൾ നടത്തിവരുന്നു.

ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കുന്നത് ലക്ഷ്യമാക്കി പേറ്റന്റ് വ്യവസ്ഥകളിൽ അടിയന്തിര ഇടപെടലിനുള്ള സൗകര്യങ്ങൾക്കും ഗവേഷണത്തിനും, വികസന സംരംഭത്തിനും വേണ്ടി ഈ അടുത്ത കാലത്ത് ഇന്ത്യൻ പാർലമെന്റ് ഇന്ത്യൻ പേറ്റന്റ് ബില്ലിന്റെ രണ്ടാം ഭേദഗതി പാസ്സാക്കി.

സംഗ്രഹം

സൂക്ഷ്മജീവികൾ, സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ, അവയുടെ ഉപാപചയ സംവിധാനങ്ങൾ എന്നിവയിലൂടെ ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ മനുഷ്യന് ഉപകാരപ്രദമായ പല ഉൽപന്നങ്ങളും ലഭ്യമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. സൂക്ഷ്മജീവികൾ, സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ എന്നിവയിൽ ജനിതക മാറ്റത്തിലൂടെ നൂതന സവിശേഷതകൾ കൂട്ടിച്ചേർത്താണ് ഇത് സാധ്യമാക്കിയത്. പ്രകൃതിദത്തമായ മാർഗത്തിലൂടെയല്ലാതെ പുനസംയോജക DNA സാങ്കേതികവിദ്യയിലൂടെ ഒന്നോ അതിൽ കൂടുതലോ ജീനുകൾ ഒരു ജീവിയിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു ജീവിയിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്താണ് ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ ജീവജാലങ്ങളെ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്.

ജി.എം സസ്യങ്ങൾക്ക് പലതരത്തിലുള്ള ഉപയോഗങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഇവ വിളവ് വർധിപ്പിക്കാനും വിളവെടുപ്പിന് ശേഷമുള്ള നഷ്ടം കുറയ്ക്കാനും, കൂടാതെ പ്രതികൂല സാഹചര്യങ്ങളെ അതിജീവിയ്ക്കുവാനും കഴിവുള്ളവയാണ്. പോഷകമൂല്യം കൂടിയതും, കീടപ്രതിരോധശേഷിയുള്ളതുമായ വിവിധതരം ജി.എം വിളകൾ ലഭ്യമാണ്.

സുരക്ഷിതവും ഫലപ്രദവുമായ മരുന്നുകൾ വൻതോതിൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നതിലൂടെ പുനസ്സംയോജക DNA സാങ്കേതികവിദ്യ, ആരോഗ്യരംഗത്തും വലിയ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നു. മനുഷ്യനിൽ നിന്നല്ലാതെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന സമാന ഉൽപന്നങ്ങൾക്കുള്ള രോഗപ്രതിരോധ പാർശ്വഫലങ്ങൾ പുനസംയോജക ഡി എൻ എ വഴി നിർമിക്കുന്ന ഔഷധങ്ങളിൽ കാണുന്നില്ല. ബാക്ടീരിയവഴി ഉൽപാദിപ്പിച്ച ഇൻസുലിന്റെ ഘടന മനുഷ്യരുടെ ഇൻസുലിൻ ഘടനപോലെതന്നെയാണ്.

മനുഷ്യരിൽ കാണുന്ന കാൻസർ, മറ്റു മുഴകൾ, സന്ധിവാതം, അൽഷിമേഴ്സ് തുടങ്ങിയ രോഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിൽ ജീനുകളുടെ പങ്കെന്തെന്നു മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണ മാതൃകകളായി ട്രാൻസ്ജീനിക ജന്തുക്കൾ വർത്തിക്കുന്നു.

ജീനുകളെ ഒരു വ്യക്തിയുടെ കോശങ്ങളിലേക്കോ കലകളിലേക്കോ കടത്തിവിട്ട് ജനിതകരോഗങ്ങളെ ചികിത്സിക്കുന്ന രീതിയാണ് ജീൻതെറാപ്പി. തകരാറുള്ള ഉൽപരിവർത്തന അലീലുകളെ മാറ്റി പകരം പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ജീനുകൾ കൂട്ടിച്ചേർത്താണ് ഇത് സാധ്യമാകുന്നത്. ആതിഥേയ കോശങ്ങളെ വൈറസ് ആക്രമിക്കുന്ന സമയത്ത് അതിന്റെ ജനിതകവസ്തു ഇരട്ടിക്കൽ ചക്രത്തിന്റെ ഭാഗമായി ആതിഥേയ കോശങ്ങളിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നു. അതിനാൽ അവയെ പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ജീനുകളെയോ അവയുടെ ഭാഗങ്ങളെയോ കോശങ്ങളിലേക്ക് കടത്തിവിടാനുള്ള വാഹകരായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സൂക്ഷ്മജീവികൾ, സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ തുടങ്ങിയവയിൽ നടത്തുന്ന ജീനുകളുടെ മാറ്റം വരുത്തലുകൾ ഇപ്പോൾ പല ധാർമിക പ്രശ്നങ്ങൾക്കും കാരണമാകുന്നുണ്ട്.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ചില ബാക്ടീരിയകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ബിടി ടോക്സിൻ പരലുകൾ ആ ബാക്ടീരിയകളെ കൊല്ലുന്നില്ല. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നവയിൽ നിന്നും കാരണം കണ്ടെത്തുക.

   (എ) ബാക്ടീരിയകൾ ടോക്സിനുകളെ പ്രതിരോധിക്കുന്നതുകൊണ്ട്.

   (ബി) ടോക്സിനുകൾ പൂർണരൂപം പ്രാപിക്കാത്തതുകൊണ്ട്.

   (സി) ടോക്സിനുകൾ നിഷ്ക്രിയമായതുകൊണ്ട്.

   (ഡി) ബാക്ടീരിയകൾ ടോക്സിനുകളെ ഒരു പ്രത്യേക സഞ്ചിയിൽ ഉൾകൊള്ളുന്നതുകൊണ്ട്.

2. ട്രാൻസ്ജനിക് ബാക്ടീരിയകൾ എന്നാൽ എന്ത്? ഒരു ഉദാഹരണസഹിതം വിശദമാക്കുക.

3. ജനിതകമാറ്റം വരുത്തിയ വിളകളുടെ ഗുണങ്ങളും ദോഷങ്ങളും താരതമ്യം ചെയ്ത് വിശദീകരിക്കുക.

4. ക്രൈപ്രോട്ടീനുകൾ എന്നാൽ എന്ത്? ഇത് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ജീവിയുടെ പേരെഴുതുക. ഈ പ്രോട്ടീനിനെ മനുഷ്യന്റെ ഉപയോഗത്തിനായി എങ്ങനെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു?

5. ജീൻ തെറാപ്പി എന്നാൽ എന്ത്? അഡിനോസിൻ ഡീ അമിനേസ് (എ.ഡി.എ) അപര്യാപ്തത ഒരു ഉദാഹരണമായി എടുത്തുകൊണ്ട് ഇത് വിശദീകരിക്കുക.

6. ഇ.കോളൈ പോലെയുള്ള ബാക്ടീരിയകളിൽ മനുഷ്യജീൻ (വളർച്ചാ ഹോർമോണിനെ സഹായിക്കുന്ന ജീൻ) ക്ലോൺ ചെയ്യുന്നതിന്റെയും അത് പ്രകടമാക്കുന്നതിന്റെയും ഘട്ടങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്ന പരീക്ഷണത്തിന്റെ ചിത്രീകരണം തയാറാക്കുക.

7. rDNA സാങ്കേതികവിദ്യയുടെയും എണ്ണയുടെ രാസഘടനയെയും കുറിച്ചുള്ള അറിവുകൾ ഉപയോഗിച്ച് വിത്തുകളിൽനിന്ന് എണ്ണ വേർതിരിക്കുന്നതിന് ഒരു മാർഗം നിർദേശിക്കുക.

8. ഇൻർനെറ്റിന്റെ സഹായത്തോടെ സുവർണ അരിയെ (Golden Rice) കുറിച്ചുള്ള വിവരശേഖരണം നടത്തുക.

9. നമ്മുടെ രക്തത്തിൽ പ്രോട്ടിയേസും ന്യൂക്ലിയേസും കാണപ്പെടുന്നുണ്ടോ?

10. വായിലൂടെ കഴിക്കുന്ന മാംസ്യമരുന്നുകൾ നിർമിക്കുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് ഇൻർനെറ്റിന്റെ സഹായത്തോടെ കണ്ടെത്തുക. ഇതിലുണ്ടാകുന്ന പ്രധാന പ്രശ്നങ്ങൾ എഴുതുക.

യൂണിറ്റ് X
പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം (ECOLOGY)

അധ്യായം 13
ജീവികളും ജീവിഗണവും

അധ്യായം 14
ആവാസവ്യവസ്ഥ

അധ്യായം 15
ജൈവവൈവിധ്യവും സംരക്ഷണവും

അധ്യായം 16
പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങൾ

വൈവിധ്യം ജീവജാലങ്ങളുടെ മാത്രം പ്രത്യേകതയല്ല. ജീവശാസ്ത്ര പുസ്തകങ്ങളുടെ ഉള്ളടക്കത്തിലും ഇത് കാണുവാൻ കഴിയും. സസ്യശാസ്ത്രം, ജന്തുശാസ്ത്രം, സൂക്ഷ്മാണു ജീവശാസ്ത്രം എന്ന രീതിയിലോ പുരാതനം, ആധുനികം എന്ന രീതിയിലോ ജീവശാസ്ത്രത്തെ അവതരിപ്പിക്കാം. ആധുനിക ജീവശാസ്ത്രം തന്മാത്രാപരമായ പഠനങ്ങൾക്ക് വഴിമാറി. വിവിധ മേഖലയിലുള്ള ജൈവപരമായ അറിവുകളെ ഒരു തത്വത്തിലേക്ക് ഏകീകരിക്കാൻ നമുക്ക് കഴിയും. ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ ഇത്തരത്തിലുള്ള സമഗ്രമായ വീക്ഷണം നൽകുന്ന ഒരു കണ്ണിയാണ് പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം. ഒരു ജീവി ഒറ്റയ്ക്കായിരിക്കുമ്പോൾ പോലും അത് മറ്റ് ജീവികളുമായും ഭൗതിക ചുറ്റുപാടുമായും പരസ്പരം ആശ്രയിച്ച് ഒന്നായി നിലനിൽക്കുകയും ജീവിഗണം, ജീവിസമുദായം, ആവാസവ്യവസ്ഥ, ജീവമണ്ഡലം എന്നിങ്ങനെയുള്ള വ്യവസ്ഥാപിത സംവിധാനങ്ങളുടെ ഭാഗമായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ഇത് എങ്ങനെയെന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നതാണ് ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ അന്തസ്സത്ത. പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം ഇതെല്ലാം വിശദീകരിക്കുന്നു. മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തനത്താൽ പരിസ്ഥിതിക്കുണ്ടാകുന്ന അപചയം, തത്ഫലമായുള്ള സാമൂഹ്യരാഷ്ട്രീയ പ്രശ്നങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ഇവിടെ നമ്മൾ പഠിക്കുന്നു. ഈ യൂണിറ്റിൽ മുകളിൽ വിവരിച്ച കാര്യങ്ങൾ വിമർശനാത്മകമായി വിശദീകരിക്കുന്നു.

RAMDEO MISRA
(1908-1998)

റാംദേവ് മിശ്രയെ ഇന്ത്യൻ പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ പിതാവായി കരുതുന്നു. അദ്ദേഹം ജനിച്ചത് 1908 ആഗസ്റ്റ് 26ന് ആണ്. പ്രൊഫ. ഡബ്ല്യു.എച്ച്. പിയേഴ്സാലിന്റെ (W.H.Pearsall, FRS) മേൽനോട്ടത്തിൽ ബ്രിട്ടനിലെ ലീഡ്സ് സർവകലാശാലയിൽ (Leeds University) നിന്ന് റാംദേവ് മിശ്ര പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രത്തിൽ പി.എച്ച്.ഡി (1937) കരസ്ഥമാക്കി. വാരണാസിയിലെ ബനാറസ് ഹിന്ദു സർവകലാശാലയിലെ സസ്യശാസ്ത്ര വകുപ്പിൽ പഠനത്തിനും ഗവേഷണത്തിനുമായി അദ്ദേഹം ചേർന്നു. ഉഷ്ണമേഖലാ ജീവികൾ, അവയുടെ അനുക്രമം, സസ്യജാലങ്ങളുടെ പരിസ്ഥിതിയോടുള്ള പ്രതികരണം, പുൽമേടുകളിലെയും ഉഷ്ണമേഖല ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലെയും ഉൽപാദനക്ഷമത, പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രികപ്രവാഹം തുടങ്ങിയ മേഖലകൾക്ക് അടിസ്ഥാനമിട്ടത് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഗവേഷണഫലമായാണ്. ഇന്ത്യയിൽ ആദ്യമായി ഇക്കോളജി പഠനത്തിന് ബിരുദാനന്തരബിരുദ കോഴ്സ് ആരംഭിച്ചത് മിശ്രയുടെ നേതൃത്വത്തിലായിരുന്നു. അൻപതിൽപരം വിദ്യാർഥികൾ അദ്ദേഹത്തിന്റെ മേൽനോട്ടത്തിൽ പി.എച്ച്.ഡി ബിരുദം കരസ്ഥമാക്കി. ഇവർ ഇന്ത്യയിലെ മറ്റു സർവകലാശാലകളിൽ ഇക്കോളജി അധ്യാപനവും ഗവേഷണവും ആരംഭിച്ചു. ഇന്ത്യൻ നാഷണൽ സയൻസ് അക്കാദമിയും വേൾഡ് അക്കാദമി ഓഫ് ആർട്സ് ആന്റ് സയൻസും അദ്ദേഹത്തെ ഫെല്ലോഷിപ്പ് നൽകി ആദരിച്ചു. പരിസ്ഥിതിക്കും പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രത്തിനും നൽകുന്ന പ്രധാന അവാർഡായ സഞ്ജയ്ഗാന്ധി അവാർഡും അദ്ദേഹത്തിന് ലഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. റാംദേവ് മിശ്രയുടെ പരിശ്രമഫലമായി 1972 ൽ ഇന്ത്യാ ഗവൺമെന്റ് നാഷണൽ കമ്മറ്റി ഫോർ എൻവയോൺമെന്റൽ പ്ലാനിംഗ് ആന്റ് കോർഡിനേഷൻ രൂപീകരിച്ചു. ഇത് 1984 ൽ വന പാരിസ്ഥിതിക മന്ത്രാലയ (Ministry of Environment and Forest) രൂപീകരണത്തിന് വഴിയൊരുക്കി.

Z4R1Y5

അധ്യായം 13

ജീവികളും ജീവിഗണവും
(ORGANISMS AND POPULATIONS)

13.1 ജീവിയും അതിന്റെ പരിസ്ഥിതിയും

13.2 ജീവിഗണം

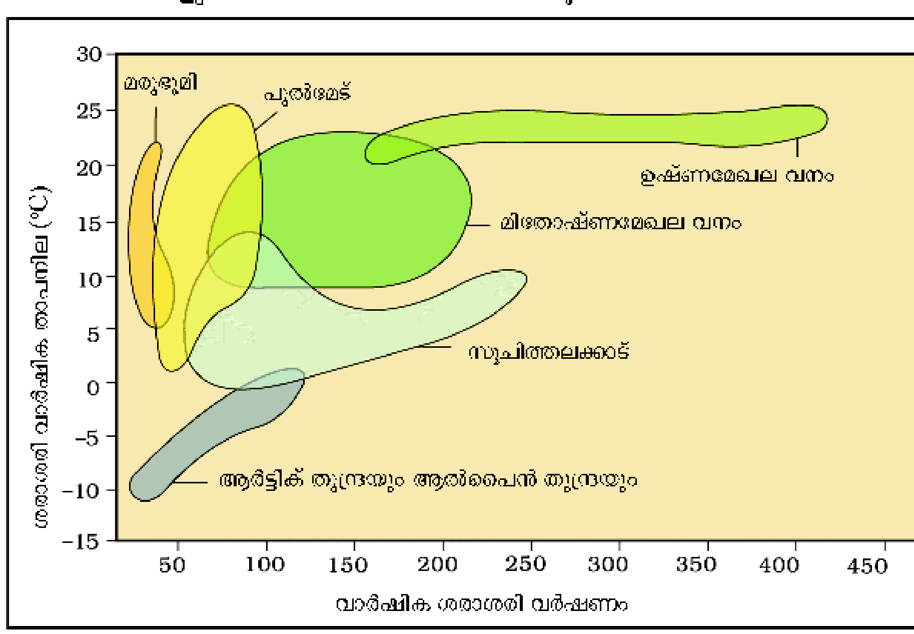
നാം അധിവസിക്കുന്ന ജീവിലോകം ആകർഷണീയവും അത്ഭുതകരമായ വൈവിധ്യമുള്ളതും സങ്കീർണതകൾ നിറഞ്ഞതുമാണ്. സ്ഥൂല തന്മാത്രകൾ (Macromolecules), കോശങ്ങൾ (Cells), കലകൾ (Tissues), അവയവങ്ങൾ (Organ), ജീവികൾ (Organisms), ജീവിഗണം (Populations), ജീവിസമുദായങ്ങൾ (Communities), ആവാസവ്യവസ്ഥ (Ecosystem), ജൈവമേഖലകൾ (Biomes) തുടങ്ങിയ ജീവശാസ്ത്രപരമായ ഘടനാതലങ്ങളിലുള്ള (Organisation) വിവിധ പ്രക്രിയകൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിലൂടെ ഈ സങ്കീർണതകളെ മനസ്സിലാക്കുവാൻ നമുക്ക് സാധിക്കും. ജീവശാസ്ത്രപരമായ ഘടനയുടെ ഏത് തലങ്ങളിലും നമുക്ക് രണ്ട് തരത്തിലുള്ള ചോദ്യങ്ങൾ ഉന്നയിക്കാം. ഉദാഹരണമായി ബുൾബുൾ (Bulbul) പക്ഷിയുടെയോ കുയിലിന്റെയോ പാട്ട് കേൾക്കുമ്പോൾ 'എങ്ങനെയാണ് ഈ പക്ഷി പാടുന്നത്?' അല്ലെങ്കിൽ 'എന്തിനാണ് പാടുന്നത്?' എന്ന് നമുക്ക് ചോദിക്കാം. ആദ്യ ചോദ്യം അതിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വത്തെക്കുറിച്ചും രണ്ടാമത്തെ ചോദ്യം അതിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ചും വിശദീകരിക്കുന്നു. സ്വനതന്തുകത്തിന്റെ ചലനം മൂലമെന്നോ, സ്വനപേടകത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം മൂലമെന്നോ ഒന്നാമത്തെ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം ലഭിക്കും. എന്നാൽ രണ്ടാമത്തെ ചോദ്യത്തിന് പ്രജനന കാലത്ത് ഇണയുമായി ആശയവിനിമയം നടത്താനുള്ള പക്ഷിയുടെ ആവശ്യത്തിന് എന്ന ഉത്തരമാകാം ലഭിക്കുന്നത്. ഒരു ശാസ്ത്രീയ കാഴ്ചപ്പാടിലൂടെ പരിസരത്തെ നിരീക്ഷിച്ചാൽ രസകരമായ പല ചോദ്യങ്ങളും നമ്മുടെ മനസ്സിലൂടെ കടന്നുപോകും. എന്തുകൊണ്ടാണ് രാത്രിയിൽ വിടരുന്ന പുഷ്പങ്ങൾ വെള്ളനിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നത്? എങ്ങനെയാണ് തേനീച്ചകൾ തേനുള്ള പൂക്കളെ തിരിച്ചറിയുന്നത്? എന്തുകൊണ്ടാണ് കള്ളിമുൾച്ചെടിയിൽ ധാരാളം മുള്ളുകൾ കാണപ്പെടുന്നത്? എങ്ങനെയാണ് കോഴിക്കുഞ്ഞുങ്ങൾ അവയുടെ അമ്മയെ തിരിച്ചറിയുന്നത്? ഇങ്ങനെ അനേകം ചോദ്യങ്ങൾ.

ജീവികൾ തമ്മിലും ജീവികളും അവയുടെ ഭൗതിക ചുറ്റുപാടും (അജീവിയ ഘടകം) തമ്മിലും ഉള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ് പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രം എന്ന് നിങ്ങൾ മുൻ ക്ലാസ്സുകളിൽ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്.

അടിസ്ഥാനപരമായി പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രത്തിൽ നാല് ഘടനാതലങ്ങളെക്കുറിച്ചാണ് പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. അവയാണ് ജീവജാലങ്ങൾ, ജീവിഗണങ്ങൾ, ജീവിസമുദായങ്ങൾ, ജൈവമേഖലകൾ എന്നിവ. ഈ അധ്യായത്തിൽ ജീവജാലങ്ങൾ, ജീവിഗണം എന്നീ രണ്ടുതലങ്ങളെകുറിച്ച് കൂടുതൽ അറിയാം.

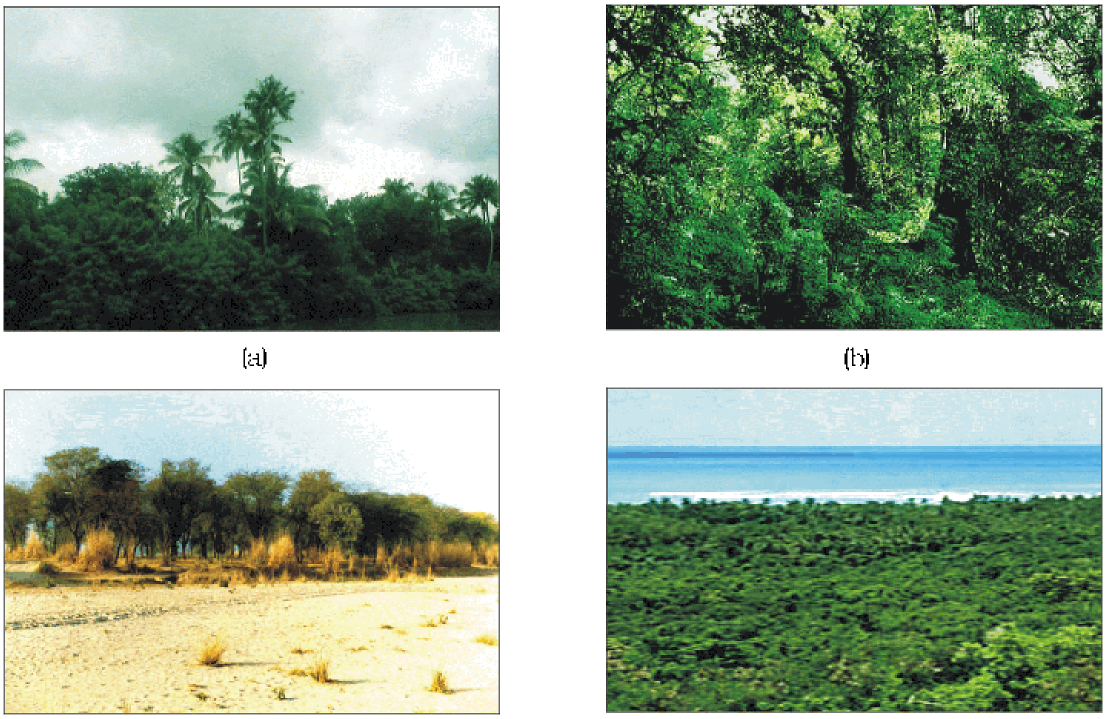
13.1 ജീവിയും അതിന്റെ പരിസ്ഥിതിയും

ജീവിതലത്തിൽ പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം എന്നത് ജീവികളുടെ ശരീരധർമപരമായ പരിസ്ഥിതിയെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ് (Physiological Ecology). ഇതിലൂടെ ജീവജാലങ്ങൾ എങ്ങനെയാണ് നിലനിൽപ്പിനും പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിനും വേണ്ടി പരിസ്ഥിതിയുമായി ഇണങ്ങി ചേർന്നിരിക്കുന്നത് എന്ന് മനസിലാക്കുവാൻ കഴിയും. നിങ്ങൾ മുൻ ക്ലാസ്സുകളിൽ ഭൂമിയുടെ പരിക്രമണത്തെപറ്റിയും അതിന്റെ അച്ചുതണ്ടിലുള്ള ചരിവു മൂലം താപനിലയിലുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങളെപറ്റിയും തന്മൂലം വ്യത്യസ്ത കാലാവസ്ഥകൾ ഉണ്ടാകുന്നത് എങ്ങനെ എന്നതിനെപറ്റിയും പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇതോടൊപ്പം വർഷണത്തിലുള്ള വ്യതിയാനവും (ഇതിൽ മഴയും മഞ്ഞും ഉൾപ്പെടുന്നു) കൂടി ചേർന്നാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട ജൈവമേഖലകളായ മഴക്കാടുകൾ (Rain forest), മരുഭൂമികൾ (Desert), തുന്ദ്ര (Tundra) തുടങ്ങിയവ ഉണ്ടാകുന്നത്. ചിത്രം 13.1 നിരീക്ഷിച്ച് വിവിധ ജൈവമേഖലകളുടെ സവിശേഷതകൾ കണ്ടെത്തൂ.



ചിത്രം 13.1 വാർഷിക താപനിലയെയും വർഷണത്തെയും അടിസ്ഥാനമാക്കി ജൈവമേഖലകളുടെ വിന്യാസം

ഓരോ ജൈവമേഖലയിലും (Biomes) പ്രാദേശികമായ വ്യതിയാനങ്ങൾ മൂലം വ്യത്യസ്തതരത്തിലുള്ള ആവാസങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇന്ത്യയിൽ കാണുന്ന പ്രധാന ജൈവമേഖലകൾ ചിത്രം 13.2 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവ നിരീക്ഷിച്ച് ഓരോന്നിന്റെയും പ്രത്യേകതകൾ എഴുതുക. നമ്മുടെ ഗ്രഹമായ ഭൂമിയിൽ അനുകൂലമായ സാഹചര്യങ്ങളിൽ മാത്രമല്ല ജീവജാലങ്ങൾ വളരുന്നത്. അതികഠിനമായ കാലാവസ്ഥയുള്ള ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലും ജീവൻ നിലനിൽക്കുന്നു. ചുട്ടുപൊള്ളുന്ന രാജസ്ഥാൻ മരുഭൂമികൾ, മഴയിൽ കുതിർന്നു നിൽക്കുന്ന മേഘാലയത്തിലെ വനങ്ങൾ, ആഴക്കടൽ



(a) (b)

(c) (d)

ചിത്രം 13.2 ഇൻഡ്യയിലെ പ്രധാന ജൈവമേഖലകൾ . (a) ഉഷ്ണമേഖല മഴക്കാടുകൾ (Tropical rain forest) (b) ഇലപൊഴിയും കാടുകൾ (Deciduous forest) (c) മരുഭൂമി (Desert) (d) കടൽത്തീരം (Sea coast).

ഗർത്തങ്ങൾ, കുലംകുത്തി ഒഴുകുന്ന പുഴകൾ, മഞ്ഞ്മൂടിക്കിടക്കുന്ന ധ്രുവപ്രദേശങ്ങൾ, ഉയർന്ന പർവതനിരകൾ, ചുടു നീരുറവകൾ, ദുർഗന്ധം വമിക്കുന്ന കംപോസ്റ്റ് കുഴികൾ എന്നിവ ഇവയിൽ ചിലത് മാത്രം. നമ്മുടെ കുടൽ പോലും നൂറുക്കണക്കിന് സൂക്ഷ്മ ജീവികളുടെ അതുല്യമായ ആവാസമാണ്.

വിവിധ ആവാസങ്ങളിലെ വ്യത്യാസത്തിന് കാരണമാകുന്ന ഭൗതികവും രാസപരവുമായ പ്രധാനഘടകങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണ്? താപനില, ജലം, പ്രകാശം, മണ്ണ് എന്നിവയാണ് ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടവ. ഒരു ജീവിയുടെ ആവാസത്തിലെ ഭൗതികരാസീയഘടകങ്ങൾ (അജീവിയഘടകങ്ങൾ - Abiotic factors) കൂടാതെ അവ നിരന്തരസമ്പർക്കം പുലർത്തുന്ന ജീവീയഘടകങ്ങളായ (Biotic factors) രോഗകാരികൾ, പരാദങ്ങൾ, ഇരപിടിയൻമാർ, മത്സരാർഥികൾ തുടങ്ങിയവയും ജീവികളുടെ ആവാസം നിർണയിക്കുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. ദീർഘകാലത്തിലൂടെ നടക്കുന്ന പ്രകൃതിനിർധാരണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായാണ് ജീവികൾക്ക് അവ വസിക്കുന്ന ചുറ്റുപാടിൽ നിലനിൽക്കുവാനും പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുവാനും ആവശ്യമായ അനുകൂലനങ്ങൾ നേടിയെടുക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നത്. വിവിധ ഘടകങ്ങൾ കണക്കിലെടുത്താണ് ജീവികളുടെ **നിഷ് (Niche)** നിർവചിക്കുന്നത്. സഹനീയവും നിർവചനീയവുമായ സാഹചര്യങ്ങളുടെ പരിധി, ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന വിഭവങ്ങളുടെ വൈവിധ്യം, ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ ജീവി വഹിക്കുന്ന ധർമപരമായ പങ്ക് എന്നിവയാണവ.

13.1.1 പ്രധാനപ്പെട്ട അജീവിയഘടകങ്ങൾ

താപനില (ഊഷ്മാവ്)

വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു പാരിസ്ഥിതിക ഘടകമാണ് താപനില. ഒരു പ്രദേശത്തെ ശരാശരി താപനില ഋതുഭേദങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഭൂമധ്യരേഖയിൽ

നിന്ന് ധ്രുവങ്ങളിലേക്ക് പോകുന്തോറും, സമതലങ്ങളിൽ നിന്ന് പർവതങ്ങളുടെ മുകളിലേക്ക് പോകുന്തോറും താപനില ക്രമേണ കുറയുന്നുവെന്ന് നമുക്കറിയാം. താപനിലയുടെ വ്യതിയാനം ധ്രുവങ്ങളിലും ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിലും പൂജ്യത്തിന് താഴേയ്ക്കും ഉഷ്ണമേഖലാ മരുഭൂമികളിൽ (Tropical deserts) വേനൽക്കാലത്ത് 50° C ന് മുകളിലേക്കും ഉയരുന്നു. എന്നാൽ വിശിഷ്ട വാസസ്ഥലങ്ങളായ ആഴക്കടലിലെ ഹൈഡ്രോതെർമൽ ഗർത്തങ്ങളിലും ചൂടു നീരുറവകളിലും താപനില 100° C ന് മുകളിൽ വരെ ഉയരാം. കാനഡ, ജർമ്മനി തുടങ്ങിയ മിതോഷ്ണ (Temperate) രാജ്യങ്ങളിൽ മാവ് വളരുന്നില്ല എന്നും കേരളത്തിലെ കാടുകളിൽ ഹിമപ്പുലി (Snow leopard) കാണുന്നില്ല എന്നും, സമുദ്രത്തിലെ ഉഷ്ണമേഖല അക്ഷാംശ പരിധിക്കപ്പുറത്ത് ചൂരമത്സ്യം കാണുന്നില്ല എന്നും നമുക്ക് അറിയാവുന്നതാണ്. ജീവജാലങ്ങളുടെ ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങൾ, മറ്റ് ശാരീരിക ധർമങ്ങൾ എന്നിവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന രാസാഗ്നികളുടെ (Enzymes) പ്രവർത്തനത്തിൽ ഊഷ്മാവിന്റെ സ്വാധീനം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ചില ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ഊഷ്മാവിന്റെ വലിയ വ്യതിയാനങ്ങളെപ്പോലും ചെറുത്തുനിൽക്കുവാനും അതിജീവിക്കുവാനും കഴിയുന്നു. ഇത്തരം ജീവജാലങ്ങളെ യൂറിതെർമൽ (Eurythermal) എന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ ബഹുഭൂരിപക്ഷം ജീവികൾക്കും ഊഷ്മാവിന്റെ ചെറിയ വ്യതിയാനങ്ങളെ മാത്രമേ ഉൾക്കൊള്ളുവാൻ കഴിയുകയുള്ളൂ. ഇത്തരം ജീവികളെ സ്റ്റീനോതെർമൽ (Stenothermal) എന്ന് പറയുന്നു. ഊഷ്മാവിന്റെ വ്യതിയാനങ്ങളെ ഉൾക്കൊള്ളുവാനുള്ള ജീവികളുടെ കഴിവാണ് അവയുടെ ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ വിന്യാസത്തെ നിർണയിക്കുന്നത്. *യൂറിതെർമലും സ്റ്റീനോതെർമലും ആയിട്ടുള്ള ജീവികളെ കണ്ടെത്തി അവയെക്കുറിച്ച് പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.*

ഈ അടുത്തകാലങ്ങളിൽ ആഗോള അന്തരീക്ഷ ഊഷ്മാവ് സാവധാനം ഉയരുന്നത് ആശങ്ക ഉളവാക്കുന്നു. ഇതിനെ കുറിച്ച് അധ്യായം 16 ൽ കൂടുതൽ പഠിക്കാം. *ഈ അവസ്ഥ തുടരുകയാണെങ്കിൽ ചില സ്പീഷിസുകളുടെ വിതരണ വ്യാപ്തിയെ അത് ബാധിക്കുമെന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ?*

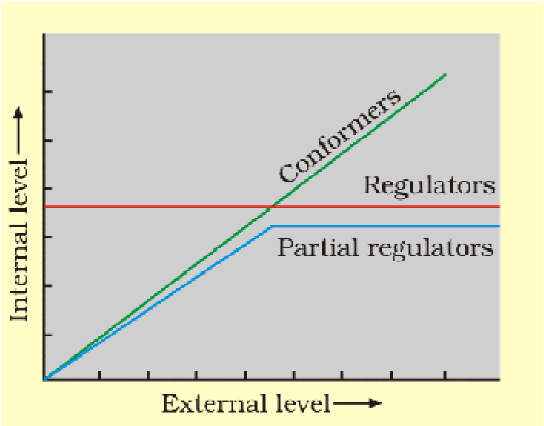
ജലം

ഊഷ്മാവ് കഴിഞ്ഞാൽ ജീവജാലങ്ങളെ സ്വാധീനിക്കുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട ഘടകമാണ് ജലം. ജീവൻ ആദ്യമായി ഉത്ഭവിച്ചത് ജലത്തിലാണെന്നും ജലം ഇല്ലാതെ ഒരു ജീവിക്കും നിലനിൽപ്പില്ല എന്നും നമുക്ക് അറിയാം. മരുഭൂമിയിൽ ജലത്തിന്റെ ലഭ്യത വളരെ കുറവായതിനാൽ അവിടെ ജീവിക്കുവാൻ ജീവികൾക്ക് പ്രത്യേക അനുകൂലനങ്ങൾ വരുത്തേണ്ടത് ആവശ്യമാണ്. സസ്യങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും വിന്യാസവും ജലലഭ്യതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കടൽ, തടാകം, നദികൾ എന്നിവയിൽ ജീവിക്കുന്ന ജീവികൾക്ക് ജലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകാറില്ല എന്ന് നമ്മൾ ധരിക്കാറുണ്ട്. എന്നാൽ യാഥാർഥ്യം അതല്ല. ജലത്തിന്റെ ഗുണമേന്മ (രാസഘടന, pH എന്നിവ) ജലജീവികളെ സ്വാധീനിക്കാറുണ്ട്. ജലത്തിലെ ലവണത്തിന്റെ അളവ് (ആയിരത്തിൽ എത്രഭാഗം എന്നരീതിയിലാണ് ലവണാംശം അളക്കുന്നത്) ഉൾനാടൻ ജലാശയങ്ങളിൽ 5 ൽ കുറവായിരിക്കും. ഇത് കടൽ ജലത്തിൽ 30 മുതൽ 35 വരെയും, ലവണാധിക്യമുള്ള ചില ചിറകളിൽ (Hypersaline lagoons) 100 ന് മുകളിലും ആയിരിക്കും. ലവണത്തിന്റെ വലിയ വ്യതിയാനങ്ങളെ അതിജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന ജീവികളെ യൂറിഹലൈൻ (Euryhaline) എന്നും ലവണത്തിന്റെ കുറഞ്ഞ വ്യതിയാനങ്ങളെ അതിജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന ജീവികളെ സ്റ്റീനോഹലൈൻ (Stenohaline) എന്നുപറയുന്നു. പല ശുദ്ധജല ജീവികൾക്കും സമുദ്രജലത്തിൽ അധികകാലം ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നില്ല. അതുപോലെ സമുദ്രജല ജീവികൾക്ക് ശുദ്ധജലത്തിലും ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നില്ല. വൃതിവ്യാപനം (Osmosis) മൂലമുള്ള പ്രശ്നങ്ങൾ ആണ് ഇതിനു കാരണം.

പ്രകാശം

സസ്യങ്ങൾ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം എന്ന പ്രക്രിയവഴി ആഹാരം നിർമിക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ നടക്കണമെങ്കിൽ സൂര്യപ്രകാശം ലഭ്യമാകണം. പ്രകാശത്തിന് ജീവികളിൽ, പ്രത്യേകിച്ച് സ്വപോഷികളിൽ ഉള്ള സ്വാധീനം ഇതിൽ നിന്ന് മനസ്സിലാകുമല്ലോ. വനങ്ങളിൽ വളരുന്ന ചെറു സസ്യങ്ങൾ (ഓഷധികളും കുറ്റിച്ചെടികളും)വളരെ കുറഞ്ഞ പ്രകാശത്തിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം നടത്താനുള്ള അനുകൂലനങ്ങൾ നേടുന്നു. കാരണം ഇത്തരം സസ്യങ്ങൾ എല്ലായ്പ്പോഴും മറ്റു വലിയ സസ്യങ്ങളുടെ നിഴലിലായിരിക്കും കാണപ്പെടുക. മിക്ക സസ്യങ്ങളും പുഷ്പിക്കുവാൻ ആവശ്യമായ പ്രകാശകാലത്തിനു (Photoperiod) വേണ്ടിയും സൂര്യപ്രകാശത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നു. ഋതുക്കൾക്കും ദിനരാത്രങ്ങൾക്കുമനുസരിച്ച് പ്രകാശത്തിന്റെ തീവ്രതയിലും ദൈർഘ്യത്തിലുമുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ മൃഗങ്ങളുടെ ഇരപിടിക്കൽ, പ്രത്യുൽപ്പാദനം, ദേശാടനം തുടങ്ങിയ ധർമങ്ങൾക്കുള്ള സൂചനകളായി വർത്തിക്കുന്നു. കരയിൽ പ്രകാശത്തിന്റെയും ഊഷ്മാവിന്റെയും സ്രോതസ്സ് സൂര്യനായതിനാൽ ഇവ തമ്മിൽ അടുത്ത ബന്ധമുണ്ട്. എന്നാൽ ആഴക്കടലിൽ (>500m) വളരുന്ന ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ഊർജസ്രോതസ്സായ സൂര്യനെക്കുറിച്ച് അറിവുപോലും ഉണ്ടായിരിക്കുകയില്ല. എങ്കിൽ ഇവയുടെ ഊർജസ്രോതസ്സ് എന്തായിരിക്കും? സൂര്യപ്രകാശത്തിലെ വർണരാജികൾ ജീവന് വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ്. സൂര്യപ്രകാശത്തിലെ UV കിരണങ്ങൾ ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ഹാനികരമാണ്. ദൃശ്യപ്രകാശത്തിലെ പല കിരണങ്ങളും ആഴക്കടലിൽ വളരുന്ന ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ലഭ്യമാകുന്നില്ല. കടലിൽ വളരുന്ന ചുവന്ന ആൽഗകൾ, ഹരിത ആൽഗകൾ, തവിട്ട് ആൽഗകൾ എന്നിവയിൽ ഏതുതരം ആൽഗകളാണ് ആഴക്കടലിൽ വളരുന്നത്? ഇതിന് കാരണം എന്തായിരിക്കും?

മണ്ണ്: പല സ്ഥലങ്ങളിൽ കാണുന്ന മണ്ണിന്റെ സ്വഭാവവും പ്രകൃതവും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. കാലാവസ്ഥ, പാറകളുടെ അപക്ഷയം, (Weathering), എന്നിവയോടൊപ്പം മണ്ണ് അവിടെ തന്നെ അടിഞ്ഞുകൂടി ഉണ്ടായതാണോ (Sedimentary) അതോ മറ്റെവിടുന്നെങ്കിലും എത്തിക്കപ്പെട്ടതാണോ (Transported), മണ്ണ് എങ്ങനെ രൂപപ്പെട്ടുവന്നു എന്നിവയെല്ലാം ഈ വ്യത്യസ്തതകൾക്കുള്ള പ്രധാനകാരണങ്ങളാണ്. മണ്ണിന്റെ ഘടന, മൺതരികളുടെ വലുപ്പം, മൺതരികളുടെ കൂടിച്ചേരൽ തുടങ്ങിയവയാണ് മണ്ണിൽ ജലം വാർന്നുപോകുന്നതിനും ശേഖരിക്കുന്നതിനും കാരണമാകുന്ന മണ്ണിന്റെ സവിശേഷതകൾ. ഇവ കൂടാതെ മറ്റുഘടകങ്ങളായ pH, ധാതുഘടന (Mineral composition), ഭൂപ്രകൃതി (Topography) എന്നിവയും ഒരു പ്രദേശത്തെ സസ്യവളർച്ചയെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. ഒരു പ്രദേശത്തെ സസ്യജാലം അവിടുത്തെ ജന്തുജാലത്തെ നിർണയിക്കുന്നു. അതുപോലെ ജലപരിസ്ഥിതിയിൽ അടിഞ്ഞു കൂടുന്ന മണ്ണിന്റെ സവിശേഷതകളാണ് അവിടുത്തെ ബെന്തിക് (Benthic) തരത്തിലുള്ള ജന്തുക്കളെ നിർണയിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 13.3 ജീവികളിലെ പ്രതികരണത്തിന്റെ രേഖാചിത്രം.

13.1.2 അജീവിയഘടകങ്ങളോടുള്ള പ്രതികരണങ്ങൾ

പല ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലെയും അജീവിയഘടകങ്ങൾ കാലാനുസൃതമായി മാറ്റങ്ങൾക്ക് വിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. എങ്ങനെയാണ് ഇത്തരം ആവാസങ്ങളിൽ ജീവിക്കുന്ന ജീവജാലങ്ങൾ സമ്മർദങ്ങളെ അതിജീവിക്കുന്നത്? ഈ ചോദ്യത്തിന്

ഉത്തരം നൽകുന്നതിന് മുമ്പ് നിരന്തരം മാറ്റങ്ങൾക്ക് വിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ബാഹ്യചുറ്റുപാടുകൾ ജീവജാലങ്ങളെ ബാധിക്കുന്നുണ്ടോ എന്ന് നാം കണ്ടെത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. നൂറ്റാണ്ടുകളായുള്ള നിലനിൽപ്പിന്റെ ഭാഗമായി ഭൂരിപക്ഷം ജീവിവർഗങ്ങളിലും സ്ഥിരതയുള്ള ഒരു ആന്തരപരിസ്ഥിതി രൂപം കൊള്ളുന്നു. അത് ജീവികളിൽ നടക്കുന്ന എല്ലാ ജൈവരാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ശരീരധർമപരമായ പ്രവർത്തനങ്ങളും പരമാവധി കൃത്യതയോടെ നടത്തുവാനും ജീവിവർഗങ്ങളുടെ മൊത്തത്തിലുള്ള 'ക്ഷമത' (Fitness) നിലനിർത്തുവാനും സഹായിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഇത്തരത്തിലുള്ള സ്ഥിരത കൈവരിക്കുന്നത് ഉത്തമ ഊഷ്മാവിനെയും ശരീരദ്രവങ്ങളുടെ വ്യതിവ്യാപന ഗാഢതയെയും (Osmotic concentration) നിലനിർത്തുന്നതു വഴിയായിരിക്കും. മാതൃകാപരമായി, ബാഹ്യപരിസ്ഥിതി വ്യത്യാസപ്പെടുമ്പോഴും ജീവജാലങ്ങൾ അവയുടെ ആന്തര പരിസ്ഥിതി നിലനിർത്തുവാൻ ശ്രമിക്കും. ഈ പ്രക്രിയയാണ് ആന്തരസമസ്ഥിതി (Homeostasis). ഒരു ഉദാഹരണത്തിലൂടെ ഇത് നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം. ഒരു വ്യക്തിക്ക് 25°C ൽ അവന്റെ പരമാവധി പ്രവർത്തനം കാഴ്ചവയ്ക്കുവാൻ കഴിയുന്നുവെങ്കിൽ അത്യുഷ്ണത്തിലും മരം കോച്ചുന്ന തണുപ്പിലും ആ അവസ്ഥ നിലനിർത്തുവാൻ വ്യക്തി ആഗ്രഹിക്കും. വീട്ടിലായിരിക്കുമ്പോഴോ കാർ യാത്രയിലോ, ജോലി സ്ഥലത്തോ വേനൽക്കാലത്ത് ഒരു എയർകണ്ടീഷണർ ഉപയോഗിച്ചും, തണുപ്പുകാലത്ത് ഒരു ഹീറ്റർ ഉപയോഗിച്ചും ഈ ഊഷ്മാവ് നിയന്ത്രിക്കുവാൻ നമുക്ക് കഴിയുന്നു. അതായത് കാലാവസ്ഥ ഏതായിരുന്നാലും വ്യക്തിക്ക് പരമാവധി പ്രവർത്തിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. ഇവിടെ ശരീരധർമപരമായല്ല മറിച്ച് കൃത്രിമമാർഗങ്ങൾ വഴിയാണ് ആ വ്യക്തിയുടെ ആന്തരസമസ്ഥിതി പാലനം നടന്നത്. മറ്റ് ജീവജാലങ്ങൾ ഈ അവസ്ഥ എങ്ങനെയാണ് തരണം ചെയ്യുന്നത്? പലതരം സാധ്യതകൾ നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം. (ചിത്രം 13.3).

(i) റഗുലേറ്റ് (Regulate)

ചില ജീവികൾ അവയുടെ ആന്തരസമസ്ഥിതി ശരീരധർമപരമായ വഴികളിലൂടെ (ചില സമയങ്ങളിൽ പെരുമാറ്റരീതിയിലൂടെയും) നിലനിർത്തുന്നു. ഇതിലൂടെ സ്ഥിരമായ ശരീരോഷ്മാവ്, വ്യതിവ്യാപന ഗാഢത എന്നിവ നിലനിർത്തുവാൻ സാധിക്കുന്നു. പക്ഷികൾ, സസ്തനികൾ, ചില താഴ്ന്നതലത്തിലുള്ള കശേരുകികൾ (Vertebrates), അകശേരുകികൾ (Invertebrates) തുടങ്ങിയവ ഇത്തരത്തിൽ ആന്തരസമസ്ഥിതി നിലനിർത്തുവാൻ കഴിവുള്ളവയാണ് (താപനിയന്ത്രണവും - Thermo regulation, വ്യതിവ്യാപന നിയന്ത്രണവും - Osmoregulation). സസ്തനികളുടെ 'വിജയത്തിന്റെ' പ്രധാനകാരണം അവയ്ക്ക് ശരീരോഷ്മാവ് സ്ഥായിയായി നിലനിർത്താൻ കഴിയുന്നതാണെന്ന് പരിണാമ ജീവശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ കരുതുന്നു. അതിനാലാണ് അവയ്ക്ക് അന്റാർട്ടിക്കയിലായാലും സഹാറ മരുഭൂമിയിലായാലും ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നത്.

ബഹുഭൂരിപക്ഷം സസ്തനികളുടെയും ശരീരോഷ്മാവ് നിയന്ത്രണ സംവിധാനം മനുഷ്യന്റേതിനോട് സമാനമാണ്. നമ്മുടെ ശരീരോഷ്മാവ് 37°C ആയി നിലനിർത്തപ്പെടുന്നു. വേനൽക്കാലത്ത് അന്തരീക്ഷ ഊഷ്മാവ് നമ്മുടെ ശരീരോഷ്മാവിനേക്കാൾ കൂടുന്നതിനാൽ ശരീരം നല്ലത് പോലെ വിയർക്കുന്നു. തൽഫലമായി, മരുഭൂമിയിലെ ശീതീകരണിയിലെ പ്രവർത്തനത്തിന് സമാനമായി ശരീരത്തിൽ ബാഷ്പീകരണം നടക്കുകയും ശരീരോഷ്മാവ് കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ശൈത്യകാലത്ത് അന്തരീക്ഷ ഊഷ്മാവ് ശരീരോഷ്മാവിനെക്കാൾ കുറയുന്നതിനാൽ ശരീരം വിറയ്ക്കുന്നു. ഇത്തരം ശരീരവ്യായാമത്തിലൂടെ ചൂട് ഉണ്ടാവുകയും ശരീരോഷ്മാവ് ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ സസ്യങ്ങളിൽ ആന്തര ഊഷ്മാവ് നിലനിർത്തുവാനുള്ള ഇത്തരം സംവിധാനങ്ങൾ കാണുന്നില്ല.

(ii) കൺഫോം (Conform) : ബഹുഭൂരിപക്ഷം (99 ശതമാനം) ജന്തുക്കളും സസ്യങ്ങളും ആന്തരപരിസ്ഥിതി സ്ഥിരമായി നിലനിർത്തുവാൻ ശേഷിയില്ലാത്തവയാണ്. ചുറ്റുപാടുമുള്ള ഊഷ്മാവിനനുസരിച്ച് ഇത്തരം ജീവികളുടെ ശരീരോഷ്മാവിലും വ്യതിയാനമുണ്ടാകും. ജലജന്തുക്കളിൽ അവയുടെ ശരീരദ്രവങ്ങളുടെ വ്യതിവ്യാപന ഗാഢത ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തിന്റെ വ്യതിവ്യാപനഗാഢത മാറുന്നതിനനുസരിച്ച് മാറുന്നു. ഇത്തരം ജന്തുക്കളെയും സസ്യങ്ങളെയും കൺഫോർമറുകൾ (Conformers) എന്ന് പറയാം. ജീവികൾ സ്ഥായിയായ ആന്തരപരിസ്ഥിതി നിലനിർത്തുന്നത് കൊണ്ടുള്ള പ്രയോജനം പരിഗണിക്കുമ്പോൾ എന്തുകൊണ്ട് ഈ കൺഫോർമറുകൾ റെഗുലേറ്ററുകളായി പരിണമിക്കുന്നില്ല എന്ന് നിങ്ങൾ ചോദിച്ചേക്കാം. ഇത് മുമ്പ് സൂചിപ്പിച്ച മനുഷ്യന്റെ ഉദാഹരണത്തിലൂടെ നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാം.സാധാരണക്കാരായ എത്ര യാളുകൾക്ക് എയർകണ്ടീഷണർ ഉപയോഗിക്കുവാൻ കഴിയും? ഭൂരിപക്ഷത്തിനും അത്യുഷ്ണകാലത്ത് വിയർപ്പിലൂടെ താപനിയന്ത്രണം നടത്തി മിതമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾ കൊണ്ട് തൃപ്തിപ്പെടേണ്ടിവരുന്നു. താപനിയന്ത്രണത്തിന് ജീവജാലങ്ങൾക്ക് വളരെയേറെ ഊർജം ചെലവഴിക്കേണ്ടതായിവരുന്നു. നച്ചെലികൾ (Shrews), ഹമ്മിംഗ് പക്ഷികൾ തുടങ്ങിയ ചെറുജീവികളെ സംബന്ധിച്ച് ഇത് വളരെ ശരിയാണ്. താപനഷ്ടവും താപനേട്ടവും ശരീരോപരിതലത്തിന്റെ അളവിനനുസരിച്ചാണ് നടക്കുന്നത്. ചെറിയ ജീവികളെ സംബന്ധിച്ച് ശരീരോപരിതല വിസ്തീർണം ആകെ ശരീരവ്യാപ്തവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ വളരെ കൂടുതൽ ആയിരിക്കും. അതിനാൽ തണുപ്പു സമയത്ത് ശരീരത്തിൽ നിന്ന് വളരെ വേഗം ചൂട് നഷ്ടമാവുന്നു. ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ശരീരോഷ്മാവ് വർധിപ്പിക്കുന്നതിനായി ധാരാളം ഊർജം ഉപയോഗിക്കേണ്ടതായിവരുന്നു. ഇത് കാരണമാണ് ധ്രുവ പ്രദേശങ്ങളിൽ ചെറിയ ജീവികൾ വളരെ വിരളമായിമാത്രം കാണുന്നത്. പരിണാമ ഘട്ടങ്ങളിൽ സ്ഥായിയായ ആന്തരപരിസ്ഥിതി നിലനിർത്തുന്നതിന്റെ ലാഭനഷ്ടങ്ങൾ പരിഗണിക്കേണ്ടതായിട്ടുണ്ട്. ചുരുക്കം ചില പാരിസ്ഥിതിക സാഹചര്യങ്ങളിൽ ചില ജീവികൾ റെഗുലേറ്റ് ചെയ്യാനുള്ള ശേഷിയാർജിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ഒരു പരിധി കഴിഞ്ഞാൽ സാഹചര്യങ്ങൾ മാറുന്നതിനനുസരിച്ച് അവ കൺഫോർമറുകളായി മാറുന്നു (Partial regulators).

ബാഹ്യപ്രതികൂല സാഹചര്യങ്ങൾ ഒരു പ്രദേശത്തുമാത്രം ഒതുങ്ങുന്നതോ ചെറിയ കാലയളവിലേക്ക് മാത്രം നിലനിൽക്കുന്നതോ ആണെങ്കിൽ അതിനെ അതിജീവിക്കുന്നതിനായി ജീവികൾക്ക് താഴെ പറയുന്ന രണ്ടു മാർഗങ്ങളുണ്ട്.

(iii) ദേശാടനം (Migrate)

ഒരു പ്രദേശത്ത് പ്രതികൂല സാഹചര്യം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ അനുകൂലമായ മറ്റൊരിടത്തേക്ക് ജീവികൾ താൽക്കാലികമായിമാറുകയും പ്രതികൂലസാഹചര്യം മാറുമ്പോൾ അവിടേക്ക് തിരിച്ചെത്തുകയും ചെയ്യുന്നതാണ് ദേശാടനം. വേനൽക്കാലത്ത് ജനങ്ങൾ ഡൽഹിയിൽ നിന്ന് ഷിംലയിലേക്ക് താൽക്കാലികമായി മാറുന്നത് ഇതിനുദാഹരണമാണ്. പല ജന്തുക്കളും പ്രത്യേകിച്ച് പക്ഷികൾ ശൈത്യകാലത്ത് വളരെ ദൂരം സഞ്ചരിച്ച് അനുകൂലമായ സ്ഥലങ്ങളിലേക്ക് പോകുന്നു. രാജസ്ഥാനിലെ ഭരത്പൂരിലുള്ള കിലാഡിയോ ദേശീയോദ്യാനത്തിൽ (Keolado National Park) എല്ലാവർഷവും ശൈത്യകാലത്ത് സൈബീരിയയിൽ നിന്നും വടക്കുഭാഗത്തുള്ള മറ്റ് അതിശൈത്യ പ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നും ദേശാടനപ്പക്ഷികൾ എത്തുന്നു.

(iv) സസ്പെൻഡ്

ചില ബാക്ടീരിയകൾ, ഫംഗസുകൾ, താണതരം സസ്യങ്ങൾ എന്നിവ പ്രതികൂല കാലാവസ്ഥയെ അതിജീവിക്കാനായി കട്ടിയുള്ള ആവരണത്തോടുകൂടിയ വ്യത്യസ്തതരത്തിലുള്ള രേണുക്കൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. കാലാവസ്ഥ അനുകൂലമാകുമ്പോൾ ഇവ മുളച്ച് പുതിയ ജീവിയായിത്തീരുന്നു. ഉയർന്നതരം സസ്യങ്ങളിൽ വിത്തുകളും ചില കായിക പ്രജനനഭാഗങ്ങൾ വിതരണത്തെ

സഹായിക്കുന്നതോടൊപ്പം പ്രതികൂല സാഹചര്യങ്ങളെ അതിജീവിക്കുവാനും സഹായിക്കുന്നു. പ്രതികൂല സാഹചര്യങ്ങളിൽ അവ ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങൾ കുറച്ചുകൊണ്ട് സുഷുപ്തി (Dormancy) എന്ന അവസ്ഥയിലേക്ക് പോകുന്നു. അനുകൂല സാഹചര്യങ്ങളുടെ ലഭ്യതയനുസരിച്ച് (ഈർപ്പം, ഊഷ്മാവ്) ഇവ മുളച്ച് പുതിയ സസ്യമായിത്തീരുന്നു.

ദേശാടനത്തിലൂടെ രക്ഷപ്പെടാൻ കഴിയാതെ വരുന്ന ജന്തുക്കൾ പ്രതികൂല സാഹചര്യങ്ങളെ സമയബന്ധിതമായി ഒഴിവാക്കുന്നു. ധ്രുവക്കരടികൾ ശിശിരനിദ്ര (Hibernation)യിലൂടെ ശൈത്യകാലത്തിൽനിന്ന് രക്ഷപ്പെടുന്നത് ഇതിനൊരുദാഹരണമാണ്. ചില മത്സ്യങ്ങളും ഒച്ചുകളും (Snails) ഉഷ്ണനിദ്രയിലൂടെ (Aestivation) ഉഷ്ണകാലത്തെ ചൂടിനെയും നിർജലീകരണാവസ്ഥയെയും തരണം ചെയ്യുന്നു. കുളങ്ങളിലും തടാകങ്ങളിലും കാണുന്ന ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ (Zooplankton) പ്രതികൂലസാഹചര്യങ്ങളിൽ താൽക്കാലികമായി വളർച്ചയും വികാസവും നിർത്തിവച്ച് നിഷ്ക്രിയഘട്ടത്തിലൂടെ (Diapause) കടന്ന് പോകുന്നു.

13.1.3 അനുകൂലനങ്ങൾ (Adaptations)

പ്രതികൂലസാഹചര്യങ്ങളോട് താദാത്മ്യം പ്രാപിക്കുന്നതിനും അതിജീവിക്കുന്നതിനുമായി ജീവികളിൽ കാണുന്ന വ്യത്യസ്തരീതികൾ പരിഗണിക്കുമ്പോൾ ചില ജീവികൾ ശരീരധർമ്മ ക്രമീകരണങ്ങളിലൂടെയും മറ്റ് ചിലവ പെരുമാറ്റ രീതിയിലൂടെയും (അനുകൂല വാസസ്ഥലങ്ങളിലേക്കുള്ള താൽക്കാലികമായ ദേശാടനത്തിലൂടെ) ഇത് സാധ്യമാക്കുന്നു. പ്രസ്തുത പ്രതികരണങ്ങൾ യഥാർഥത്തിൽ ജീവികൾ നടത്തുന്ന അനുകൂലനങ്ങൾ ആണ്. ഒരു ജീവിക്ക് അതിന്റെ ആവാസത്തിൽ നിലനിൽക്കുവാനും പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുവാനും ഉതകുന്ന രീതിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഏതെങ്കിലും സ്വഭാവ സവിശേഷതകളെ (ബാഹ്യഘടനാപരമായോ ശരീരധർമപരമായോ പെരുമാറ്റ പരമായോ കാണപ്പെടുന്നവ) അനുകൂലനങ്ങൾ എന്ന് പറയുന്നു. പല അനുകൂലനങ്ങളും അനേക വർഷത്തെ പരിണാമഫലമായി രൂപപ്പെട്ടതും ജനിതകപരമായി സ്ഥിരത കൈവരിച്ചതുമാണ്. വടക്കേ അമേരിക്കൻ മരുഭൂമിയിൽ വസിക്കുന്ന കംഗാരുഎലികൾക്ക് ജലത്തിന്റെ അസാന്നിധ്യത്തിൽ ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നത് അവയിൽ കാണുന്ന ചില അനുകൂലനങ്ങൾ മൂലമാണ്. കംഗാരുഎലികൾക്ക് ആവശ്യമായ ജലം ലഭിക്കുന്നത് ശരീരത്തിലെ കൊഴുപ്പുകളുടെ ഓക്സീകരണം മൂലമാണ്. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ജലം ഒരു ഉപോൽപ്പന്നമായി ലഭിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഇവയ്ക്ക് മൂത്രം ഏറെ ഗാഢതയുള്ളതാക്കാൻ കഴിയുന്നതിനാൽ വിസർജ്യ വസ്തുക്കളിലൂടെയുള്ള ജലനഷ്ടം കുറയ്ക്കുവാനും കഴിയുന്നു.

മരുഭൂമിയിൽ വളരുന്ന സസ്യങ്ങളിൽ പല തരത്തിലുള്ള അനുകൂലനങ്ങൾ കാണുവാൻ കഴിയുന്നു. കട്ടിയുള്ള ക്യൂട്ടിക്കിൾകൊണ്ട് ഇലകളുടെ ഉപരിതലം ആവരണം ചെയ്യുക, ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ (Stomata) ആഴമുള്ള കുഴികൾക്കുള്ളിൽ കാണപ്പെടുക തുടങ്ങിയവയിലൂടെ സസ്യസ്വേദനത്തിലൂടെയുള്ള (Transpiration) ജലനഷ്ടം കുറയ്ക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. കൂടാതെ പ്രത്യേകതരത്തിലുള്ള പ്രകാശസംശ്ലേഷണ മാർഗം സ്വീകരിക്കുന്നതിലൂടെ (CAM) ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ പകൽ അടഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനും കാരണമാകുന്നു. മരുഭൂമിയിൽ വളരുന്ന കള്ളിമുൾച്ചെടികൾ *(Opuntia)* പോലെയുള്ള ചില സസ്യങ്ങളിൽ ഇലകൾ ചുരുങ്ങി മുള്ളുകളായും തണ്ടുകൾ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം നടത്തുവാൻ ഉതകുന്ന തരത്തിൽ പരന്നതായും കാണപ്പെടുന്നു.

തണുപ്പുള്ള പ്രദേശത്ത് കാണുന്ന സസ്തനികളിൽ ശരീരത്തിൽ നിന്നുള്ള താപനഷ്ടം കുറയ്ക്കുന്നതിനായി അവയുടെ ചെവികളും കാലുകളും ചെറുതായിരിക്കുന്നു. ഇതിനെ അലൻസ് റൂൾ (Allen's rule) എന്നുപറയുന്നു. ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ (Polar regions) കടൽ സസ്തനികളായ സീലുകൾക്ക് ശരീരോഷ്മാവ് നഷ്ടപ്പെടാതെ

സുക്ഷിക്കുവാൻ കഴിയുന്നത് ഇവയുടെ ത്വക്കിനടിയിൽ കാണുന്ന കട്ടിയുള്ള കൊഴുപ്പ് (Blubber) മൂലമാണ്. ഇത് താപപ്രതിരോധകമായി വർത്തിച്ച് ശരീരത്തിൽ നിന്നുള്ള താപനഷ്ടത്തെ കുറയ്ക്കുന്നു.

പ്രതികൂലസാഹചര്യങ്ങളിൽ പെട്ടെന്ന് പ്രതികരിക്കാൻ ചില ജീവികളിൽ ശരീരധർമപരമായ അനുകൂലനങ്ങളുണ്ട്. ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് നിങ്ങൾ യാത്രചെയ്തിട്ടുണ്ടോ? ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ (മണാലിക്കും ചൈന അധിനിവേശ ടിബറ്റിലെ മാനസരോവറിനും അടുത്തുള്ള 3500 m ൽ കൂടുതൽ ഉയരമുള്ള റോതങ് പാസ്സിലൂടെ - Rohtang Pass) പോകുമ്പോൾ നമുക്ക് ആൾട്ടിട്യൂഡ് സിക്ക്നസ്സ് (Altitude sickness) അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഇതിന്റെ പ്രധാന ലക്ഷണങ്ങൾ മനംപിരട്ടൽ (Nausea), ക്ഷീണം (Fatigue), ഹൃദയമിടുപ്പ് വർധന (Heart Palpitation) തുടങ്ങിയവയാണ്. ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിലെ താഴ്ന്ന അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ ശരീരത്തിനാവശ്യമായ ഓക്സിജൻ ലഭിക്കാത്തതാണ് ഇതിന് പ്രധാന കാരണം. എന്നാൽ സാവധാനം നാം ഈ അവസ്ഥയുമായി താദാത്മ്യം പ്രാപിക്കുകയും ആൾട്ടിട്യൂഡ് സിക്ക്നസ്സ് ഇല്ലാതാകുകയും ചെയ്യുന്നു. എങ്ങനെയാണ് നമ്മുടെ ശരീരം ഈ പ്രശ്നത്തെ പരിഹരിച്ചത്? കുറഞ്ഞ ഓക്സിജൻ ലഭ്യത പരിഹരിക്കാൻ ശരീരം ചുവന്ന രക്താണുക്കളുടെ ഉൽപ്പാദനം വർധിപ്പിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഓക്സിജനുമായുള്ള ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ കൂടിച്ചേരൽ അഭിവാഞ്ഛ (Binding affinity of haemoglobin) കുറയ്ക്കുന്നു, ശ്വസന നിരക്ക് ഉയർത്തുന്നു. ഇങ്ങനെ ശരീരം ഈ പ്രശ്നം തരണം ചെയ്യുന്നു. *ഹിമാലയത്തിലെ ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ പല ഗോത്രവർഗക്കാരും വസിക്കുന്നുണ്ട്. സമതലങ്ങളിൽ വസിക്കുന്ന ജനങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ഇവരുടെ രക്തത്തിൽ അരുണരക്താണുക്കളുടെ എണ്ണം (ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ അളവ്) കൂടുതലാണോ എന്ന് കണ്ടെത്തി പ്രവർത്തന പുസ്തകത്തിൽ കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.*

ബഹുഭൂരിപക്ഷം ജന്തുക്കളിലും ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങളും അതിലൂടെയുള്ള ശാരീരികധർമങ്ങളും സുഗമമായി നടക്കുന്നത് വളരെ ചെറിയ നിരക്കിലുള്ള ഊഷ്മാവിലാണ് (മനുഷ്യരിൽ 37° C). എന്നാൽ ചില സൂക്ഷ്മജീവികൾക്ക് (ആർക്കിബാക്ടീരിയകൾ പോലുള്ളവ) ചുടുനീരുറവകളിലും കടലിലെ ഹൈഡ്രോതെർമൽ ഗർത്തങ്ങളിലും 100°C ന് മുകളിലുള്ള ഊഷ്മാവിൽ വരെ ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. ഇത് എങ്ങനെ സാധ്യമാകുന്നു?

അന്റാർട്ടിക്കയിലെ ജലാശയങ്ങളിൽ 0°C ന് താഴെ ഉള്ള ഊഷ്മാവിൽ വളരെയേറെ മത്സ്യങ്ങൾ ജീവിക്കുന്നു. *ഈ ജീവികൾ എങ്ങനെയാണ് ഇവയുടെ ശരീരദ്രവം തണുത്തുറയാതെ സംരക്ഷിക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടെത്തി കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.*

നമ്മൾ അനുഭവിക്കുന്ന സാധാരണ അന്തരീക്ഷമർദത്തിന്റെ 100 ഇരട്ടിയിലധികം മർദം അനുഭവപ്പെടുന്ന സമുദ്രാന്തർഭാഗത്തു പോലും ധാരാളം അകശേരുകികളും മത്സ്യങ്ങളും ജീവിക്കുന്നു. ഇത്രയും ഉയർന്ന മർദത്തിൽ ഇവയ്ക്ക് ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നത് എങ്ങനെയാണ്? ഇവരിൽ ഏതെങ്കിലും പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ള രാസാഗ്നികൾ കാണപ്പെടുന്നുണ്ടോ? ഇത്തരം അസാധാരണമായ സാഹചര്യങ്ങളിൽ ജീവിക്കുന്ന ജീവജാലങ്ങളിൽ ആകർഷകമായ ജൈവരാസ അനുകൂലനങ്ങളുടെ ഒരു നിരതന്നെയുണ്ട്.

ചില ജീവികൾ പെരുമാറ്റപരമായ അനുകൂലനങ്ങളിലൂടെ പരിസ്ഥിതിയിലെ പല സാഹചര്യങ്ങളെയും അതിജീവിക്കുന്നു. മരുഭൂമിയുടെ കാര്യം നോക്കുകയാണെങ്കിൽ, സസ്തനികളിൽ കാണുന്നതുപോലെ ആവാസത്തിലെ ഉയർന്ന താപനിലയെ നേരിടാനുള്ള ശരീരധർമ്മ പ്രവർത്തനങ്ങൾ അവിടെയുള്ള പല്ലികൾക്ക് ഇല്ല. ഇവ പെരുമാറ്റരീതികളിലൂടെ ശരീരോഷ്മാവ് സ്ഥിരമായി നിലനിർത്തുന്നു. ശരീരോഷ്മാവ് ഗണ്യമായി കുറയുമ്പോൾ ഇവ ശരീരത്തിൽ സൂര്യതാപമേൽപ്പിക്കുക വഴി താപം വലിച്ചെടുക്കുന്നു. ചൂടുകുറയുന്ന സമയത്ത് തണലുള്ള സ്ഥലത്തേക്കുമാറി രക്ഷനേടുന്നു. ചില സ്പീഷിസുകൾ മാളങ്ങളിൽ ഒളിച്ച് പുറത്തുള്ള ചൂടിൽനിന്ന് രക്ഷ നേടുന്നു.

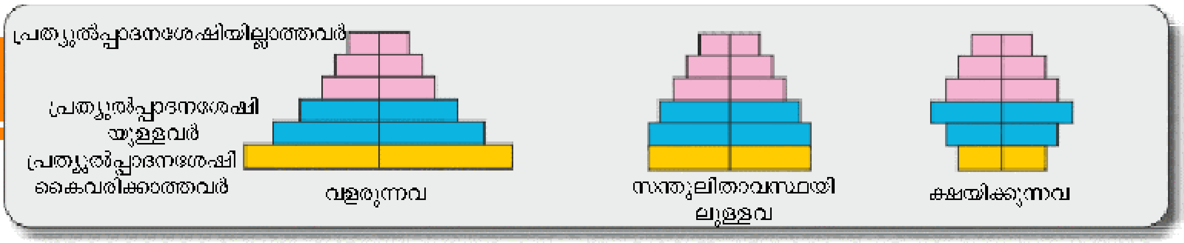
13.1 ജീവിഗണങ്ങൾ (Populations)

13.2.1 ജീവിഗണത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ (Population Attributes)

ഏതെങ്കിലും ഒരു ജീവിവർഗത്തിലെ ജീവി ഒറ്റയ്ക്ക് നിലനിൽക്കുന്നത് വളരെ വിരളമായ കാഴ്ചയാണ്. ഭൂരിഭാഗം ജീവിവർഗങ്ങളിലെയും ജീവികൾ പ്രത്യേക ഭൂപ്രദേശങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുകയും ഒരേ പ്രകൃതിവിഭവങ്ങൾ പങ്കുവയ്ക്കുകയോ അവയ്ക്കുവേണ്ടി മത്സരിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. അവ പരസ്പരം ഇണചേർന്ന് ജീവിഗണമായി നിലനിൽക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന ജീവികളുടെ കൂട്ടത്തെ മാത്രമല്ല അലൈംഗിക പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന ജീവികളുടെ കൂട്ടത്തെയും പരിസ്ഥിതി പഠനാവശ്യങ്ങൾക്കായി ജീവിഗണമായി കരുതാറുണ്ട്. തണ്ണീർത്തടങ്ങളിൽ കാണുന്ന നീർക്കാക്കകൾ (Cormorants), ഉപയോഗശൂന്യമായ പ്രദേശങ്ങളിൽ വളരുന്ന എലികൾ, വനങ്ങളിൽ നിരനിരയായി കാണുന്ന തേക്കുമരങ്ങൾ, കൾച്ചർ പാത്രത്തിൽ വളരുന്ന ബാക്ടീരിയകൾ, ഒരു കുളത്തിൽ കാണുന്ന താമരകൾ എന്നിവയെല്ലാം ജീവിഗണങ്ങൾക്കുദാഹരണങ്ങളാണ്. മുൻ അധ്യായങ്ങളിൽ ഓരോ ജീവിക്കും പ്രകൃതിയിലെ മാറ്റങ്ങളോട് പൊരുത്തപ്പെടാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾ പഠിച്ചു. എന്നാൽ പ്രകൃതിനിർധാരണം വഴി അഭിലഷണീയഗുണങ്ങൾ ഉരുത്തിരിയുന്നത് ജീവിഗണതലത്തിലാണ്. പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രത്തിലെ ഒരു പ്രധാനമേഖലയാണ് ജീവിഗണ പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം (Population ecology). ഇത് ജീവിഗണ ജനിതകശാസ്ത്രത്തെയും പരിണാമശാസ്ത്രത്തെയും പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തുന്നു.

ഒരു വ്യക്തിക്ക് ഇല്ലാത്ത ചില സവിശേഷതകൾ ഒരു ജീവിഗണത്തിനുണ്ട്. ഒരു വ്യക്തിക്ക് ജനനവും മരണവും ഉണ്ട്. എന്നാൽ ഒരു ജീവിഗണത്തിന് ജനനനിരക്കും (Birth rate) മരണനിരക്കുമാണുള്ളത് (Death rate). ഈ നിരക്കുകളെ യഥാക്രമം പ്രതിശീർഷജനനം (Per capita birth), പ്രതിശീർഷമരണം (Per capita death) എന്നിങ്ങനെ പറയാം. അതായത് ജീവിഗണ അംഗസംഖ്യയുടെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾക്കനുസരിച്ചാണ് ഈ നിരക്കുകൾ പ്രകടമാകുന്നത് (കൂടുതൽ അല്ലെങ്കിൽ കുറവ്). ഉദാഹരണമായി ഒരു കുളത്തിൽ കഴിഞ്ഞ വർഷം 20 താമരകൾ ഉണ്ടായിരുന്നു എന്നിരിക്കട്ടെ. പുതുതായി 8 ചെടികൾ പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിലൂടെ കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെട്ടു. എങ്കിൽ താമരയുടെ ഇപ്പോഴത്തെ ജീവിഗണം 28 ആയിരിക്കും. ഇതിന്റെ ജനനനിരക്ക് 8/20 = 0.4 തൈച്ചെടികൾ ഒരു താമരച്ചെടിക്ക് ഒരു വർഷം ഉണ്ടാകുന്നു എന്നാണ്. ഒരു പരീക്ഷണശാലയിൽ വളർത്തുന്ന 40 പഴയീച്ചകളിൽ 4 എണ്ണം ഒരു പ്രത്യേക സമയത്തിനുള്ളിൽ മരിക്കുന്നു (ഒരാഴ്ചയിൽ), എങ്കിൽ അവിടുത്തെ മരണനിരക്ക് 4/40 = 0.1 ആയിരിക്കും.

ജീവിഗണത്തിന്റെ മറ്റൊരു സവിശേഷത ലിംഗാനുപാതം (Sex ratio) ആണ്. ഒരു വ്യക്തി പുരുഷനോ സ്ത്രീയോ ആകാം. എന്നാൽ ജീവിഗണത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ ലിംഗാനുപാതം ആണ് ഉള്ളത് (ഉദാഹരണമായി ഒരു ജീവിഗണത്തിൽ 60% സ്ത്രീകളും 40% പുരുഷൻമാരും ആണ്).



ചിത്രം 13.4 മനുഷ്യജീവിഗണത്തിന്റെ വയോസ്തൂപികയുടെ ചിത്രീകരണം.

ഒരു ജീവിഗണത്തിൽ ഒരു പ്രത്യേക സമയത്ത് പല പ്രായത്തിലുള്ള വ്യക്തികളെ കാണാം. ഒരു ജീവിഗണത്തിൽ വ്യത്യസ്ത പ്രായപരിധിയെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നവരുടെ ഒരു ഗ്രാഫ് ചിത്രീകരിച്ചാൽ അതിനെ വയോസ്തൂപിക (Age pyramid) എന്ന് പറയാം (ചിത്രം.13.4). മനുഷ്യജീവിഗണത്തിന്റെ വയോസ്തൂപികയിൽ പല പ്രായപരിധിയിൽ വരുന്ന ആൺപെൺ വ്യക്തികളെ ഒരുമിച്ചാണ് ചിത്രീകരിക്കുന്നത്. വയോസ്തൂപികയുടെ ആകൃതി ജീവിഗണത്തിന്റെ വളർച്ചയെ കാണിക്കുന്നു. ഇവ ചുവടെ സൂചിപ്പിക്കുന്നതരത്തിലുണ്ട് (a) വളരുന്നവ (Growing), (b) സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ ഉള്ളവ (Stable), (c) ക്ഷയിക്കുന്നവ (Declining).

ആവാസത്തിലെ ഒരു ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പം ആ ജീവിഗണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പല വസ്തുതകളും നൽകുന്നു. ജീവിഗണത്തിൽ നമ്മൾ എന്താണോ കണ്ടെത്താൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്, ഉദാഹരണത്തിന് ജീവികൾ തമ്മിലുള്ള മത്സരത്തിന്റെ (Competition) ഫലം, ഇരപിടിയന്റെ (Predator) സ്വാധീനം, കീടനാശിനി പ്രയോഗത്തിന്റെ ഫലം തുടങ്ങി ജീവിഗണത്തിൽ നമ്മൾ കണ്ടെത്താൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നതെല്ലാം ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസം പഠിച്ചാൽ ലഭ്യമാകും. പ്രകൃതിയിൽ ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പം 10 ൽ കുറവോ (ഉദാ: ഭരത്പൂർ ചതുപ്പിൽ ഒരുവർഷം കാണുന്ന സൈബീരിയൻ കൊക്കുകൾ) ദശലക്ഷക്കണക്കിനോ ആകാം (ഉദാ: ഒരു കുളത്തിലെ ക്ലാമിഡോമോണാസ്). ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പത്തെ സാങ്കേതികമായി ജീവിഗണസാന്ദ്രത (Population Denstiy) എന്ന് പറയാം (ഇതിനെ N എന്ന് പ്രതിനിധാനം ചെയ്യാം). ഇത് പ്രധാനമായും എണ്ണത്തെ മാത്രമല്ല ആധാരമാക്കുന്നത്. എണ്ണമാണ് സാന്ദ്രത അളക്കുവാനുള്ള ഏറ്റവും ലളിതമായ മാർഗമെങ്കിലും ചില അവസരങ്ങളിൽ ഇത് അർഥശൂന്യമോ കണക്കാക്കാൻ കഴിയാത്തതോ ആകാം. ഉദാഹരണമായി ഒരു സ്ഥലത്ത് 200 *പാർത്തിനിയം (Parthenium)* സസ്യങ്ങളും, പടർന്ന് പന്തലിച്ചു നിൽക്കുന്ന ഒരു ആൽമരവും വളരുന്നു എന്നു കരുതുക. ഇവിടെ എണ്ണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആൽമരത്തിന്റെ ജീവിഗണസാന്ദ്രത പാർത്തിനിയത്തേക്കാൾ കുറവാണ് എന്ന് പറയുന്നത് ഈ ആൽമരം നൽകുന്ന മഹത്തായ സേവനങ്ങളെ കുറച്ചു കാണിക്കലായിരിക്കും. ഇത്തരം അവസരങ്ങളിൽ പടർപ്പിന്റെ ശതമാനമോ ജൈവപിണ്ഡത്തിന്റെ അളവോ നോക്കി ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പം കണക്കാക്കുന്നതായിരിക്കും കൂടുതൽ ഉചിതമായ മാർഗം. ജീവിഗണം വളരെ വലുതും എണ്ണിനോക്കാൻ അസാധ്യവും, ആ പണി ഏറെ സമയമെടുക്കുന്നതും ആകുമ്പോൾ ആകെയെണ്ണം എന്നത് ആശ്രയിക്കാൻ പറ്റുന്ന അളവുകോലല്ല. *പരീക്ഷണശാലയിലെ ഒരു പെട്രിഡിഷിൽ വളരുന്ന ബാക്ടീരിയയുടെ സാന്ദ്രത അളക്കുവാൻ ഏത് മാർഗമായിരിക്കും കൂടുതൽ ഉചിതം?* ചില പാരിസ്ഥിതിക ഗവേഷണങ്ങളിൽ യഥാർഥ (Absolute) ജീവിഗണ സാന്ദ്രതയേക്കാൾ ആപേക്ഷിക (Relative) ജീവിഗണസാന്ദ്രത കണക്കാക്കുന്നതായിരിക്കും കൂടുതൽ ഉചിതം. ഉദാഹരണമായി ഓരോ പ്രാവശ്യവും പിടിക്കുന്ന മത്സ്യങ്ങളുടെ എണ്ണം എടുത്തുകൊണ്ട് ഒരു തടാകത്തിലെ മത്സ്യങ്ങളുടെ ആകെ ജീവിഗണസാന്ദ്രത കണക്കാക്കുന്ന രീതി. ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പം അതിലെ അംഗങ്ങളെ നേരിട്ട് കാണാതെയോ എണ്ണാതെയോ പരോക്ഷമായി കണക്കാക്കാവുന്നതുമാണ്. നമ്മുടെ നാഷണൽ പാർക്കുകളിലെയും കടുവാസങ്കേതങ്ങളിലെയും കടുവകളുടെ കണക്കെടുക്കുന്നത് (Census) അവയുടെ കാൽപ്പാടുകളും കാഷ്ഠവും അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ്.

13.2.2 ജീവിഗണത്തിന്റെ വളർച്ച (Population Growth)

ഒരു സ്പീഷിസിലെയും ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പം ഒരിക്കലും സ്ഥിരമായി നിലനിൽക്കുന്നില്ല. ആഹാരലഭ്യത, ഇരപിടിക്കലുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സാഹചര്യങ്ങൾ, പ്രതികൂല കാലാവസ്ഥ എന്നീ വ്യത്യസ്തഘടകങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് കാലാകാലങ്ങളിൽ

അത് മാറികൊണ്ടിരിക്കും. ജീവിഗണത്തിന് എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്? അത് വളരുകയാണോ ക്ഷയിക്കുകയാണോ എന്ന് ജീവിഗണസാന്ദ്രതയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങളിലൂടെ മനസിലാക്കാം. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ ഒരു പ്രത്യേക കാലയളവിൽ ജീവിഗണസാന്ദ്രതയെ സ്വാധീനിക്കുന്ന നാല് അടിസ്ഥാന പ്രക്രിയകളുണ്ട്. ഇതിൽ ജനനസംഖ്യയും, കുടിയേറ്റവും ജീവിഗണസാന്ദ്രതയെ വർധിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയകളാണ്. എന്നാൽ മരണസംഖ്യയും, കുടിയിറക്കവും ജീവിഗണസാന്ദ്രതയെ കുറയ്ക്കുന്നു.

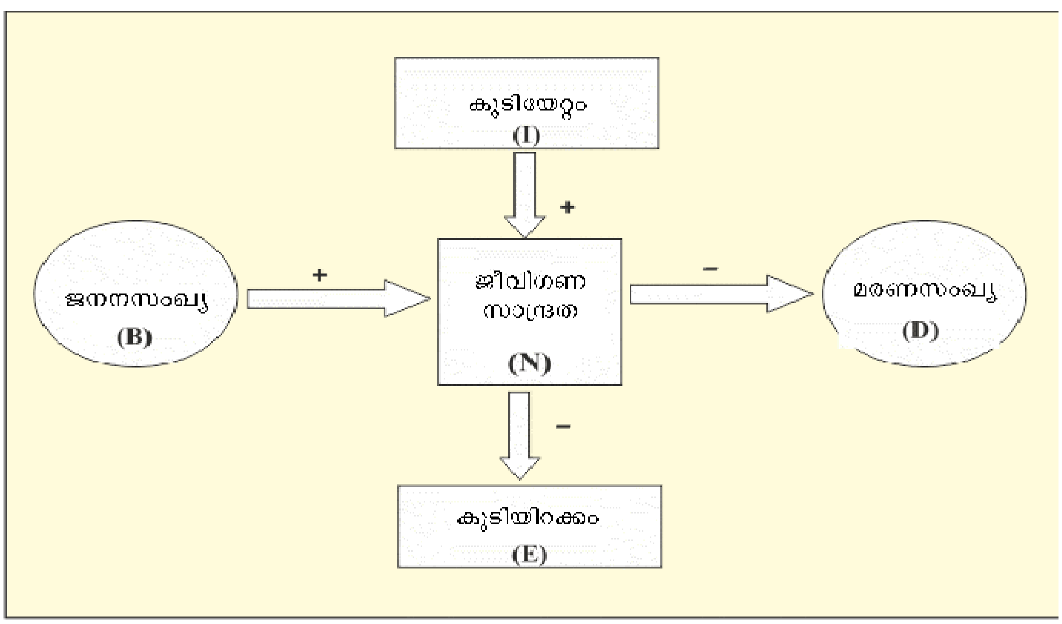
ജീവിഗണസാന്ദ്രതയെ സ്വാധീനിക്കുന്ന പ്രക്രിയകൾ ഏതൊക്കെയാണെന്നും അവ എപ്രകാരം സ്വാധീനിക്കുന്നുവെന്നും നൽകിയിട്ടുള്ള ചിത്രം നിരീക്ഷിച്ച് കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.

(i) **ജനനസംഖ്യ (Natality)** : ഒരു പ്രത്യേക കാലഘട്ടത്തിൽ ജീവിഗണത്തിൽ ആദ്യമുണ്ടായിരുന്ന സാന്ദ്രതയോട് ചേർക്കപ്പെട്ട പുതിയ ജീവികളുടെ എണ്ണം.

(ii) **മരണസംഖ്യ (Mortality)** : ഒരു പ്രത്യേക കാലഘട്ടത്തിൽ ജീവിഗണത്തിൽ മരണമടയുന്ന ജീവികളുടെ എണ്ണം

(iii) **കുടിയേറ്റം (Immigration)** : ഒരു പ്രത്യേക കാലഘട്ടത്തിൽ ഒരു ആവാസത്തിലേക്ക് മറ്റ് സ്ഥലങ്ങളിൽ നിന്ന് എത്തപ്പെടുന്ന ഒരേ സ്പീഷിസിൽപ്പെട്ട ജീവികളുടെ എണ്ണം.

(iv) **കുടിയിറക്കം (Emigration)** : ഒരു പ്രത്യേക കാലഘട്ടത്തിൽ ഒരു ആവാസത്തിൽ നിന്ന് മറ്റ് സ്ഥലങ്ങളിലേക്ക് മാറിപ്പോകുന്ന ജീവികളുടെ എണ്ണം.



ഇവിടെ t സമയത്തുള്ള ജീവിഗണസാന്ദ്രത N ആണെങ്കിൽ, t+1 എന്ന സമയത്തുള്ള ജീവിഗണസാന്ദ്രത $N_{t+1} = N_t + [(B+I) - (D+E)]$ എന്ന സൂത്രവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്.

ജനനസംഖ്യയുടെയും കുടിയേറ്റസംഖ്യയുടെയും തുക (B+I) മരണസംഖ്യയുടെയും കുടിയിറക്കസംഖ്യയുടെയും തുകയേക്കാൾ (D+E) കൂടുതലായിരുന്നാൽ ജീവിഗണസാന്ദ്രത കൂടുന്നതായും മറിച്ചായാൽ ജീവിഗണസാന്ദ്രത കുറയുന്നതായും മുകളിലത്തെ സൂത്രവാക്യത്തിൽ നിന്ന് മനസിലാക്കാവുന്നതാണ്. സാധാരണ

അവസരയിൽ ജീവിഗണസാന്ദ്രതയെ സ്വാധീനിക്കുന്നത് പ്രധാനമായും ജനനവും മരണവും ആയിരിക്കും. മറ്റ് രണ്ട് ഘടകങ്ങൾ ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ മാത്രമേ സ്വാധീനിക്കുന്നുള്ളു. ഉദാഹരണമായി പുതിയതായി രൂപംകൊണ്ട ആവാസത്തിൽ കുടിയേറ്റത്തിന് ജനനനിരക്കിനേക്കാൾ കൂടുതൽ പ്രാധാന്യമുണ്ട്.

വളർച്ചാ മാതൃകകൾ (Growth models)

ഒരു ജീവിഗണത്തിന്റെ സമയബന്ധിതമായ വളർച്ച സ്പഷ്ടവും പ്രവചിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന രീതിയിലുള്ളതുമായിരിക്കുമോ? മനുഷ്യന്റെ അനിയന്ത്രിതമായ വർധനവും അതുമൂലം നമ്മുടെ രാജ്യത്തിനുണ്ടാകുന്ന പ്രശ്നങ്ങളും നിങ്ങൾക്ക് അറിവുള്ളതാണല്ലോ? പ്രകൃതിയിൽ മറ്റ് ജീവികളുടെ കാര്യത്തിലും ഇത്തരത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നുണ്ടോ? അതോ അവയുടെ വർധനവ് നിയന്ത്രണാധീനമാണോ? ഈ ഒരു ജിജ്ഞാസ നമുക്കുണ്ട്. പ്രകൃതിയിൽ ജീവിഗണത്തിന്റെ വളർച്ചയെ എങ്ങനെ നിയന്ത്രിക്കാമെന്നുള്ളതിന്റെ ഒന്നോ രണ്ടോ മാതൃകകൾ നമുക്ക് പരിചയപ്പെടാം.

(i) എക്സ്പോണൻഷ്യൽ വളർച്ച (Exponential growth)

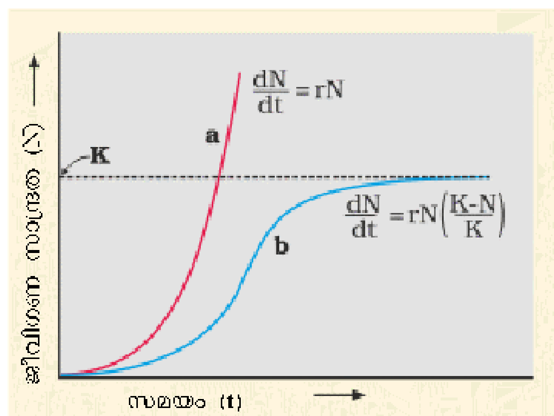
ജീവിഗണത്തിന്റെ തുടർച്ചയായ വളർച്ചയ്ക്ക് ആഹാരം, സ്ഥലം എന്നീ വിഭവങ്ങളുടെ ലഭ്യത അത്യാവശ്യമാണ്. ഒരു ആവാസത്തിൽ വിഭവങ്ങൾ യഥേഷ്ടം ലഭ്യമാകുമ്പോൾ ഓരോ സ്പീഷീസും വംശവർധനവിനായി അതിന്റെ പൂർണതോതിലുള്ള കഴിവുകൾ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. അത് പ്രകൃതിനിർധാരണ സിദ്ധാന്തത്തിൽ ഡാർവിൻ പ്രതിപാദിച്ചത് പോലെയാണ്. ജീവിഗണത്തിന്റെ വളർച്ച എക്സ്പോണൻഷ്യൽ അഥവാ ഗുണോത്തര (Geomteric) രീതിയിലുള്ളതാകുന്നു. ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പം **N** ഉം ജനനനിരക്ക് (ആകെ എണ്ണമല്ല, വാർഷിക ജനനനിരക്ക് ആണ്) **b** യും മരണനിരക്ക് (വാർഷിക മരണനിരക്ക്) **d** യും ആയാൽ **N** ലുള്ള വർധനവ് അഥവാ കുറവ് **t** സമയത്തിനുള്ളിൽ **t (dN/dt)** താഴെപറയുന്ന പോലെയാകും

$$dN/dt = (b - d) \times N$$

(b – d) = r ആയാൽ

$$dN/dt = rN$$

ഇതിൽ r നെ 'സ്വാഭാവിക വർധനവിന്റെ നൈസർഗിക നിരക്ക്' (Intrinsic rate of natural increase) എന്നു പറയാം. ജീവിഗണത്തിന്റെ വളർച്ചയിൽ ജീവീയഘടകത്തിന്റെയും അജീവിയ ഘടകത്തിന്റെയും സ്വാധീനം മനസ്സിലാക്കുവാനുള്ള ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട അളവുകോലായി ഇതിനെ കണക്കാക്കാം.



ചിത്രം.13.5 ജീവിഗണത്തിന്റെ വളർച്ചാ രേഖ

a) വിഭവങ്ങൾ യഥേഷ്ടമാകുമ്പോൾ വളർച്ചാരേഖ എക്സ്പോണൻഷ്യൽ ആകും

b) വിഭവങ്ങൾ യഥേഷ്ടം ലഭ്യമല്ലാതെ വരുമ്പോൾ വളർച്ചാരേഖ ലോജിസ്റ്റിക് ആകും, **K** കാരിയിങ് കപ്പാസിറ്റി.

r ന്റെ മൂല്യം എങ്ങനെ കണക്കാക്കാം എന്ന് പരിശോധിക്കാം. നോർവീജിയൻ എലിയുടെ r ന്റെ മൂല്യം 0.015 ഉം ധാന്യപ്പൊടിയിൽ കാണുന്ന വണ്ടുകളുടേത് 0.12 ഉം ആണ്. 1981 ൽ ഇൻഡ്യൻ ജനസംഖ്യയുടെ r മൂല്യം 0.0205 ആയിരുന്നു. *r ന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ ശ്രമിക്കൂ. ഇത് കണക്കാക്കാൻ ജനനനിരക്കും മരണനിരക്കും അറിഞ്ഞിരിക്കണം.*

ചിത്രം 13.5 നിരീക്ഷിക്കൂ. മേൽപ്പറഞ്ഞ സൂത്രവാക്യം ഒരു ജീവിഗണത്തിന്റെ എക്സ്പോണൻഷ്യൽ അഥവാ ഗുണോത്തര വളർച്ചാരീതി വിശദീകരിക്കുന്നു. ഇവിടെ N നെ സമയവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി ഗ്രാഫ് വരച്ചാൽ അത് J ആകൃതിയിലുള്ളതായിരിക്കും. നിങ്ങൾ കലനത്തിന്റെ (Calculus) അടിസ്ഥാന വിവരങ്ങൾ അറിവുള്ളവരാണെങ്കിൽ എക്സ്പോണൻഷ്യൽ വളർച്ചയുടെ സൂത്രവാക്യം താഴെപറയും പ്രകാരം എഴുതാം.

$N_t = N_0 e^{rt}$ ഇതിൽ

N_t = ജീവിഗണത്തിന്റെ സാന്ദ്രത t സമയത്തിനു ശേഷം

N_0 = ജീവിഗണത്തിന്റെ സാന്ദ്രത 0 സമയത്തിൽ

r = സ്വാഭാവിക വർധനവിന്റെ നൈസർഗിക നിരക്ക്

e = ബേസ് ഓഫ് ലോഗരിതം. (2.71828)

വിഭവങ്ങൾ യഥേഷ്ടം ലഭ്യമായാൽ ഏതൊരു സ്പീഷിസും ചുരുങ്ങിയ സമയത്തിനുള്ളിൽ എക്സ്പോണൻഷ്യൽ ആയിവളർന്ന് ആ ജീവിഗണത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയിൽ വർധനവുണ്ടാകും. തടസ്സങ്ങൾ ഒന്നും ഇല്ലെങ്കിൽ വളരെ സാവകാശം വളരുന്ന ആനകൾ പോലും എണ്ണത്തിൽ വർധിക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണെന്ന് ഡാർവിൻ വിശദീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന കഥ വായിച്ച് ഒരു ജീവിഗണം എക്സ്പോണൻഷ്യൽ ആയി വളരുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് മനസ്സിലാക്കൂ.

ഒരു രാജാവും മന്ത്രിയും കൂടി ചതുരംഗം കളിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. രാജാവിന് ആത്മവിശ്വാസം കൂടുതൽ ആയതിനാൽ മന്ത്രിപറയുന്ന ഏത് പന്തയവും സ്വീകരിക്കുവാൻ രാജാവ് തയാറായിരുന്നു. എന്നാൽ മന്ത്രി വളരെ വിനയാന്വിതനായി കുറച്ച് ഗോതമ്പ് മണികൾ മാത്രമാണ് തന്റെ വിജയത്തിന്റെ പ്രതിഫലമായി ആവശ്യപ്പെട്ടത്. ഇത് കണക്കാക്കുന്നത് ഒരു പ്രത്യേകരീതിയിൽ ആയിരുന്നു. ചതുരംഗത്തിലെ ഒന്നാമത്തെ ചതുരത്തിൽ ഒരു ഗോതമ്പ് മണിയും രണ്ടാമത്തെ ചതുരത്തിൽ രണ്ട് ഗോതമ്പ് മണിയും മൂന്നാമത്തെ ചതുരത്തിൽ 4 ഗോതമ്പ് മണിയും നാലാമത്തെ ചതുരത്തിൽ 8 ഗോതമ്പ് മണിയും ഇതുപോലെ ഓരോ ചതുരത്തിലും തൊട്ടുമുമ്പിലുള്ളതിന്റെ ഇരട്ടി ഗോതമ്പ് മണികൾ നിറച്ച്, അവസാനം 64 ചതുരത്തിലും ഗോതമ്പ് മണികൾ നിറയ്ക്കണം. വളരെ നിസ്സാരം എന്ന് കരുതി രാജാവ് ഈ പന്തയം സ്വീകരിച്ചു. നിർഭാഗ്യവശാൽ രാജാവ് പന്തയത്തിൽ പരാജയപ്പെട്ടു. രാജാവ് കരുതിയത് മന്ത്രിയുടെ പന്തയത്തിൽ പറഞ്ഞത് പോലെ ചതുരംഗ പലകയിലെ ചതുരത്തിൽ ഗോതമ്പ് മണികൾ നിറയ്ക്കുന്നത് എളുപ്പമായിരിക്കും എന്നാണ്. അദ്ദേഹം ആദ്യ ചതുരത്തിൽ ഒരു ഗോതമ്പ് മണിവെച്ചുകൊണ്ട് മന്ത്രി പറഞ്ഞ രീതിയിൽ ചതുരംഗപ്പലക നിറയ്ക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ചതുരംഗപ്പലകയുടെ പകുതിഭാഗം പിന്നിട്ടപ്പോൾ രാജാവിന് മനസ്സിലായി തന്റെ രാജ്യത്തുള്ള മുഴുവൻ ഗോതമ്പ് മണികൾ വച്ചാലും ചതുരംഗ പലകയിലെ 64 ചതുരങ്ങൾ നിറയ്ക്കുവാൻ കഴിയുകയില്ല എന്ന്. ഇനി വളരെ ചെറിയ ജീവിയായ പാരമീസിയം ദ്വിവിഭജനം നടന്ന് ഓരോദിവസവും ഇരട്ടിക്കുന്നു എന്ന് സങ്കൽപ്പിച്ചാൽ ഇവയുടെ എണ്ണം 64 ദിവസങ്ങൾക്ക് ശേഷം എത്രയായിരിക്കും എന്ന് ചിന്തിച്ചു നോക്കൂ (ആഹാരവും സ്ഥലവും യഥേഷ്ടം ലഭ്യമാണെങ്കിൽ).

(ii) ലോജിസ്റ്റിക് വളർച്ച (Logistic growth) : പ്രകൃതിയിൽ ഒരു സ്പീഷിസിന്റെ ജീവിഗണത്തിലും യഥേഷ്ടം ലഭ്യമായ വിഭവങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് പരിശോധിക്കുമ്പോൾ എക്സ്പോണൻഷ്യൽ വളർച്ച സാധ്യമാകുന്നില്ല എന്നു കാണാം. വിഭവങ്ങൾ യഥേഷ്ടം ലഭ്യമല്ലാതെ വരുമ്പോൾ ജീവികൾ തമ്മിൽ വിഭവങ്ങൾക്കായി മത്സരിക്കുന്നു. അവസാനം അനുയോജ്യമായ കഴിവുകൾ ആർജിച്ച ജീവികൾ നിലനിൽക്കുകയും പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. വിവിധ രാജ്യങ്ങളിലെ സർക്കാരുകൾ ഇതേക്കുറിച്ച് ബോധമുള്ളവർ ആയതിനാലാണ് ജനനനിയന്ത്രണ പരിപാടികൾ ആസൂത്രണം ചെയ്യുന്നത്. പ്രകൃതിയിൽ ഒരു പ്രത്യേക ആവാസത്തിൽ പരമാവധി ജീവികളെ ഉൾക്കൊള്ളുവാൻ കഴിയുന്നതരത്തിൽ അവയ്ക്ക് ആവശ്യമുള്ള വിഭവങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു. ഈ പരിധിക്കപ്പുറം ഒരു ജീവിയുടെയും വളർച്ച സാധ്യമല്ല. ഇപ്രകാരം ഒരു പ്രത്യേക ആവാസത്തിൽ ഒരു സ്പീഷിസിനെ വഹിക്കാനുള്ള കഴിവിനെ പ്രകൃതിയുടെ കാരിയിങ് കപ്പാസിറ്റി (Carrying capacity K) എന്ന് വിളിക്കാം.

പ്രകൃതിവിഭവങ്ങൾ യഥേഷ്ടം ലഭ്യമല്ലാത്ത ആവാസത്തിലെ ജീവിഗണത്തിന്റെ വളർച്ച തുടക്കത്തിൽ സാവകാശം ആയിരിക്കും. ഈ വിളംബഘട്ടം (Lag phase) എന്ന്

പറയാം. ഇതിനെ തുടർന്നുള്ള വേഗതകൂടിയ ഘട്ടമാണ് ത്വരിതഘട്ടം (Phase of acceleration). പിന്നീടുള്ള വളർച്ച മന്ദഗതിയിലായിരിക്കും (മന്ദഘട്ടം, Phase of deceleration). തുടർന്ന് ജീവിഗണത്തിന്റെ സാന്ദ്രത കാരിയിംഗ് കപ്പാസിറ്റിയിൽ എത്തുമ്പോൾ അസംപാത രേഖയിലാകുന്നു (Asymptote). സമയം t യുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി N ന്റെ ഗ്രാഫ് വരച്ചാൽ അതിൽ ഒരു സിഗ്മോയ്ഡ് വളവ് (Sigmoid curve) കാണാം. ജീവിഗണത്തിന്റെ ഇത്തരത്തിലുള്ള വളർച്ചയെ വെർഹൾസ്റ്റ് പേൾ ലോജിസ്റ്റിക് വളർച്ച (Verhulst - Pearl Logistic Growth) എന്നുപറയുന്നു (ചിത്രം.13.5). ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള സൂത്രവാക്യം ഈ വളർച്ചയെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു.

$$dN/dt = rN\left(\frac{K-N}{K}\right)$$

ഇതിൽ

N = **t സമയത്തിലുള്ള ജീവിഗണത്തിന്റെ സാന്ദ്രത**

r = സ്വാഭാവിക വർധനവിന്റെ നൈസർഗിക നിരക്ക്

K = **കാരിയിങ് കപ്പാസിറ്റി**

പ്രകൃതിവിഭവങ്ങൾ മിക്ക ജീവജാലങ്ങൾക്കും ധാരാളമായി ലഭിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും പെട്ടെന്നോ സാവകാശത്തിലോ ലഭ്യത നിയന്ത്രിതമാകും. ഇത്തരത്തിൽ അവലോകനം ചെയ്താൽ ലോജിസ്റ്റിക് മാതൃക വളരെ യാഥാർഥ്യമായ ഒരു മാതൃകയായി കണക്കാക്കാം.

ഗവൺമെന്റ് പ്രസിദ്ധീകരിച്ച കാനേഷുമാരി കണക്കിൽ നിന്നും ഇന്ത്യയിലെ കഴിഞ്ഞ 100 വർഷത്തെ ജനസാന്ദ്രത ഗ്രാഫ് രൂപത്തിലാക്കി ഒരു ഗ്രാഫ് വരച്ച് ഇത് ഏത് തരത്തിലുള്ളതാണെന്ന് തിരിച്ചറിയുക.

13.2.3 ജീവചരിത്ര വ്യതിയാനം

ഒരു ജീവി അത് ജീവിക്കുന്ന ആവാസത്തിൽ പരമാവധി പ്രത്യുൽപ്പാദനശേഷി ആർജിക്കും. ഇതിനെ ഡാർവിനിയൻ ക്ഷമത (Darwinian fitness) എന്നു പറയുന്നു. (പരമാവധി r മൂല്യം). ഒരു പ്രത്യേക സാഹചര്യത്തിൽ ജീവികൾ പരമാവധി കാര്യക്ഷമമായ പ്രത്യുൽപ്പാദന മാർഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കും. ചില ജീവികൾ അവയുടെ ജീവിത കാലയളവിൽ ഒരിക്കൽ മാത്രം പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്നവരായിരിക്കും. (പസഫിക് സാൽമൺ (ചെമ്പല്ലി) മത്സ്യം, മുള എന്നിവ). എന്നാൽ മറ്റ് ജീവികൾ അവയുടെ ജീവിത കാലയളവിൽ പലതവണ പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തും (ബഹുഭൂരിപക്ഷം പക്ഷികളും സസ്തനികളും). ചില ജീവികൾ വളരെ കൂടുതൽ ചെറിയ കുഞ്ഞുങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു (ചിപ്പികൾ, പെലാജിക് മത്സ്യങ്ങൾ). എന്നാൽ മറ്റു ചില ജീവികൾ കുറഞ്ഞ എണ്ണത്തിൽ വലിയ കുഞ്ഞുങ്ങളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു (പക്ഷികൾ, സസ്തനികൾ). അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ ഏതാണ് പരമാവധി ക്ഷമതയ്ക്ക് അനുയോജ്യമായിട്ടുള്ളത്? പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ ജീവികളുടെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ ഉടലെടുക്കുന്നതിൽ അവ ജീവിക്കുന്ന ആവാസത്തിലെ ജീവീയഘടകങ്ങൾക്കും അജീവിയഘടകങ്ങൾക്കും സ്വാധീനമുണ്ട് എന്നാണ്. *പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിൽ വൈവിധ്യം പുലർത്തുന്ന ജീവികളെ കുറിച്ച് വിവരശേഖരണം നടത്തി ക്ലാസിൽ അവതരിപ്പിക്കുക.*

13.2.4. ജീവിഗണത്തിലെ പരസ്പരാശ്രയത്വം (Population Interactions)

ഭൂമിയിൽ ഒരു സ്പീഷീസ് മാത്രമായി ജീവിക്കുന്ന സ്വാഭാവിക ആവാസം കാണാൻ കഴിയും എന്ന് കരുതുന്നുണ്ടോ? അങ്ങനെയൊരു ആവാസം കാണാൻ കഴിയുകയുമില്ല, അത്തരത്തിലൊന്ന് സൃഷ്ടിക്കാനും കഴിയില്ല. ഏതൊരു സ്പീഷീസിനും കുറഞ്ഞത് അതിന്റെ ഭക്ഷണത്തിനായി മറ്റൊരു സ്പീഷീസ് കൂടി ലഭ്യമാകേണ്ടത് ആവശ്യമാണ്. സ്വന്തമായി ആഹാരം നിർമിക്കുന്ന സസ്യങ്ങളാണെങ്കിൽപ്പോലും അവയുടെ നിലനിൽപ്പിന് മണ്ണിലെ സൂക്ഷ്മജീവികൾ ആവശ്യമാണ്. ഇവ ജൈവപദാർഥങ്ങളെ

വിഘടിപ്പിച്ച് അകാർബണിക (inorganic) പോഷകങ്ങളാക്കി സസ്യങ്ങൾക്ക് ആഗിരണം ചെയ്യുവാൻ മണ്ണിലേക്ക് ചേർക്കുന്നു. മാത്രവുമല്ല ജന്തുക്കൾ ഇല്ലെങ്കിൽ ഇവയ്ക്ക് എങ്ങനെയാണ് പരാഗണം നടത്തുവാൻ കഴിയുക? പ്രകൃതിയിൽ സൂക്ഷ്മജീവികൾക്കും സസ്യങ്ങൾക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും ഒറ്റയ്ക്ക് ജീവിക്കാൻ പ്രയാസമാണ്, മറിച്ച് ഇവർ പരസ്പരാശ്രയത്തിലൂടെ ഒരു ജീവിസമുദായമായി ജീവിക്കുന്നു. ഇത്തരം പരസ്പരബന്ധങ്ങൾ പെട്ടെന്ന് വ്യക്തമാകുന്നില്ലെങ്കിലും വളരെ കുറച്ചംഗങ്ങൾ ഉള്ള ജീവിസമുദായത്തിൽ പോലും അത് നിലനിൽക്കുന്നുണ്ട്.

രണ്ട് വ്യത്യസ്ത സ്പീഷീസുകളുടെ ജീവിഗണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വം വഴിയാണ് സ്പീഷീസുകൾക്കിടയിലുള്ള (Interspecific) ബന്ധം ഉണ്ടാകുന്നത്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ബന്ധങ്ങൾ ഒരു സ്പീഷീസിനോ അല്ലെങ്കിൽ രണ്ട് സ്പീഷീസുകൾക്കും ഒരുപോലെയോ ഗുണകരമായതോ ദോഷകരമായതോ നിഷ്പക്ഷമായതോ ആകാം. ഗുണകരമായ ബന്ധത്തിന് '+' ചിഹ്നവും ദോഷകരമായതിന് '-' ചിഹ്നവും നിഷ്പക്ഷമായതിന് '0' (പൂജ്യം) വും നൽകാം. ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്ന പട്ടിക നിരീക്ഷിച്ച് സ്പീഷീസുകൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധങ്ങൾ ഏതൊക്കെ പരസ്പരാശ്രയത്വത്തിന് കാരണമാകുമെന്ന് കണ്ടെത്തുക

പട്ടിക 13.1 ജീവിഗണത്തിലെ പരസ്പരാശ്രയത്വം

സ്പീഷീസ് എ	സ്പീഷീസ് ബി	പരസ്പരാശ്രയത്വത്തിന്റെ പേര്
+	+	*സഹോപകാരികത (Mutualism)*
–	–	*മത്സരം (Competition)*
+	–	*ഇരപിടിക്കൽ (Predation)*
+	–	*പരാദജീവനം (Parasitism)*
+	0	*സഹജീവനം (Commensalism)*
–	0	*അമെൻസാലിസം (Amensalism)*

സഹോപകാരികതയിൽ രണ്ട് സ്പീഷീസുകൾക്കും ഗുണം ലഭിക്കും. എന്നാൽ മത്സരത്തിൽ രണ്ട് കൂട്ടർക്കും നഷ്ടമുണ്ടാകുന്നു. ഇരപിടിക്കലിലും പരാദജീവനത്തിലും ഒരാൾക്ക് (പരാദത്തിനും ഇരപിടിയനും) ഗുണവും മറ്റേയാൾക്ക് (ആതിഥേയൻ, ഇര) ദോഷവും ഉണ്ടാകുന്നു. സഹജീവനത്തിൽ ഒരാൾക്ക് ഗുണവും മറ്റേയാൾക്ക് ഗുണമോ ദോഷമോ ഇല്ലാത്ത അവസ്ഥയുമുണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ അമെൻസാലിസത്തിൽ ഒരാൾക്ക് ദോഷവും മറ്റേയാൾക്ക് ഗുണമോ ദോഷമോ ഇല്ലാത്ത അവസ്ഥയുമുണ്ടാകുന്നു. ഇരപിടിക്കൽ, പരാദജീവനം സഹജീവനം എന്നിവയിൽ പരസ്പരാശ്രയത്വത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സ്പീഷീസുകൾ തമ്മിൽ അടുത്തിടപഴകി ജീവിക്കുന്നു എന്നത് ഒരു പൊതു സവിശേഷതയായി കാണാം.

i) ഇരപിടിക്കൽ

ഒരു ജീവിസമുദായത്തിൽ സസ്യങ്ങളെ ഭക്ഷിക്കുവാൻ മൃഗങ്ങൾ ഇല്ലെങ്കിൽ സ്വപോഷികളായ ജീവികൾ സ്ഥിരീകരിക്കുന്ന ഊർജത്തിന് എന്ത് സംഭവിക്കും? സസ്യങ്ങൾ സ്ഥിരീകരിച്ച ഊർജത്തെ ഉയർന്ന പോഷണതലത്തിലേക്ക് (Higher trophic levels) കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്ന പ്രകൃതിദത്തമായ മാർഗമാണ് ഇരപിടിക്കൽ. പലപ്പോഴും ഇരപിടിയനെയും, ഇരയെയും ഓർക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ മനസ്സിലേക്ക് ആദ്യം ഓടിയെത്തുന്നത് കടുവയും മാനും ആയിരിക്കും. എന്നാൽ ഒരു വിത്തിനെ ആഹാരമാക്കുന്ന കുരുവിയും ഇരപിടിയൻ തന്നെയല്ലേ? വിശാലമായ അർഥത്തിൽ സസ്യഭുക്കുകൾ (Herbivores) എന്നറിയപ്പെടുന്ന സസ്യങ്ങളെ ഭക്ഷിക്കുന്ന ജന്തുക്കളും പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ ദൃഷ്ടിയിൽ ഇരപിടിയൻമാരാണ്.

ഊർജത്തെ ഒരു പോഷണതലത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്ന ഇടനിലക്കാരാകുന്നതോടൊപ്പം, ഇരപിടിയന്മാർ മറ്റ് ചില പ്രധാനപ്പെട്ട ധർമങ്ങളും നിർവഹിക്കുന്നു. ഇവ ഇരയുടെ ജീവിഗണത്തിന്റെ എണ്ണം ക്രമാതീതമായി വർധിക്കാതെ നിലനിർത്തുകയും ഇതിലൂടെ ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സന്തുലനാവസ്ഥ നിലനിർത്തുവാൻ സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ചില വിദേശീയമായ സ്പീഷീസുകളെ ഒരു ഭൂപ്രദേശത്തേക്ക് ഇറക്കുമതിചെയ്താൽ അവ അതിവേഗം വളർന്ന് ആ സ്ഥലം കീഴടക്കുന്നു. ഇതിന് കാരണം ഇവയുടെ പ്രകൃതിദത്തമായ ഇരപിടിയൻമാർ ഇല്ല എന്നുള്ളതാണ്. 1920 കളിൽ കള്ളിമുൾച്ചെടികളെ (Prickly pear cactus) ആസ്ട്രേലിയയിലേക്ക് ഇറക്കുമതി ചെയ്തപ്പോൾ കുറഞ്ഞസമയംകൊണ്ട് അവ ദശലക്ഷകണക്കിന് ഹെക്ടർ പ്രദേശത്തെ കൃഷിഭൂമികൾ നശിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. കള്ളിച്ചെടികളെ ആഹാരമാക്കുന്ന ശലഭങ്ങളെ അവരുടെ ജന്മദേശത്ത് നിന്ന് കൊണ്ടുവന്നതിന് ശേഷമാണ് ഇവയുടെ വളർച്ച നിയന്ത്രിക്കാനായത്. ഇരകളെ നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള ഇരപിടിയന്റെ കഴിവിനെ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടുള്ള ജൈവിക നിയന്ത്രണം (Biological control) ഇന്ന് കൃഷിയിടങ്ങളിൽ കീടനിയന്ത്രണത്തിന് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. വിവിധ സ്പീഷീസിൽപെട്ട ഇരകളുടെ മത്സരം കുറച്ച് അതിലൂടെ ജൈവവൈവിധ്യം നിലനിർത്താനും ഇരപിടിയന്മാർ സഹായിക്കുന്നു. അമേരിക്കൻ പസഫിക് തീരത്തെ റോക്കി ഇന്റർടൈഡൽ സമൂഹത്തിലെ ഒരു പ്രധാന ഇരപിടിയനാണ് പിസാസ്റ്റർ നക്ഷത്രമത്സ്യങ്ങൾ (Pisaster starfish). ഈ ആവാസത്തിൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണത്തിൽ ഒരു അടയ്ക്കപ്പെട്ട ഇന്റർടൈഡൽ പ്രദേശത്ത് നിന്ന് എല്ലാ നക്ഷത്രമത്സ്യങ്ങളെയും ഒഴിവാക്കിയപ്പോൾ സ്പീഷീസുകൾ തമ്മിലുള്ള മത്സരംമൂലം (Interspecific competition) പത്തോളം അകശേരുകികളായ സ്പീഷീസുകൾക്ക് ഒരു വർഷത്തിനുള്ളിൽ വംശനാശം സംഭവിച്ചു.

ഇരപിടിയൻമാർ അമിതമായി ഇരപിടിച്ചാൽ ഇരകൾ ആ പ്രദേശത്തുനിന്നും അപ്രത്യക്ഷമാകും. തുടർന്നുണ്ടാകുന്ന ഭക്ഷ്യദൗർലഭ്യം മൂലം ഇരപിടിയൻമാരുടെ വംശനാശത്തിനും കാരണമാകുന്നു. ഇതുകൊണ്ടാണ് പ്രകൃതിയിൽ കരുതലോടെ പ്രവർത്തിക്കുന്നവരായി ഇവരെ കണക്കാക്കുന്നത്. ഇരപിടിയൻമാരിൽ നിന്നും രക്ഷനേടുന്നതിനായി ഇരകൾ ചില അനുകൂലനങ്ങൾ നേടിയെടുത്തിട്ടുണ്ട്. മറ്റ് ജീവികൾ പെട്ടെന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നത് ഒഴിവാക്കാനായി ചിലപ്രാണികളും തവളകളും നിറം മാറുന്നു (Camouflage). ചില ജീവികൾ വിഷമുള്ളതായതിനാൽ ഇരപിടിയൻമാർ അവയെ ഒഴിവാക്കുന്നു. മൊണാർക്ക് ചിത്രശലഭങ്ങൾക്ക് (Monarch butterfly) രുചിയില്ലാത്തതിനാൽ ഇരപിടിയൻമാർ ഇവയെ ഭക്ഷിക്കാറില്ല. ഇവയുടെ ശരീരത്തിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ചില രാസവസ്തുക്കൾ മൂലമാണ് ഇവയ്ക്ക് രുചിയില്ലാതെ വരുന്നത്. അവ ലാർവ അവസ്ഥയിൽ (Caterpillar stage) ചില വിഷമുള്ള ഇലകൾ ഭക്ഷിക്കുന്നതു കൊണ്ടാണിങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നത്.

സസ്യങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ സസ്യഭുക്കുകളാണ് ഇരപിടിയൻമാർ. ഏകദേശം 25 % പ്രാണികളും ഫൈറ്റോഫാഗസാണ് (Phytophagous – സസ്യങ്ങളുടെ നീരും മറ്റ് സസ്യഭാഗങ്ങളും ഭക്ഷിക്കുന്നവർ). ജന്തുക്കളെപ്പോലെ സസ്യങ്ങൾക്ക് ഓടി രക്ഷപ്പെടുവാൻ കഴിയുന്നില്ല എന്നതാണ് അവയുടെ ഏറ്റവും വലിയ പ്രശ്നം. അതിനാൽ ബാഹ്യഘടനാപരമായും രാസപരമായും അനേകം പ്രതിരോധമാർഗങ്ങൾ സസ്യങ്ങളിൽ ഉടലെടുത്തിട്ടുണ്ട്. അക്കേഷ്യ, കള്ളിച്ചെടി എന്നിവയിൽ മുള്ളുകളാണ് (Thorns) ബാഹ്യപരമായ പ്രധാന പ്രതിരോധമാർഗം. പല സസ്യങ്ങളും പലതരത്തിലുള്ള രാസവസ്തുക്കൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുകയും ശേഖരിച്ച് വയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സസ്യഭുക്കുകൾ ഇവയെ ഭക്ഷിക്കുമ്പോൾ, അവയുടെ ദഹനത്തെയോ പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തെയോ തടസപ്പെടുത്തുകയോ ചിലപ്പോൾ മരണത്തിന് തന്നെ കാരണമാകുകയോ ചെയ്യാം. ഉപയോഗിക്കപ്പെടാതെയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ വളരുന്ന എരുക്കിനെ *(Calotropis)* നിങ്ങൾ കണ്ടിട്ടുണ്ടാകുമല്ലോ. മാരകവിഷമായ കാർഡിയാക് ഗ്ലൈക്കോസൈഡുകൾ (Cardiac glycosides) ഇവയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു കാരണമാണ് കന്നുകാലികൾ എരുക്കിനെ ഭക്ഷിക്കാത്തത്. വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ വളരെയേറെ പ്രാധാന്യമുള്ള രാസവസ്തുക്കളെ നമ്മൾ

സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്-നിക്കോട്ടിൻ (Nicotine), കഫിൻ (Caffeine), ക്വിനൈൻ (Quinine), സ്ട്രിക്നൈൻ (Strychnine), കറുപ്പ് (Opium) തുടങ്ങിയവ. ഇവയെല്ലാം കന്നുകാലികളിൽ നിന്നും മറ്റ് സസ്യഭുക്കുകളിൽ നിന്നും രക്ഷ നേടുന്നതിന് വേണ്ടിയാണ് സസ്യങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്.

ii) മത്സരം

ഡാർവിൻ തന്റെ പരിണാമസിദ്ധാന്തത്തിൽ നിലനിൽപ്പിനായുള്ള പോരാട്ടത്തെയും അർഹതയുള്ളവരുടെ അതിജീവനത്തെയും പറ്റി പറയുന്നതിൽ സ്പീഷീസുകൾ തമ്മിലുള്ള മത്സരങ്ങൾ ഒരു പ്രധാന ശക്തിയായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി സമർഥിച്ചിട്ടുണ്ട്. സാധാരണയായി വളരെ അടുത്ത ബന്ധമുള്ള സ്പീഷീസുകൾ തമ്മിൽ മത്സരം ഉണ്ടാകുന്നത് പൊതുവായുള്ള വിഭവങ്ങൾ കുറയുന്ന സാഹചര്യത്തിലാണ് എന്ന് പൊതുവായ ഒരു ധാരണയുണ്ട്. എന്നാൽ യഥാർഥത്തിൽ അങ്ങനെയല്ല. തികച്ചും വ്യത്യസ്തങ്ങളായ സ്പീഷീസുകൾ തമ്മിലും ഒരേ വിഭവങ്ങൾക്ക് വേണ്ടി മത്സരിക്കാം. ഉദാഹരണത്തിന് തെക്കേ അമേരിക്കൻ തടാകങ്ങളിൽ എത്തുന്ന ഫ്ളമിങ്ഗോകളും (Flamingoes) അവിടെ കാണപ്പെടുന്ന മത്സ്യങ്ങളും തടാകത്തിലെ ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾക്ക് വേണ്ടി മത്സരിക്കുന്നു. രണ്ടാമതായി, മത്സരങ്ങൾ നടക്കുന്നതിന് വിഭവങ്ങൾ കുറയണമെന്നില്ല. ഇടപെടൽ മത്സരത്തിൽ (Interference competition) വിഭവങ്ങൾ (ആഹാരവും സ്ഥലവും) ആവശ്യത്തിന് ഉണ്ടെങ്കിലും ചില സ്പീഷീസുകളുടെ ഭക്ഷണം കഴിക്കാനുള്ള സാമർഥ്യത്തെ മറ്റൊരു സ്പീഷീസ് ഒന്നുകിൽ ഇടപെട്ടുകൊണ്ടോ അല്ലെങ്കിൽ സാന്നിധ്യം കൊണ്ടോ കുറയ്ക്കുന്നു. അതിനാൽ മത്സരത്തെ വളരെ നല്ലവണ്ണം നിർവചിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഒരു ജീവിയുടെ ക്ഷമത (r സ്വാഭാവിക വർധനവിന്റെ നൈസർഗിക നിരക്കിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി അളക്കുന്നത്) മറ്റൊരു ജീവിയുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ വളരെയേറെ കുറയുന്നു എന്ന് പറയാം. ഇത് പരീക്ഷണശാലയിൽ തെളിയിക്കുവാൻ വളരെ എളുപ്പമാണ്. വിഭവങ്ങൾ വളരെ കുറയുമ്പോൾ മത്സരത്തിൽ കഴിവ് കൂടുതലുള്ള സ്പീഷീസുകൾ കഴിവ് കുറഞ്ഞ സ്പീഷീസുകളെ കാലക്രമേണ ഇല്ലാതാക്കുന്നു എന്ന് ഗാസും (Gause) മറ്റ് പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞരും തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ പ്രകൃതിയിൽ ഇത്തരത്തിൽ നടക്കുന്ന മത്സരം മുഖേനയുള്ള ഒഴിവാക്കലുകളുടെ തെളിവുകളെ എപ്പോഴും സാധൂകരിക്കാൻ കഴിയില്ല. എന്നിരുന്നാലും വിശ്വസിക്കാവുന്ന സാഹചര്യത്തെളിവുകൾ ചില കേസുകളിൽ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ട്. ഗാലപ്പഗോസ് ദ്വീപുകളിലേക്ക് ആടുകൾ എത്തി ഒരു ദശാബ്ദം പിന്നിട്ടപ്പോൾ അബിംഗ്ഡൺ ആമകൾ (Abingdon tortoise) അവിടെ നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷരായി. ഇതിന് കാരണം ആടുകൾക്ക് മേയാനുള്ള കഴിവ് കൂടുതലായതിനാലായിരുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ മത്സരത്തിന് മറ്റൊരു തെളിവാണ് 'കോമ്പറ്റീറ്റിവ് റിലീസ്' (Competitive release). മത്സരപരമായി മുൻതൂക്കമുള്ള ഒരു സ്പീഷീസിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ചില സ്പീഷീസുകൾ ഒരു പ്രത്യേക ഭൂപ്രദേശത്തേക്ക് ഒതുക്കപ്പെടുന്നതായി കാണാം. എന്നാൽ മത്സരത്തിൽ മുന്നിൽ നിൽക്കുന്ന സ്പീഷീസുകളെ പരീക്ഷണാടിസ്ഥാനത്തിൽ മാറ്റിയപ്പോൾ ഒതുക്കപ്പെട്ട സ്പീഷീസുകൾ വളരെ വേഗത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്നതായി കണ്ടു. സ്കോട്ലന്റിന്റെ പാറക്കെട്ടുകൾ നിറഞ്ഞ തീരപ്രദേശങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നതും മത്സരപരമായി മുൻപന്തിയിൽ നിൽക്കുന്നതുമായ വലിയ ബാർണക്കിൾ (കക്ക) ആയ ബലാനസ് *(Balanus)* ചെറിയ ബാർണക്കിൾ ആയ കത്തമാലസിനെ *(Chathamalus)* ആ മേഖലയിൽ നിന്ന് ഒഴിവാക്കുന്നതായി കോണലിന്റെ എലഗന്റ് ഫീൽഡ് പരീക്ഷണങ്ങൾ (Connell's elegant field experiments) തെളിയിക്കുന്നു. മത്സരം സാധാരണയായി മാംസഭുക്കുകളെക്കാൾ കൂടുതൽ ഹാനികരമായി ബാധിക്കുന്നത് സസ്യഭുക്കുകളെയും സസ്യങ്ങളെയുമാണ്.

ഗാസിന്റെ 'മത്സരപരമായ ഒഴിവാക്കൽ തത്വം' (Competitive Exclusion Principle) പറയുന്നത് ഒരേ വിഭവങ്ങൾക്ക് വേണ്ടി അടുത്ത ബന്ധമുള്ള രണ്ട് സ്പീഷീസുകൾക്ക് അധികകാലം ഒരുമിച്ച് നിലനിൽക്കുവാൻ കഴിയില്ല എന്നാണ്. മത്സരപരമായി പിന്നിലുള്ള സ്പീഷീസുകൾ ക്രമേണ അവിടെ നിന്ന് ഒഴിവാക്കപ്പെടും. ഇത് വിഭവങ്ങൾ കുറവുള്ള സമയങ്ങളിൽ ശരിയായിരിക്കാം, എന്നാൽ മറ്റു സമയങ്ങളിൽ അങ്ങനെയല്ല. ആധുനിക പഠനങ്ങൾ മത്സരത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പൊതുവായ

നിഗമനങ്ങൾക്ക് എതിരുമാണ്. കൂടാതെ മത്സരത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്ന സ്പീഷിസുകൾ ഒഴിവാക്കൽ പ്രക്രിയ തരണം ചെയ്യുന്നതിനും ഒരുമിച്ച് നിലനിൽക്കുന്നതിനും വേണ്ടിയുള്ള അനുകൂലനങ്ങൾ ആർജിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു പ്രതിഭാസമാണ് 'വിഭവങ്ങൾ പങ്കുവയ്ക്കാൻ' (Resource partitioning). ഉദാഹരണമായി ഒരേ വിഭവത്തിന് വേണ്ടി രണ്ട് ജീവികൾ തമ്മിൽ മത്സരിക്കേണ്ടിവരുമ്പോൾ ഇവ മത്സരം ഒഴിവാക്കി വ്യത്യസ്ത സമയങ്ങളിൽ ഇരതേടുകയോ അല്ലെങ്കിൽ വ്യത്യസ്തമായ ഇരതേടൽ രീതികൾ സ്വായത്തമാക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഒരു മരത്തിൽത്തന്നെ കഴിയുന്നതും വളരെ അടുത്ത് ബന്ധമുള്ളതുമായ പുത്താംകിരിക്കുരുവിയുടെ (Warbler) അഞ്ച് സ്പീഷീസുകൾക്ക് മത്സരം ഒഴിവാക്കി സഹവർത്തിത്വത്തിലൂടെ ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നത് ഇരതേടൽ രീതിയിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ മൂലമാണെന്ന് മക് ആർതർ (Mac Arthur) തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്

iii) പരാദജീവനം : പരാദജീവനത്തിൽ സൗജന്യ ആഹാരവും താമസവും ഉറപ്പാക്കുന്നതിനാൽ സസ്യങ്ങൾ മുതൽ ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള കശേരുകികൾ വരെ പരാദജീവനത്തിനായി പരിണാമം നടത്തുന്നു. പരാദങ്ങളിൽ ആതിഥേയ ജീവികൾക്കനുസൃതമായ സ്വഭാവങ്ങൾ പരിണമിച്ചുവരുന്നു (ആതിഥേയന്റെ ഒരു പ്രത്യേക സ്പീഷീസിൽ മാത്രം ജീവിക്കുന്ന പരാദങ്ങൾ). ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ പരാദങ്ങളും ആതിഥേയ ജീവികളും തമ്മിൽ ഒരു സഹപരിണാമം ഉടലെടുക്കുന്നതായി കാണുവാൻ കഴിയും. ആതിഥേയ ജീവികളിൽ പരാദങ്ങളെ ചെറുത്തുനിൽക്കുവാനുള്ളതോ പുറത്താക്കുവാനുള്ളതോ ആയ പ്രതിഭാസങ്ങൾ ഉടലെടുക്കുമ്പോൾ പരാദങ്ങളിൽ ഇവയെ ഇല്ലാതാക്കാനും തരണം ചെയ്യാനുമുള്ള മറുപ്രതിഭാസങ്ങൾ ഉടലെടുക്കുന്നു. ജീവിതരീതിക്കനുയോജ്യമായി പരാദങ്ങളിൽ ചില പ്രത്യേക അനുകൂലനങ്ങൾ ഉടലെടുക്കുന്നു. അനാവശ്യ ജ്ഞാനേന്ദ്രിയങ്ങളുടെ അഭാവം, ആതിഥേയജീവികളിൽ പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നതിന് യോജിച്ച സക്കറുകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്, ദഹനേന്ദ്രിയവ്യവസ്ഥയുടെ ലോപം, വർധിച്ച പ്രത്യുൽപ്പാദന ക്ഷമത തുടങ്ങിയവ ഇത്തരത്തിലുള്ള അനുകൂലനങ്ങളാണ്. പ്രാഥമിക ആതിഥേയ ജീവിയിൽ പരാദജീവനം സാധ്യമാക്കുന്നതിനായി ഒന്നോ രണ്ടോ മധ്യവർത്തി ആതിഥേയ ജീവികളോ (Intermediate hosts) വാഹകജീവികളോ ഉൾപ്പെടുന്നതുകൊണ്ട് പരാദജീവിയുടെ ജീവിതചക്രം സങ്കീർണമാണ്. മനുഷ്യരിലെ ലിവർഫ്ളൂക്കിന് (Liverfluke) (ട്രിമറ്റോഡ് പരാദം) ജീവിതചക്രം പൂർത്തിയാക്കുവാൻ രണ്ട് മധ്യവർത്തി ആതിഥേയർ (ഒച്ചും, മത്സ്യവും) ആവശ്യമാണ്. മലമ്പനി പരത്തുന്ന പരാദത്തിനെ മറ്റ് ആതിഥേയ ജീവികളിൽ എത്തിക്കുന്നത് അതിന്റെ വാഹകരാണ് (കൊതുകുകൾ). ബഹുഭൂരിപക്ഷം പരാദങ്ങളും ആതിഥേയജീവികൾക്ക് ദോഷങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവ ആതിഥേയ ജീവിയുടെ നിലനിൽപ്പും വളർച്ചയും പ്രത്യുൽപ്പാദനവും കുറയ്ക്കുന്നു, അങ്ങനെ ഇവയുടെ ജീവിഗണസാന്ദ്രതയിലും കുറവുണ്ടാകുന്നു. ആതിഥേയ ജീവികൾക്ക് ശാരീരികമായ ശോഷണം സംഭവിക്കുന്നതിനാൽ വേഗത്തിൽ ഇരപിടിയന്മാരുടെ ആക്രമണത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. *ഒരു യഥാർഥ പരാദത്തിന് ആതിഥേയ ജീവികൾക്ക് ദോഷകരമാകാത്ത രീതിയിൽ അവയിൽ വസിക്കുവാൻ കഴിയുമോ? ജീവികൾക്ക് പൂർണമായും ദോഷകരമല്ലാത്ത പരാദങ്ങൾ പ്രകൃതിനിർധാരണത്തിലൂടെ പരിണമിക്കാത്തത് എന്തുകൊണ്ട്? ചർച്ചചെയ്ത് കണ്ടെത്തലുകൾ അവതരിപ്പിക്കൂ.*

ആതിഥേയജീവികളുടെ ശരീരത്തിനുപുറത്തുവസിക്കുന്ന ചില പരാദങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഇവയെ ബാഹ്യപരാദങ്ങൾ (Ectoparasites) എന്ന് പറയുന്നു. ഇതിന് ഏറ്റവും നല്ല ഉദാഹരണമാണ് മനുഷ്യരിൽ കാണുന്ന പേനും (Lice) നായ്ക്കളിൽ കാണുന്ന ചെള്ളും (Ticks). പല കടൽമത്സ്യങ്ങളിലും ബാഹ്യപരാദജീവിയായി കോപിപോഡുകൾ (Copepodes) ജീവിക്കുന്നു, സസ്യങ്ങളിൽ സാധാരണ ബാഹ്യപരാദമായി കാണുന്ന മൂടില്ലാത്താളി (Cuscuta) യിൽ ഇലകളും ഹരിതകവും പരിണാമപ്രക്രിയയിലൂടെ ലോപിച്ചില്ലാതായിരിക്കുന്നതായികാണാം. ഇവയ്ക്കാവശ്യമായ പോഷണം അവ വളരുന്ന സസ്യങ്ങളിൽനിന്നാണ് വലിച്ചെടുക്കുന്നത്. *പെൺകൊതുകുകൾക്ക് അവയുടെ പ്രത്യുൽപ്പാദനത്തിന് വേണ്ടി നമ്മുടെ രക്തം ആവശ്യമാണെങ്കിലും ഇവയെ ഒരു പരാദമായി കരുതുന്നില്ല. ഇത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് വിശദീകരിക്കുക.*

ബാഹ്യപരാദത്തിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി ആതിഥേയ ജീവികളുടെ

ശരീരത്തിനുള്ളിൽ ജീവിക്കുന്നവരാണ് ആന്തരപരാദങ്ങൾ (Endoparasites). ഇവ ജീവികളുടെ ശരീരത്തിന്റെ വിവിധഭാഗങ്ങളിലായി കഴിയുന്നു (ഉദാ. കരൾ, വൃക്ക, ശ്വാസകോശങ്ങൾ, ചുവന്ന രക്തകോശം തുടങ്ങിയവ). സവിശേഷതകൾ ഉള്ളതിനാൽ ആന്തരപരാദങ്ങളുടെ ജീവിതചക്രം വളരെ സങ്കീർണമാണ്. ഇവയുടെ ബാഹ്യവും ആന്തരികവുമായ സവിശേഷതകൾ വളരെ ലഘൂകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ പ്രത്യുൽപ്പാദനശേഷി വർധിപ്പിക്കുവാൻ ഇവയ്ക്ക് കഴിയുന്നു.

പക്ഷികളിൽ കാണുന്ന വളരെ രസകരമായ പരാദജീവനമാണ് ബ്രൂഡ് പരാദ ജീവനം (Brood parasitism). ഇവിടെ പരാദപക്ഷി ആതിഥേയപക്ഷിയുടെ കൂട്ടിൽ മുട്ടയിടുന്നു. ആതിഥേയപക്ഷി അടയിരുന്ന് മുട്ട വിരിയിക്കുന്നു. പരിണാമ പ്രക്രിയയിലൂടെ കടന്നു വന്നപ്പോൾ പരാദപക്ഷി ആതിഥേയപക്ഷിയുടെ മുട്ടയുടെ നിറവും വലുപ്പവും നേടിയെടുത്തു. ഇതിലൂടെ ആതിഥേയപക്ഷി ഇവയുടെ മുട്ട തിരസ്കരിക്കുന്നത് ഒഴിവാക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. നിങ്ങളുടെ സമീപത്തുള്ള കുയിലിന്റെയും കാക്കയുടെയും പ്രജനനസമയത്തെ (വസന്തകാലം മുതൽ ഗ്രീഷ്മകാലം വരെയുള്ള) ചലനങ്ങൾ നിരീക്ഷിച്ച് ബ്രൂഡ് പരാദജീവനം എങ്ങനെയാണ് നടക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടെത്തു.

(iv) സഹജീവനം

ഇത്തരം ജീവിബന്ധത്തിൽ ഒരു സ്പീഷിസിന് ഗുണവും മറ്റേ സ്പീഷിസിന് ഗുണമോ ദോഷമോ ഇല്ലാത്ത അവസ്ഥയും ഉണ്ടാകുന്നു. ഒരു മാവിന്റെ ശാഖയിൽ എപ്പിഫൈറ്റായി (Epiphytes) വളരുന്ന ഓർക്കിഡ് സസ്യം, തിമിംഗലത്തിന്റെ ശരീരോപരിതലത്തിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ച് വളരുന്ന ബാർനാക്കിൾസ് (Barnacles) എന്നിവ ഇതിന് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. മാവിനും, തിമിംഗലത്തിനും ഏതെങ്കിലും തരത്തിലുള്ള ഗുണമോ ദോഷമോ ഉണ്ടാകുന്നില്ല. എന്നാൽ ഓർക്കിഡിനും ബാർനാക്കിളിനും ഗുണം ലഭിക്കുന്നു. കൊക്കുകളും മേയുന്ന കന്നുകാലികളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സഹജീവനത്തിന് ഏറ്റവും നല്ലൊരു ഉദാഹരണമാണ്. കന്നുകാലികൾ മേയുന്നതിന് വളരെ അടുത്തായി ഇത്തരം കൊക്കുകളെ കാണുവാൻ കഴിയും. കന്നുകാലികൾ നടക്കുമ്പോൾ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നു പറന്നുയരുന്ന പ്രാണികളെ ഭക്ഷിക്കുന്നതിന് വേണ്ടിയാണിത്. പ്രാണികളെ കണ്ടെത്താനും പിടിച്ചെടുക്കുവാനും കൊക്കുകൾക്ക് പ്രയാസമാണ്. സഹജീവനത്തിന് മറ്റൊരുദാഹരണമാണ് കടൽപ്പൂവും (Sea anemone) ക്ലൗൺമത്സ്യവും (Clown fish) തമ്മിലുള്ള ബന്ധം. കടൽപ്പൂവിന്റെ ടെന്റക്കിളുകൾ ക്ലൗൺമത്സ്യത്തെ ഇരപിടിയൻമാരിൽ നിന്ന് സംരക്ഷിക്കുന്നു. എന്നാൽ ക്ലൗൺമത്സ്യത്തെ സംരക്ഷിക്കുന്നതുകൊണ്ട് കടൽപ്പൂവിന് യാതൊരു ഗുണവും ലഭിക്കുന്നില്ല.

(v) സഹോപകാരികത

ഇത്തരം ബന്ധങ്ങളിൽ രണ്ട് സ്പീഷീസുകൾക്കും പ്രയോജനം ലഭിക്കുന്നു. ഫംഗസുകളും പ്രകാശസംശ്ലേഷണശേഷിയുള്ള ആൽഗകളോ സയാനോബാക്ടീരിയകളോ തമ്മിലുള്ള സഹോപകാരികതയുടെ ഫലമാണ് ലൈക്കനുകൾ. ഇതുപോലെ മൈക്കോറൈസകളിൽ ഫംഗസുകളും ഉയർന്നതരം സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കാണുവാൻ കഴിയുന്നു. ഫംഗസുകൾ മണ്ണിൽ നിന്ന് അവശ്യ പോഷകങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്യുവാൻ സസ്യങ്ങളെ സഹായിക്കുന്നു. പകരം ഊർജം പ്രദാനംചെയ്യുന്ന ധാന്യകങ്ങൾ ഇവ ഫംഗസുകൾക്കും നൽകുന്നു.

വളരെ ശ്രദ്ധേയമായ സഹോപകാരികത കാണുവാൻ കഴിയുന്നത് ജന്തുക്കളും സസ്യങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധങ്ങളിലാണ്. സസ്യങ്ങൾക്ക് പരാഗണത്തിനും വിത്തുകളുടെ വിതരണത്തിനും ജന്തുക്കളുടെ സഹായം ആവശ്യമാണ്. ഇതിന് പ്രതിഫലമായി സസ്യങ്ങൾ പരാഗണകാരികൾക്ക് തേനും വിത്തുകളുടെ വിതരണത്തിന് സഹായിക്കുന്നവർക്ക് പോഷകസമൃദ്ധമായ സത്തോടുകൂടിയ പഴങ്ങളും നൽകുന്നു. എന്നാൽ ചില ഉപകാരമില്ലാത്ത ജീവികളിൽ നിന്നും സഹോപകാരിക ജീവികൾക്ക് സംരക്ഷണം ഒരുക്കേണ്ടതായിവരുന്നു. ഉദാഹരണമായി ചില ജന്തുക്കൾ പരാഗണം നടത്താതെ തേൻ കവർന്നെടുക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. പല സസ്യ-ജന്തു ബന്ധങ്ങളും സഹപരിണാമത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നകാര്യം നമുക്ക് കാണുവാൻ കഴിയും. പുഷ്പത്തിന്റെയും പരാഗണകാരിയുടെയും പരിണാമപ്രക്രിയകൾ തമ്മിൽ വളരെയധികം

(a) (b)

ചിത്രം 13.6 അത്തിമരവും കടന്നലും തമ്മിലുള്ള സഹോപകാരികത. (എ) അത്തിപ്പൂവിൽ കടന്നൽ വഴിയുള്ള പരാഗണം (ബി) അത്തിയുടെ ഫലത്തിൽ കടന്നൽ മുട്ടയിടുന്നു.

ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അത്തിമരവും അവയിൽ പരാഗണം നടത്തുന്ന കടന്നലും വളരെ അടുത്ത ബന്ധം പുലർത്തുന്നത് കാണുവാൻ കഴിയും. (ചിത്രം. 13.6) ഇതിനർഥം ഒരു അത്തിമരത്തിൽ പരാഗണം നടത്തുവാൻ ഒരു പ്രത്യേക സ്പീഷീസിലുള്ള കടന്നലിനു മാത്രമേ കഴിയുകയുള്ളൂ എന്നാണ്. പെൺ കടന്നലുകൾ ആൽമരങ്ങളുടെ ഫലങ്ങളിൽ മുട്ടയിടുന്നു. അവയുടെ ലാർവകൾ വളരുന്നതിനു വേണ്ടി ഫലങ്ങളിൽ കാണുന്ന വിത്തുകളെയും പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. മുട്ടയിടുവാൻ അനുയോജ്യമായ സ്ഥലം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള തിരച്ചിലിൽ ഇവ പരാഗണം നടത്തുന്നു. ഇതിനു പകരമായി ഇവയുടെ ലാർവകൾക്ക് ആവശ്യമായ പോഷണം വിത്തുകളെ ആഹാരമാക്കുന്നതിലൂടെ ലഭിക്കുന്നു.

ചിത്രം 13.7 പരാഗണകാരിയായ പ്രാണി ഓർക്കിഡ് പുഷ്പത്തിൽ

ഓർക്കിഡുകളിൽ പുഷ്പദളങ്ങളുടെ ക്രമീകരണം ആകർഷകവും വൈവിധ്യമുള്ളതുമാണ്. ഇത് യഥാർഥ പരാഗണകാരികളെ ആകർഷിക്കുന്നതിനും (തേനീച്ചകളും ബംബിൾ തേനീച്ചകളും) (ചിത്രം 13.7) പരാഗണം ഉറപ്പാക്കുന്നതിനും വേണ്ടി പരിണമിച്ചിട്ടുള്ളതാണ്. എല്ലാ ഓർക്കിഡുകളും പാരിതോഷികങ്ങൾ നൽകാറില്ല. മെഡിറ്ററേനിയൻ ഓർക്കിഡായ *ഒഫ്രിസ് (Ophrys)*, സെക്ഷ്വൽ ഡെസിറ്റ് (Sexual deceit) എന്ന പ്രതിഭാസത്തിലൂടെ ഒരു പ്രത്യേക സ്പീഷീസിലുള്ള പ്രാണിമുഖേന പരാഗണം നടത്തുന്നു. ഇവയുടെ ഒരു പുഷ്പദളത്തിന് പെൺപ്രാണിയുടെ വലുപ്പവും നിറവും അടയാളങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നു. ആൺപ്രാണികൾ പെൺപ്രാണികളാണെന്ന് ധരിച്ച് പുഷ്പങ്ങളുമായി സ്യൂഡോകോപ്പുലേഷൻ (Pseudocopulation) നടത്തുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിലൂടെ പരാഗരേണുക്കൾ പ്രാണിയുടെ ശരീരത്തിൽ പറ്റിപ്പിടിക്കുകയും ഇവ മറ്റൊരു പുഷ്പത്തിൽ സ്യൂഡോകോപ്പുലേഷൻ നടത്തുമ്പോൾ പരാഗരേണുക്കൾ ആ പൂവിലെത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ എങ്ങനെയാണ് സഹപരിണാമം പ്രാവർത്തികമാകുന്നതെന്നു കാണാം. പരിണാമ പ്രക്രിയയിൽ പെൺപ്രാണികളുടെ നിറച്ചാർത്തിന് ഏതെങ്കിലും തരത്തിൽ മാറ്റം സംഭവിച്ചാൽ അത് പരാഗണത്തെ ബാധിക്കും. എന്നാൽ പുഷ്പദളങ്ങൾ പരിണാമപ്രക്രിയയിലൂടെ പെൺപ്രാണിയുമായി സാമ്യത പുലർത്തിയാൽ ഇത്തരം പരാഗണപരാജയങ്ങൾ ഒഴിവാക്കാം.

സംഗ്രഹം

ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഒരു ശാഖയായ പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം ജീവികളും അവയുടെ ചുറ്റുപാടുമുള്ള അജീവിയ ഘടകങ്ങളും (ഭൗതിക - രാസഘടകങ്ങൾ) മറ്റ് ജീവിയഘടകങ്ങളുമായുള്ള (മറ്റ് സ്പീഷീസുകൾ) ബന്ധങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ് എന്ന് പറയാം. ഇതിൽ ജീവികൾ, ജീവിഗണം, സമുദായം, ജൈവമേഖലകൾ എന്നീ ഘട നാതലങ്ങളെ ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

പരിസ്ഥിതിയിൽ കാണുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട ഭൗതികഘടകങ്ങളായ ഊഷ്മാവ്, പ്രകാശം, ജലം, മണ്ണ് തുടങ്ങിയവയ്ക്കനുസരിച്ച് ജീവിക്കുവാൻ പല അനുകൂലനങ്ങളും ജീവികളിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ആന്തരസമസ്ഥിതി നിലനിർത്തുന്നതിലൂടെ ജീവികൾക്ക് പരമാവധി പ്രവർത്തനം കാഴ്ചവയ്ക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. ചില ജീവികൾ ചുറ്റുപാടിലെ മാറ്റങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ആന്തരസമസ്ഥിതി നിയന്ത്രിച്ചു നിർത്തുന്നു. ചിലവ പകുതി നിയന്ത്രിക്കുന്നവയോ കൺഫോർമറുകളോ ആകുന്നു. എന്നാൽ ചില ജീവികൾ സ്ഥലം (ദേശാടനം), കാലം (ശിശിരനിദ്ര, ഉഷ്ണനിദ്ര, നിഷ്ക്രിയഘട്ടം) എന്നിവയിലുണ്ടാകുന്ന പ്രതികൂലകാലാവസ്ഥ മറികടക്കാൻ അനുകൂലനങ്ങൾ നേടുന്നു.

ജീവിഗണതലത്തിലാണ് പരിണാമത്തിലെ പ്രകൃതിനിർധാരണപ്രക്രിയ നടക്കുന്നത്. ആയതിനാൽ പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഒരു പ്രധാന മേഖലയായി ജീവിഗണ പരിസ്ഥിതി പഠനം മാറുന്നു. ഒരു പ്രത്യേക ഭൂപ്രദേശത്ത് ഒരു സ്പീഷീസിൽപ്പെടുന്ന ഒരുകൂട്ടം ജീവികൾ വിഭവങ്ങൾ പങ്കുവച്ചും മത്സരിച്ചും കാണുന്നതിനെ ജീവിഗണം എന്നുപറയുന്നു. ജീവിഗണത്തിന് ഒരു സ്പീഷീസിൽ കാണാത്ത പല സവിശേഷതകളുമുണ്ട്. ജനനനിരക്ക്, മരണനിരക്ക്, ലിംഗാനുപാതം, വയോസ്തൂപിക എന്നിവയാണ് അവ. ഒരു ജീവിഗണത്തിൽ കാണുന്ന വ്യത്യസ്ത വയസിലുള്ള ആൺ - പെൺ ജീവികളുടെ അനുപാതം ഒരു ഗ്രാഫിൽ രേഖപ്പെടുത്തുന്നതിനെയാണ് വയോസ്തൂപിക എന്ന് പറയുന്നത്. ഇതിന്റെ ആകൃതി, ജീവിഗണം വളരുന്നതോ, സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ ഉള്ളതോ, ക്ഷയിക്കുന്നതോ എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഏതൊരു ഘടകത്തിന്റെയും പാരിസ്ഥിതികമായ സ്വാധീനം ജീവിഗണത്തിന്റെ വലുപ്പത്തെ (ജീവസാന്ദ്രത) പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് സ്പീഷീസുകൾക്കനുസരിച്ച് പലരീതിയിലും പ്രകടമാകുന്നു (എണ്ണം, ജൈവപിണ്ഡം, മേലാപ്പിന്റെ ശതമാനം തുടങ്ങിയവ).

ഒരു ജീവിഗണം ജനനത്തിലൂടെയും കുടിയേറ്റത്തിലൂടെയും വളരുകയും മരണത്തിലൂടെയും കുടിയിറക്കത്തിലൂടെയും കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. വിഭവങ്ങൾ അനിയന്ത്രിതമാണെങ്കിൽ വളർച്ച എക്സ്പോണൻഷ്യലും, വിഭവങ്ങൾ നിയന്ത്രിതമാകുമ്പോൾ ഇത് ലോജിസ്റ്റിക്കും ആയി മാറുന്നു. ഈ രണ്ടിലും വളർച്ചയെ അത്യന്തികമായി നിയന്ത്രിക്കുന്നത് പ്രകൃതിയുടെ കാരിയിംഗ് കപ്പാസിറ്റിയാണ്. ഒരു ജീവിഗണത്തിന്റെ സഹജമായ കഴിവിന്റെ അളവുകോലായി എടുക്കുന്നത് സ്വാഭാവിക വർധനവിന്റെ നൈസർഗിക നിരക്കാണ്.

പ്രകൃതിയിൽ ജീവിഗണങ്ങൾ ഒറ്റയ്ക്കല്ല കാണുന്നത്. അവയിൽ പല തരത്തിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വം കാണുന്നു. ഫലത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി രണ്ട് സ്പീഷീസുകൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വം മത്സരം (രണ്ട് സ്പീഷീസുകൾക്കും നഷ്ടം), ഇരപിടിത്തം, പരാദജീവനം, (ഒരാൾക്ക് ഗുണം മറ്റൊരാൾക്ക് നഷ്ടം), സഹജീവനം (ഒരാൾക്ക് ഗുണം മറ്റൊരാൾക്ക് ഗുണവും ദോഷവും ഇല്ല), അമൻസാലിസം (ഒരാൾക്ക് ദോഷവും മറ്റോരാൾക്ക് ഗുണവും ദോഷവും ഇല്ല), സഹോപകാരികത (രണ്ടു പേർക്കും ഗുണം) എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം.

ഇരപിടിത്തംമൂലം ഒരു പോഷണതലത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് ഊർജപ്രവാഹം സാധ്യമാകുന്നു. കൂടാതെ ഇരയുടെ ജീവിഗണത്തിന്റെ എണ്ണം നിയന്ത്രിച്ച്നിർത്തുവാനും കഴിയുന്നു. സസ്യങ്ങൾ പലതരത്തിലുള്ള ബാഹ്യപരമായും രാസപരമായുമുള്ള പ്രതിരോധമാർഗങ്ങൾ ഇരപിടുത്തത്തിനെതിരെ നേടിയെടുത്തിട്ടുണ്ട്. മത്സരത്തിൽ മുൻതൂക്കമുള്ളയാൾ മറ്റൊന്നിനെ അവിടെ നിന്ന് ഇല്ലാതാക്കുന്നു (മത്സരപരമായ ഒഴിവാക്കൽ തത്വം). എന്നാൽ വളരെ അടുത്ത് ബന്ധമുള്ള സ്പീഷീസുകൾ സഹവർത്തിത്വത്തിനുള്ള വിദ്യകൾ നേടിയെടുക്കുന്നു. പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്ന ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയമായ ബന്ധം സസ്യങ്ങളും പരാഗണകാരികളും തമ്മിലുള്ള സഹോപകാരികതയാണ്.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. നിഷ്ക്രിയഘട്ടം, ശിശിരനിദ്രയിൽനിന്ന് എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?
2. ഒരു കടൽമത്സ്യത്തെ ഒരു ശുദ്ധജല അക്വേറിയത്തിൽ ഇട്ടാൽ ആ മത്സ്യത്തിന് ജീവൻ നിലനിർത്തുവാൻ കഴിയുമോ? ഇല്ലെങ്കിൽ എന്തുകൊണ്ട് ?
3. ഫീനോടിപ്പിക് അനുകൂലനം എന്തെന്ന് നിർവചിക്കുക? ഒരു ഉദാഹരണം എഴുതുക.
4. ബഹുഭൂരിപക്ഷം ജീവജാലങ്ങൾക്കും 45°C ന് മുകളിൽ ജീവിക്കാൻ കഴിയുകയില്ല. 100°C ന് മുകളിൽ ഊഷ്മാവുള്ള ചില ആവാസങ്ങളിൽ ചില സൂക്ഷ്മജീവികൾക്ക് ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്നത് എന്തുകൊണ്ട് ?
5. ജീവിഗണത്തിൽ കാണുന്നതും ജീവികളിൽ കാണാത്തതുമായ പ്രത്യേകതകൾ എഴുതുക.
6. ഒരു ജീവിഗണം എക്സ്പോണൻഷ്യലായി വളർന്ന് അതിന്റെ വലുപ്പം മൂന്ന് വർഷംകൊണ്ട് ഇരട്ടിക്കുന്നു. ഈ ജീവിഗണത്തിന്റെ സ്വാഭാവിക വർധനവിന്റെ നൈസർഗിക നിരക്ക് (r) എത്രയാണ് ?
7. സസ്യഭുക്കുകൾക്കെതിരെ സസ്യങ്ങളിൽ കാണുന്ന പ്രധാന പ്രതിരോധ സംവിധാനങ്ങളുടെ പേരെഴുതുക.
8. മാവിന്റെ കൊമ്പിൽ ഒരു ഓർക്കിഡ് സസ്യം വളരുന്നു. മാവും ഓർക്കിഡും തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വത്തെ നിങ്ങൾക്ക് എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയും?
9. കീടങ്ങളെ ജൈവികനിയന്ത്രണം വഴി നിയന്ത്രിക്കുന്നതിലെ പാരിസ്ഥിതിക തത്വം എന്ത്?
10. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നവയുടെ വ്യത്യാസം എഴുതുക.

    എ) ശിശിരനിദ്രയും ഉഷ്ണനിദ്രയും

    ബി) എക്ടോതെർമുകളും എന്റോതെർമുകളും.
11. നോട്ട് കുറിക്കുക.

    എ) മരുഭൂമിയിലെ സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുക്കളുടെയും അനുകൂലനങ്ങൾ

    ബി) ജലദൗർലഭ്യമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിലെ സസ്യങ്ങളുടെ അനുകൂലനങ്ങൾ

    സി) ജന്തുക്കളിലെ സ്വഭാവപരമായ അനുകൂലനങ്ങൾ

    ഡി) സസ്യങ്ങളിൽ പ്രകാശത്തിനുള്ള സ്വാധീനം.

    ഇ) ഊഷ്മാവിന്റെയും ജലദൗർലഭ്യത്തിന്റെയും സ്വാധീനവും ജന്തുക്കളിൽ കാണുന്ന അനുകൂലനങ്ങളും
12. വിവിധതരം അജീവിയഘടകങ്ങളെ കുറിച്ച് എഴുതുക.
13. ഉദാഹരണം എഴുതുക

    എ) ഒരു എന്റോതെർമിക് മൃഗം

    ബി) ഒരു എക്ടോതെർമിക് മൃഗം

    സി) ബെൻത്തിക് മേഖലയിലെ ഒരു ജീവി.

14 ജീവിഗണവും ജീവിസമുദായവും നിർവചിക്കുക.

15. ഒരു ഉദാഹരണ സഹിതം താഴെ പറയുന്നവ നിർവചിക്കുക.

എ) സഹജീവനം ബി) പരാദജീവനം സി) കാമോഫ്ളാഷ്

ഡി) സഹോപകാരികത ഇ) സ്പീഷിസുകൾ തമ്മിലുള്ള മത്സരം.

16. അനുയോജ്യമായ ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ ലോജിസ്റ്റിക് വളർച്ചാ വളവിനെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.

17. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയിൽനിന്നും പരാദജീവനത്തിന് ഏറ്റവും അനുയോജ്യമായ പ്രസ്താവന തിരഞ്ഞെടുക്കുക.

എ) ഒരു ജീവിക്ക് ഗുണകരം ബി) രണ്ട് ജീവിക്കും ഗുണകരം

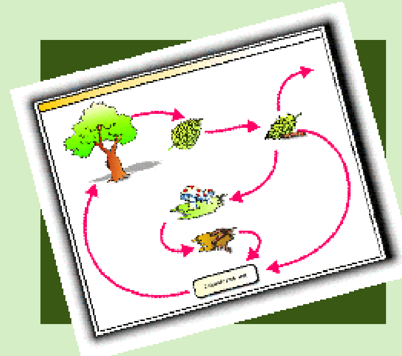
സി) ഒരു ജീവിക്ക് ഗുണകരം. മറ്റേ ജീവിക്ക് ദോഷകരം

ഡി) ഒരു ജീവിക്ക് ഗുണകരം, മറ്റേ ജീവിക്ക് ഗുണവും ദോഷവും ഇല്ല.

18. ജീവിഗണത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും മൂന്ന് സ്വഭാവങ്ങൾ എഴുതുക. അവ വിശദീകരിക്കുക.

അധ്യായം 14

H3B6P3



ആവാസവ്യവസ്ഥ
(ECOSYSTEM)

14.1 ആവാസവ്യവസ്ഥ - ഘടനയും ധർമവും

14.2 ഉൽപാദനക്ഷമത

14.3 വിഘടനം

14.4 ഊർജപ്രവാഹം

14.5 ഇക്കോളജിക്കൽ പിരമിഡുകൾ

14.6 പാരിസ്ഥിതിക അനുക്രമം

14.7 പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രിക പ്രവാഹം

14.8 ആവാസവ്യവസ്ഥ - സേവനങ്ങൾ

ഭൂമി ജൈവവൈവിധ്യത്താൽ സമ്പന്നമാണ്. ജീവികൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വമാണ് ഇതിനെ നിലനിർത്തുന്നത്. ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ ഈ പരസ്പരാശ്രയത്വം ദൃശ്യമാണ്. പ്രകൃതിയുടെ പ്രവർത്തനപരമായ മണ്ഡലമാണ് ആവാസവ്യവസ്ഥ. ഇവിടെ ജീവജാലങ്ങൾ തമ്മിലും ജീവികളും അവയുടെ ഭൗതിക ചുറ്റുപാടും തമ്മിലും പരസ്പരം ആശ്രയിക്കുന്നു. ചെറിയ കുളങ്ങൾ, വനങ്ങൾ, കടൽ എന്നിങ്ങനെ വ്യത്യസ്ത വലുപ്പത്തിലുള്ള ആവാസവ്യവസ്ഥകളുണ്ട്. പല പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞരും ജീവമണ്ഡലത്തെ ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ആവാസവ്യവസ്ഥകളും ചേർന്ന ആഗോള ആവാസവ്യവസ്ഥ എന്ന നിലയിൽ കണക്കാക്കാറുണ്ട്. ഈ വ്യവസ്ഥ വളരെ വലുതും സങ്കീർണവുമായതിനാൽ ഒരുമിച്ചുള്ള പഠനം ശ്രമകരമാണ്. സൗകര്യത്തിനായി ആവാസവ്യവസ്ഥയെ രണ്ട് വിഭാഗങ്ങളായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയാണ് കര ആവാസവ്യവസ്ഥയും (Terrestrial ecosystem) ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയും (Aquatic ecosystem). വനം, പുൽമേട്, മരുഭൂമി എന്നിവ കര ആവാസവ്യവസ്ഥകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. കുളം, തടാകം (കായൽ), തണ്ണീർത്തടങ്ങൾ (Wetlands), പുഴകൾ, അഴിമുഖങ്ങൾ (Estuaries) എന്നിവ ജല ആവാസവ്യവസ്ഥകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. കൃഷിയിടങ്ങളും അക്വേറിയവും മനുഷ്യനിർമിത ആവാസവ്യവസ്ഥകളായി കണക്കാക്കുന്നു. *നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടും കാണുന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥകളുടെ ലിസ്റ്റ് തയാറാക്കൂ.*

ആദ്യം നമുക്ക് ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ ഘടനയെ കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാം. എന്നാൽ മാത്രമേ ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത, ഊർജകൈമാറ്റം (ഭക്ഷ്യശൃംഖല/ജാലം, പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രികപ്രവാഹം), തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന വിഘടനം, ഊർജനഷ്ടം

എന്നിവയെക്കുറിച്ച് ധാരണ രൂപീകരിക്കാൻ കഴിയും. അതുപോലെ ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ നടക്കുന്ന ഊർജപ്രവാഹത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചാക്രികപ്രവാഹങ്ങൾ, ഭക്ഷ്യശൃംഖല, ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലം, ഇവ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരബന്ധം എന്നിവയും അറിയേണ്ടതുണ്ട്.

14.1. ആവാസവ്യവസ്ഥ - ഘടനയും ധർമവും

പരിസ്ഥിതിയിലെ ജീവിയവും അജീവിയവുമായ ഘടകങ്ങളെ അധ്യായം 13 ൽ നമ്മൾ പരിചയപ്പെട്ടു. ജീവിയ ഘടകങ്ങളും അജീവിയഘടകങ്ങളും പരസ്പരവും അവയുടെ ചുറ്റുപാടുകളുമായും എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്നും നിങ്ങൾക്കറിയാം. ഇനി നമുക്ക് ഈ ഘടകങ്ങളെ കുറച്ചു കൂടി സംയോജിതമായ രീതിയിൽ മനസ്സിലാക്കാം. കൂടാതെ ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഇത്തരം ഘടകങ്ങളിലൂടെ ഊർജ പ്രവാഹം എങ്ങനെയാണ് നടക്കുന്നതെന്നും നോക്കാം.

ജീവിയവും അജീവിയവുമായ ഘടകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ഭൗതിക ഘടനയാണ് ഓരോ ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെയും സവിശേഷ ഘടനയ്ക്ക് കാരണം. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ സസ്യജന്തുവർഗങ്ങളുടെ എണ്ണവും വൈവിധ്യവുമാണ് അതിന്റെ ജീവിവർഗ വിന്യാസം (Species composition) നിർണയിക്കുന്നത്. വ്യത്യസ്ത തലങ്ങളിലുള്ള ജീവവർഗങ്ങളെ ലംബമായി വിന്യസിച്ചിരിക്കുന്നതിനെ **സ്ട്രാറ്റിഫിക്കേഷൻ (Stratification)** എന്നു പറയുന്നു. ഉദാഹരണമായി, ഒരു വനത്തിൽ ഏറ്റവും മുകളിലുള്ള നിരയിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത് മരങ്ങളാണ്. രണ്ടാമത്തെ നിരയിൽ കുറ്റിച്ചെടികളും (Shrubs) താഴെയുള്ള നിരകളിൽ ഓഷധികളും (Herbs) പുൽച്ചെടികളുമാണ് ഉൾപ്പെടുന്നത്.

ചുവടെ നൽകിയ സവിശേഷതകൾ പരിഗണിക്കുമ്പോൾ ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഘടകങ്ങൾ ഒരുമിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി കാണാം:

(i) ഉൽപ്പാദനക്ഷമത (Productivity)

(ii) വിഘടനം (ജീർണനം) (Decomposition)

(iii) ഊർജപ്രവാഹം (Energy flow)

(iv) പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രികപ്രവാഹം (Nutrient cycling)

ഒരു ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സവിശേഷതകൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായി ഒരു ചെറിയ കുളത്തെ ഉദാഹരണമായി എടുക്കാം. സ്വയം നിലനിൽക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരു സ്ഥലമായ കുളം ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ സങ്കീർണങ്ങളായ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു ഉദാഹരണമാണ്. മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച നാല് അടിസ്ഥാന സവിശേഷതകളും വ്യക്തമായി പ്രകടമാക്കുന്ന ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയാണ് ആഴം കുറഞ്ഞ ജലാശയമായ കുളം. ജലവും, അതിൽ ലയിച്ചു ചേർന്നിരിക്കുന്ന കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ വസ്തുക്കളും, കുളത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ അടിഞ്ഞുകൂടിയ മണ്ണും അജീവിയ ഘടകങ്ങളാണ്. സൗരോർജ ലഭ്യത, താപനിലയുടെ ചാക്രികത, ദിനദൈർഘ്യം, മറ്റ് കാലാവസ്ഥ ഘടകങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം കുളത്തിന്റെ പ്രവർത്തന നിരക്കിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ (Phytoplanktons), ചില ആൽഗകൾ, ഒഴുകുന്നതും മുങ്ങിക്കിടക്കുന്നതുമായ സസ്യങ്ങൾ, കുളത്തിന്റെ അരികിൽ വളരുന്ന സസ്യങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം സ്വപോഷികളായ ഘടകങ്ങളാണ്. ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ (Zooplanktons), സ്വതന്ത്രമായി ഒഴുകി നടക്കുന്നവ, അടിത്തട്ടിൽ വസിക്കുന്നവ തുടങ്ങിയവ ഉപഭോക്താക്കളാണ്. ഫംഗസ്, ബാക്ടീരിയ, കുളത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിലുള്ള ഫ്ളജെല്ലേറ്റുകൾ എന്നിവ വിഘാടകരാണ്. ഏതൊരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലും

ജീവമണ്ഡലത്തിലാകമാനവും നടക്കുന്ന എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളും ഇവിടെയും നടക്കുന്നു. അതായത് സ്വപോഷികൾ സൗരോർജം ഉപയോഗിച്ച് അകാർബണിക വസ്തുക്കളെ കാർബണിക വസ്തുക്കളാക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയ, പരപോഷികൾ സ്വപോഷികളെ ആഹാരമാക്കുന്ന പ്രക്രിയ, സ്വപോഷികൾക്ക് വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കാനുതകുന്ന തരത്തിൽ മൃതാവശിഷ്ടങ്ങൾ ജീർണനത്തിനും ധാതുവൽക്കരണത്തിനും വിധേയമാക്കുന്ന പ്രക്രിയ എന്നിവ കുളത്തിലും ആവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഉയർന്ന പോഷണതലത്തിലേക്ക് ഏകദിശയിലുള്ള ഊർജപ്രവാഹവും താപത്തിന്റെ രൂപത്തിലുള്ള ഊർജനഷ്ടവും നടക്കുന്നു. *നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടിലുള്ള ഒരു കുളം സന്ദർശിച്ച് ജീവിയ ഘടകങ്ങളും അജീവിയ ഘടകങ്ങളും എങ്ങനെ പരസ്പരം ആശ്രയിക്കുന്നുവെന്ന് കണ്ടെത്തി കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.*

14.2 ഉൽപാദനക്ഷമത

ഏതൊരു ആവാസവ്യവസ്ഥയും പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനും നിലനിൽക്കുന്നതിനും പ്രധാനമായും വേണ്ടത് സൗരോർജത്തിന്റെ നിരന്തര ലഭ്യതയാണ്. പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന്റെ ഫലമായി ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്ത് പ്രത്യേക സമയത്ത് സസ്യങ്ങൾ നിർമി i p¶ ssPh } dP w(Biomass) അഥവാ ജൈവവസ്തുവിന്റെ അളവിനെ **പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനം (Primary production)** എന്നു പറയുന്നു. ഇത് ഭാരത്തിന്റെ യൂണിറ്റിലോ (g^{-2}) ഊർജത്തിന്റെ യൂണിറ്റിലോ ($kcal\ m^{-2}$) ആണ് പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. ജൈവപിണ്ഡം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന നിരക്കിനെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത എന്നു പറയുന്നു. വ്യത്യസ്ത ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത താരതമ്യം ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന യൂണിറ്റാണ് $g^{-2}\ yr^{-1}$ അല്ലെങ്കിൽ $(kcal m^{-2})\ yr^{-1}$. ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയെ മൊത്തത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത (Gross primary productivity-GPP), ഫലത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത (Net primary productivity-NPP) എന്നിങ്ങനെ രണ്ടായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലൂടെ നിർമ്മിക്കുന്ന ജൈവവസ്തുവിന്റെ നിരക്കാണ് **മൊത്തത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത**. GPP യുടെ നല്ലൊരു അളവ് സസ്യങ്ങൾ ശ്വസനപ്രക്രിയയ്ക്കായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. മൊത്തത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയിൽ നിന്നും ശ്വസനപ്രക്രിയയ്ക്കായി ഉപയോഗിച്ചത് കുറയ്ക്കുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്നതാണ് **ഫലത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത**.

$$GPP - R = NPP$$

പരപോഷികൾക്ക് (സസ്യഭുക്കുകൾക്കും വിഘാടകർക്കും) ലഭ്യമാകുന്ന ജൈവപിണ്ഡമാണ് ഫലത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത. ഉപഭോക്താക്കൾ പുതിയ ജൈവപിണ്ഡം നിർമിക്കുന്ന നിരക്കിനെ **ദ്വിതീയ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത (Secondary productivity)** എന്നു പറയുന്നു.

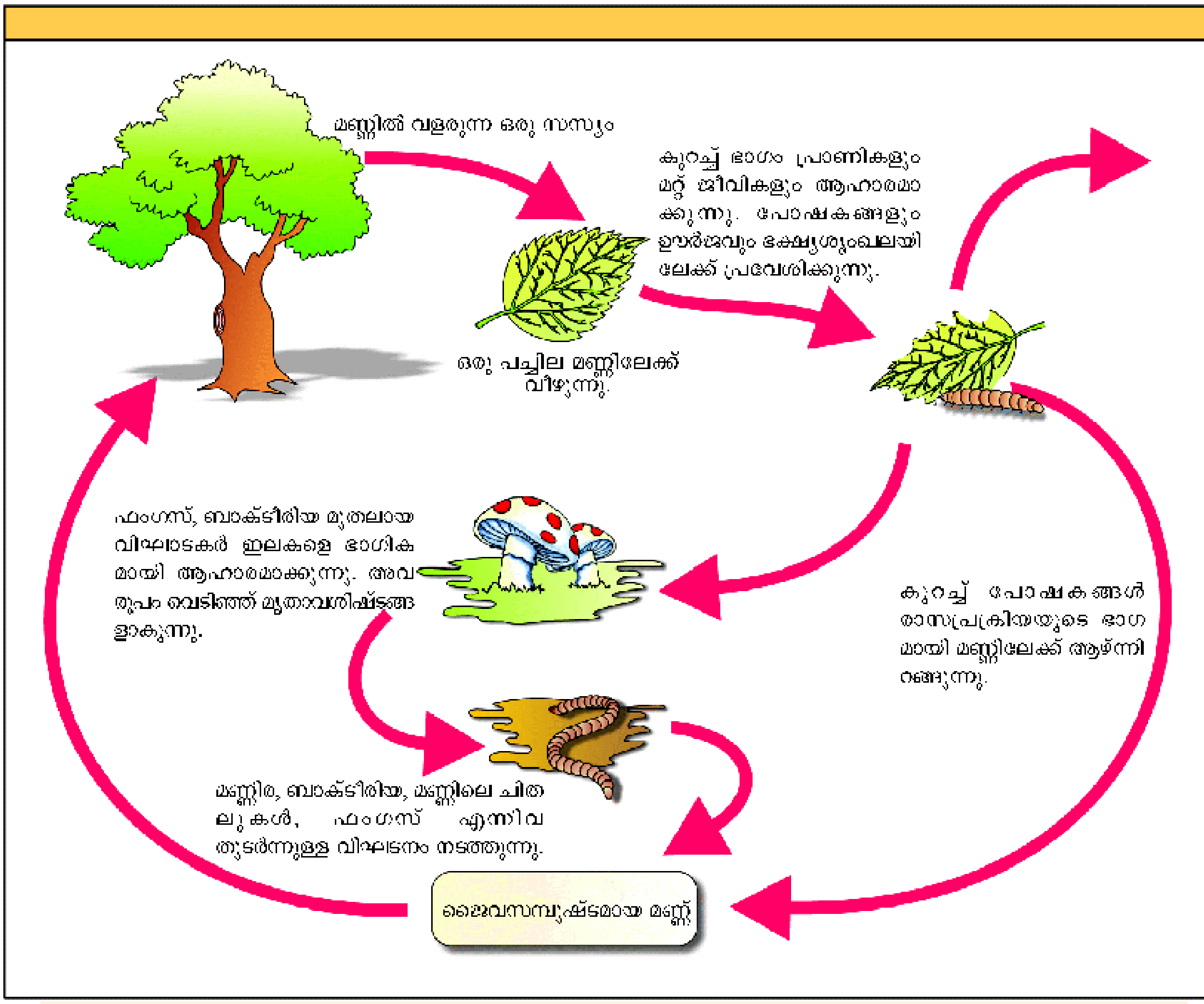
ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്തിന്റെ പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത അവിടെ കാണപ്പെടുന്ന സസ്യവർഗത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ആ സ്ഥലത്തിന്റെ പാരിസ്ഥിതിക ഘടകങ്ങൾ, പോഷകങ്ങളുടെ ലഭ്യത, സസ്യങ്ങളുടെ പ്രകാശസംശ്ലേഷണക്ഷമത എന്നിവയുമായും പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ വ്യത്യസ്ത ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലെ പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ജൈവമണ്ഡലത്തിലെ വാർഷിക മൊത്ത പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത ഏകദേശം 170 ബില്യൺ ടൺ (നിർജലീയ ഭാരം - Dry weight) ജൈവവസ്തുവാണ്. ഇതിൽ ഭൂമിയുടെ 70 ശതമാനത്തോളം വരുന്ന സമുദ്രത്തിന്റെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത 55 ബില്യൺ ടൺ മാത്രമാണ്. ബാക്കിയുള്ളത് കരയുടേതാണ്. *സമുദ്രത്തിന്റെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത ഇത്രയും കുറയാനുള്ള കാരണം ചർച്ച ചെയ്ത് കണ്ടെത്തലുകൾ ക്ലാസിൽ പൊതുവായി അവതരിപ്പിക്കൂ.*

14.3 ജീർണനം (വിഘടനം)

കർഷകന്റെ മിത്രം എന്നാണ് മണ്ണിരയെ വിശേഷിപ്പിക്കുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാം. സങ്കീർണമായ ജൈവവസ്തുക്കളെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നതു കൊണ്ടും മണ്ണ് ഇളക്കമുള്ള താക്കുന്നതുകൊണ്ടുമാണ് മണ്ണിരയെ ഇങ്ങനെ വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. സങ്കീർണമായ ജൈവവസ്തുക്കളെ വിഘാടകർ അകാർബണിക വസ്തുക്കളായ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്, ജലം, പോഷകഘടകങ്ങൾ എന്നിവയാക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയെ **വിഘടനം** എന്നുപറയുന്നു. സസ്യഭാഗങ്ങളായ ഉണങ്ങിയ ഇലകൾ, കാണ്ഡം, പൂക്കൾ, മൃഗങ്ങളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ, വിസർജ്യവസ്തുക്കൾ എന്നിവ എല്ലാം ചേർന്ന് **മൃതാവശിഷ്ടങ്ങൾ (Detritus)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇതാണ് ജീർണനത്തിനുള്ള അസംസ്കൃതവസ്തു. ഫ്രാഗ്മെന്റേഷൻ (Fragmentation), ലീച്ചിങ് (Leaching), അപചയം (Catabolism), ഹ്യൂമിഫിക്കേഷൻ (Humification), ധാതുവൽക്കരണം (Mineralisation) എന്നിവയാണ് ജീർണനത്തിന്റെ പ്രധാന ഘട്ടങ്ങൾ. **മൃതഭോജികൾ (Detritivores)** (ഉദാ: മണ്ണിര) മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളെ ചെറിയ കണികകളാക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **ഫ്രാഗ്മെന്റേഷൻ. ലീച്ചിങ്ങിന്റെ** ഫലമായി ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്ന അകാർബണിക പോഷകങ്ങൾ മണ്ണിന്റെ അടിത്തട്ടിലേക്ക് പോവുകയും ലഭ്യമല്ലാത്ത രീതിയിൽ ലവണങ്ങളായി അവക്ഷിപ്തപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാക്ടീരിയ, ഫംഗസ് എന്നിവയിലെ രാസാഗ്നികൾ മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളെ ലഘു ഘടനയുള്ള അകാർബണിക വസ്തുക്കളാക്കി മാറ്റുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ **അപചയം** എന്നു പറയുന്നു.

ജീർണനത്തിന്റെ മുകളിൽ പറഞ്ഞ പ്രക്രിയകളെല്ലാം മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ ഒരേ സമയത്താണ് നടക്കുന്നത്. (ചിത്രം 14.1). എന്നാൽ മണ്ണിൽ വച്ച് നടക്കുന്ന ജീർണനത്തിന്റെ ഭാഗമായാണ് ഹ്യൂമിഫിക്കേഷനും ധാതുവൽക്കരണവും നടക്കുന്നത്. ഇരുണ്ട നിറത്തിലുള്ള, പരൽ രൂപമില്ലാത്ത വസ്തുവായ ഹ്യൂമസ് (Humus) ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **ഹ്യൂമിഫിക്കേഷൻ**. സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഹ്യൂമസിൽ വളരെ കുറഞ്ഞ നിരക്കിലാണ് ജീർണനം നടക്കുന്നത്. കൊളോയ്ഡ് (Colloid) അവസ്ഥയിലുള്ളതായതിനാൽ പോഷകങ്ങളുടെ സംഭരണകേന്ദ്രമായി ഹ്യൂമസ് വർത്തിക്കുന്നു. ഹ്യൂമസിനെ ചില സൂക്ഷ്മജീവികൾ വിഘടിപ്പിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി അകാർബണിക പോഷകങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയാണ് **ധാതുവൽക്കരണം.**

വളരെയധികം ഓക്സിജൻ ആവശ്യമായ ഒരു പ്രക്രിയയാണ് ജീർണനം. മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ രാസഘടന, കാലാവസ്ഥാഘടകങ്ങൾ എന്നിവ ജീർണനത്തിന്റെ നിരക്കിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. ഒരു പ്രത്യേക കാലാവസ്ഥയിൽ ലിഗ്നിൻ, കൈറ്റിൻ എന്നിവ ധാരാളം അടങ്ങിയ മൃതാവശിഷ്ടത്തിന്റെ ജീർണന നിരക്ക് കുറവും ധാരാളം നൈട്രജൻ, ജലത്തിൽ ലേയമായ പഞ്ചസാര എന്നിവയടങ്ങിയ മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ ജീർണന നിരക്ക് കൂടുതലുമായിരിക്കും. മണ്ണിലെ സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ സ്വാധീനിച്ച് ജീർണനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട കാലാവസ്ഥാഘടകങ്ങളാണ് താപനിലയും മണ്ണിലെ ജലാംശവും. ചെറിയ ചൂടും, ഈർപ്പവുമുള്ള കാലാവസ്ഥയും ജീർണനത്തിന് അനുകൂലമാണ്. എന്നാൽ താണ താപനിലയും ഓക്സിജന്റെ അഭാവവും ജീർണനത്തെ തടയുന്നു. ഇത് ജൈവവസ്തുക്കളുടെ അളവ് കൂടാൻ കാരണമാകുന്നു.



ചിത്രം **14.1** ഒരു കര ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ജീർണന ചക്രത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചിത്രീകരണം

14.4 ഊർജപ്രവാഹം

ആഴക്കടലിലുള്ള ഹൈഡ്രോ തെർമൽ ആവാസവ്യവസ്ഥ ഒഴികെയുള്ള എല്ലാ ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലെയും ഊർജസ്രോതസ് സൂര്യനാണ്. സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള പതനരശ്മികളിൽ 50 ശതമാനത്തിൽ താഴെയാണ് പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന് യോഗ്യമായത്. ഇതാണ് **പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന് അനുയോജ്യമായ വികിരണങ്ങൾ (Photosynthetically Active Radiation - PAR)**. സസ്യങ്ങളും പ്രകാശസംശ്ലേഷണ ബാക്ടീരിയകളും (സ്വപോഷികൾ) സൂര്യന്റെ വികിരണോർജത്തെ സ്വീകരിച്ച് ലഘു അകാർബണിക വസ്തുക്കളിൽ നിന്നും ആഹാരം നിർമിക്കുന്നു. PAR ന്റെ 2-10 ശതമാനം വരെയാണ് സസ്യങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നത്. ഈ കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ള ഊർജമാണ് ജീവലോകത്തെ നിലനിർത്തുന്നത്. അതിനാൽ സസ്യങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന സൗരോർജം എങ്ങനെയാണ് ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ വ്യത്യസ്ത ജീവികളിലൂടെ കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നത് എന്ന് അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതാണ്. എല്ലാ ജീവികളും ആഹാരത്തിനായി നേരിട്ടോ അല്ലാതെയോ ആശ്രയിക്കുന്നത് ഉൽപ്പാദകരെയാണ്. അതിനാൽ സൂര്യനിൽ നിന്നും ഉൽപ്പാദകരിലേക്കും അവയിൽ നിന്നും ഉപഭോക്താക്കളിലേക്കുമുള്ള ഊർജപ്രവാഹം ഏകദിശയിലാണ് നടക്കുന്നതെന്ന് കാണാവുന്നതാണ്. ഇത്

തെർമോഡയനാമിക്സിലെ (Thermodynamics) രണ്ടാമത്തെ നിയമം അനുസരിച്ചല്ലേ നടക്കുന്നത്?

ആവാസവ്യവസ്ഥകൾക്ക് തെർമോഡയനാമിക്സിലെ രണ്ടാമത്തെ നിയമവും ബാധകമാണ്. ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ജീവിയഘടകങ്ങൾക്കാവശ്യമായ തന്മാത്രകൾ നിർമിക്കുന്നതിനും പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഉയർന്നുവരുന്ന ക്രമരാഹിത്യം തടയുന്നതിനും നിരന്തരമായ ഊർജപ്രവാഹം ആവശ്യമാണ്.

ഹരിതസസ്യങ്ങൾ ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ **ഉൽപ്പാദകർ (Producers)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. കര ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഉൽപ്പാദകർ പ്രധാനമായും ഓഷധികളും വൃക്ഷങ്ങളുമാണ്. അതുപോലെ, സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ, ആൽഗകൾ, ഉയർന്നതലത്തിലുള്ള സസ്യങ്ങൾ എന്നിവയാണ് ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദകർ.

പ്രകൃതിയിൽ നിലനിൽക്കുന്ന ഭക്ഷ്യശൃംഖലകളെയും ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലത്തെയും കുറിച്ച് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഭക്ഷ്യശൃംഖലയും ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലവും സസ്യങ്ങളിൽ (ഉൽപ്പാദകർ) നിന്നാരംഭിച്ച് സസ്യങ്ങളെ ആഹാരമാക്കുന്നവർ, മൃഗങ്ങളെ ആഹാരമാക്കുന്നവർ എന്നിവരിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വത്തിന്റെ ഫലമായാണ് ഭക്ഷ്യശൃംഖലകളും ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നത്. ഒരു ജീവിയിലെത്തിയ ഊർജം എന്നന്നേക്കും അതിൽ നിലനിൽക്കുന്നില്ല. അതായത്, ഉൽപ്പാദകരിലെത്തിയ ഊർജം ഉപഭോക്താക്കളിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ ജീവി മരിക്കുന്നു. ജീവികൾ മരിക്കുന്നതോടെ മൃതാവശിഷ്ട ഭക്ഷ്യശൃംഖല / ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലത്തിന് (Detritus food chain/web) ആരംഭം കുറിക്കുന്നു.

എല്ലാ ജന്തുക്കളും (നേരിട്ടോ അല്ലാതെയോ) സസ്യങ്ങളെയാണ് ആഹാരത്തിനായി ആശ്രയിക്കുന്നത്. അതിനാൽ അവ **ഉപഭോക്താക്കൾ (Consumers)** അഥവാ പരപോഷികൾ (Heterotrophs) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഉൽപ്പാദകരായ സസ്യങ്ങളെ നേരിട്ട് ആഹാരത്തിനായി ആശ്രയിക്കുന്നവരെ പ്രാഥമിക ഉപഭോക്താക്കൾ (Primary consumers) എന്നു പറയുന്നു. സസ്യങ്ങളെ (അവയുടെ ഉൽപ്പന്നങ്ങളെ) ആഹാരമാക്കുന്ന ജന്തുക്കളെ ആഹാരത്തിനായി ആശ്രയിക്കുന്നവരാണ് ദ്വിതീയ ഉപഭോക്താക്കളും (Secondary consumers) തൃതീയ ഉപഭോക്താക്കളും (Tertiary consumers). പ്രാഥമിക ഉപഭോക്താക്കൾ **സസ്യഭുക്കുകളാണ്** (Herbivores). ഷഡ്പദങ്ങൾ, പക്ഷികൾ, സസ്തനികൾ തുടങ്ങിയവ കര ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ സസ്യഭുക്കുകളാണ്. ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ സസ്യഭുക്കുകൾക്ക് ഒരുദാഹരണമാണ് മൊളസ്കുകൾ (Molluscs).

സസ്യഭുക്കുകളെ ആഹാരമാക്കുന്ന ഉപഭോക്താക്കളാണ് മാംസഭുക്കുകൾ അഥവാ **പ്രാഥമിക മാംസഭുക്കുകൾ (Primary carnivores)** (അവ ദ്വിതീയ ഉപഭോക്താക്കൾ ആണെങ്കിലും). ആഹാരത്തിനായി പ്രാഥമിക മാംസഭുക്കുകളെ ആശ്രയിക്കുന്നവരാണ് **ദ്വിതീയ മാംസഭുക്കുകൾ (Secondary carnivores).** ഒരു ഗ്രേസിങ് ഭക്ഷ്യശൃംഖല (Grazing food chain-GFC) ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

പുല്ല് (ഉൽപ്പാദകർ) - - - - - -► ആട് (പ്രാഥമിക ഉപഭോക്താവ്) - - - - - -► മനുഷ്യൻ (ദ്വിതീയ ഉപഭോക്താവ്) - - - - - -►

മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ നിന്നും ആരംഭിക്കുന്നതാണ് **മൃതാവശിഷ്ട ഭക്ഷ്യശൃംഖല (Detritus food chain-DFC)**. പരപോഷികളായ ബാക്ടീരിയ, ഫംഗസ് തുടങ്ങിയ **വിഘാടകർ (Decomposers)** ചേർന്നാണ് ഇതുണ്ടായിരിക്കുന്നത്. ഇവയ്ക്ക് ആവശ്യമായ ഊർജവും പോഷണവും മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ വിഘടനത്തിൽ നിന്നാണ് ലഭിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ഇവ **മൃതഭോജികൾ (Saprotrophs)** എന്ന പേരിലും അറിയപ്പെ

ടുന്നു. വിഘടാകർ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ദഹനരാസാഗ്നികൾ മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളെ വിഘടിപ്പിച്ച് ലഘു അകാർബണിക വസ്തുക്കളാക്കി മാറ്റി ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു.

ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ ഊർജപ്രവാഹം നടക്കുന്നത് പ്രധാനമായും ഗ്രേസിങ് ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലൂടെയാണ്. എന്നാൽ കര ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ ഊർജപ്രവാഹം പ്രധാനമായും മൃതാവശിഷ്ട ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലൂടെയാണ് നടക്കുന്നത്. മൃതാവശിഷ്ട ഭക്ഷ്യശൃംഖല ചില തലങ്ങളിൽ ഗ്രേസിങ് ഭക്ഷ്യശൃംഖലയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് കാണപ്പെടുന്നു. അതായത് മൃതാവശിഷ്ട ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലെ ചില ജീവികൾ ഗ്രേസിങ് ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലെ ജീവികളുടെ ആഹാരമാണ്. പ്രകൃത്യാലുള്ള ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ചില ജീവികളായ പാറ്റ, കാക്ക തുടങ്ങിയവ മിശ്രഭുക്കുകളാണ് (Omnivores). ഇത്തരത്തിൽ ഭക്ഷ്യശൃംഖലകൾ സ്വാഭാവികമായി പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടാണ് **ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലം (Food web)** രൂപപ്പെടുന്നത്. *മനുഷ്യൻ ഇതിൽ ഏതു വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു? നിങ്ങൾക്ക് പരിചയമുള്ള ജീവികളെ ഉൾപ്പെടുത്തി ഒരു ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലം നിർമിക്കൂ.*

മറ്റുള്ള ജീവികളുമായുള്ള ആഹാരബന്ധത്തിനനുസരിച്ച് ജീവികൾക്ക് അവ വസിക്കുന്ന ചുറ്റുപാടിലോ ജീവിസമുദായത്തിലോ ഒരു സ്ഥാനമുണ്ട്. ആഹാരത്തിന്റെയോ പോഷണത്തിന്റെയോ സ്രോതസിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഓരോ ജീവിക്കും ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥാനമുണ്ട്. ഇതിനെ **പോഷണതലം (Trophic level)** എന്ന് പറയപ്പെടുന്നു. ഉൽപ്പാദകരാണ് ഒന്നാമത്തെ പോഷണതലത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത്. സസ്യഭുക്കുകൾ (പ്രാഥമിക ഉപഭോക്താക്കൾ) രണ്ടാമത്തെ പോഷണതലത്തിലും മാംസഭുക്കുകൾ (ദ്വിതീയ ഉപഭോക്താക്കൾ) മൂന്നാമത്തെ പോഷണതലത്തിലും ഉൾപ്പെടുന്നു.

ചിത്രം (14.2) നിരീക്ഷിച്ച് നൽകിയിരിക്കുന്ന ജീവികളുടെ പോഷണതലത്തെക്കുറിച്ച് നിഗമനങ്ങൾ രൂപീകരിക്കൂ. ഈ ജീവികളെ ഉപയോഗിച്ച് അഞ്ച് ഭക്ഷ്യശൃംഖലകൾ നിർമിക്കൂ.

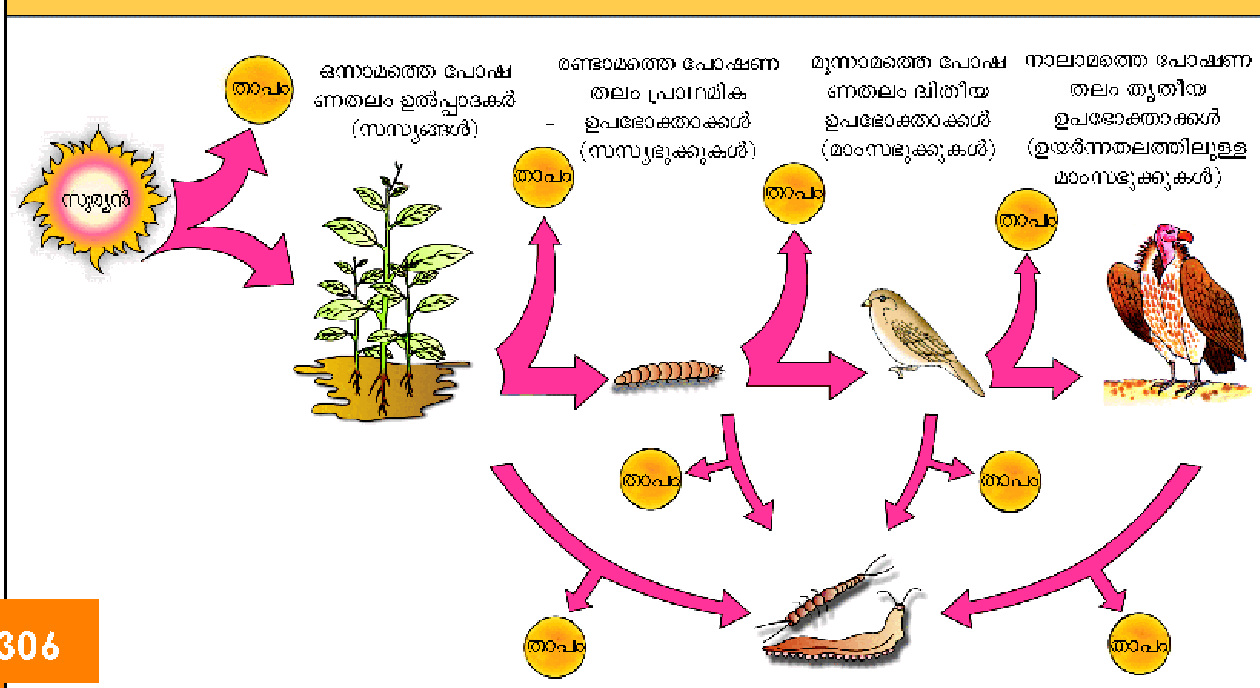
		ഉദാഹരണങ്ങൾ
തൃതീയ ഉപഭോക്താക്കൾ	നാലാമത്തെ പോഷണതലം (ഉയർന്നതലത്തിലുള്ള മാംസഭുക്കുകൾ)	മനുഷ്യൻ, സിംഹം
↑		
ദ്വിതീയ ഉപഭോക്താക്കൾ	മൂന്നാമത്തെ പോഷണതലം (മാംസഭുക്കുകൾ)	പക്ഷികൾ, മത്സ്യങ്ങൾ, ചെന്നായ
↑		
പ്രാഥമിക ഉപഭോക്താക്കൾ	രണ്ടാമത്തെ പോഷണതലം (സസ്യഭുക്കുകൾ)	ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ, പുൽച്ചാടി, പശു
↑		
ഉൽപ്പാദകർ	ഒന്നാമത്തെ പോഷണതലം (സസ്യങ്ങൾ)	സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ, പുല്ല്, വൃക്ഷങ്ങൾ

ചിത്രം **14.2** ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ പോഷണതലങ്ങളുടെ ചിത്രീകരണം

ഓരോ പോഷണതലം കഴിയുന്തോറും ഊർജത്തിന്റെ അളവ് കുറയുന്നതായി കാണാവുന്നതാണ്. ജീവികൾ മരിക്കുമ്പോൾ അവ മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളാകുന്നു. ഇത് വിഘാടകർക്കുള്ള ഊർജസ്രോതസ് ആയി വർത്തിക്കുന്നു. ഓരോ പോഷണതലത്തിലുമുള്ള ജീവികൾ അവയ്ക്ക് താഴെയുള്ള പോഷണതലത്തെയാണ് ഊർജാവശ്യത്തിനായി ആശ്രയിക്കുന്നത്.

ഓരോ പോഷണതലത്തിലും ഒരു പ്രത്യേക സമയത്ത് കാണപ്പെടുന്ന ജൈവപിണ്ഡത്തിന്റെ അളവാണ് **സ്റ്റാൻഡിങ് ക്രോപ് (Standing crop)**. ഒരു യൂണിറ്റ് സ്ഥലത്തെ ജൈവപിണ്ഡം അല്ലെങ്കിൽ ജീവികളുടെ എണ്ണമാണ് സ്റ്റാൻഡിങ് ക്രോപ് ആയി കണക്കാക്കുന്നത്. ഒരു ജീവിവർഗത്തിന്റെ **ജൈവപിണ്ഡം (Biomass)** സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ജീവനുള്ള അവസ്ഥയിലെ ഭാരത്തിന്റെയോ നിർജലീയ ഭാരത്തിന്റെയോ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ്. നിർജലീയ ഭാരത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ജൈവപിണ്ഡം കണക്കാക്കുന്നതാണ് കൂടുതൽ കൃത്യത. എന്തുകൊണ്ട്?

ഗ്രേസിങ് ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലെ പോഷണതലങ്ങളുടെ എണ്ണം പരിമിതപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിന് കാരണം ഊർജ കൈമാറ്റത്തിന്റെ 10% നിയമമാണ് (10 percent law). അതായത് ഒരു പോഷണതലത്തിൽ നിന്നും അടുത്ത പോഷണതലത്തിലേക്ക് 10 ശതമാനം ഊർജം മാത്രമാണ് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്. പ്രകൃതിയിൽ, ഗ്രേസിംഗ് ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ഉൽപ്പാദകർ, സസ്യഭുക്ക്, പ്രാഥമിക മാംസഭുക്ക്, ദ്വിതീയ മാംസഭുക്ക് എന്നിങ്ങനെ വ്യത്യസ്ത തലങ്ങൾ സാധ്യമാണ് (ചിത്രം 14.3). *എന്നാൽ മൃതാവശിഷ്ട ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ഇത്തരത്തിലുള്ള പരിമിതിയുണ്ടോ? ചർച്ച ചെയ്ത് കുറിപ്പ് തയാറാക്കൂ.*

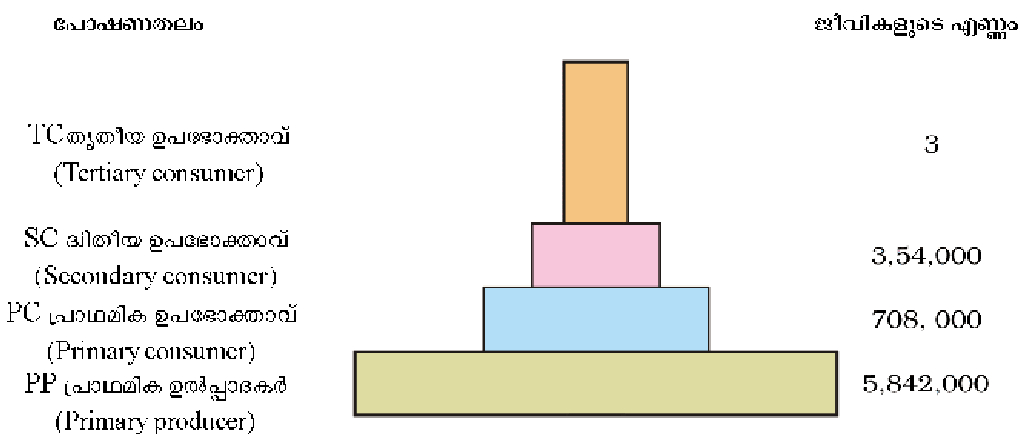


ചിത്രം **14.3** വ്യത്യസ്ത പോഷണതലത്തിലൂടെയുള്ള ഊർജപ്രവാഹം

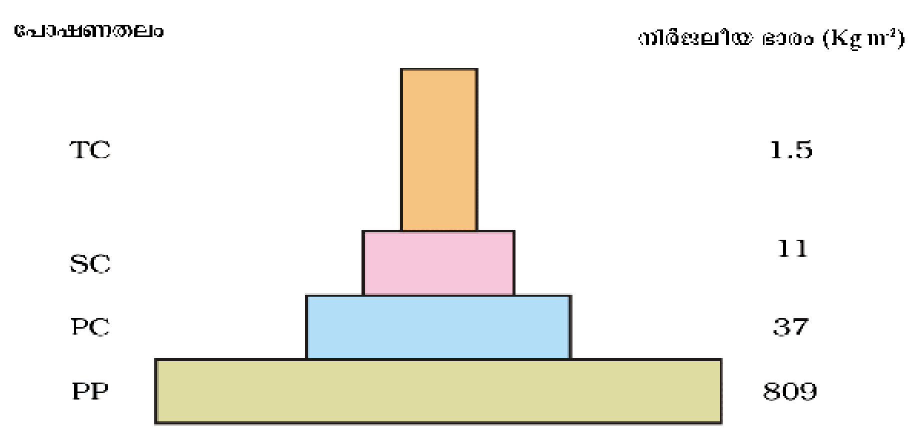
14.5 ഇക്കോളജിക്കൽ പിരമിഡുകൾ

പിരമിഡിന്റെ ആകൃതി നിങ്ങൾക്ക് പരിചിതമാണ്. പിരമിഡിന്റെ താഴെയുള്ള ഭാഗം വീതി കൂടിയതും മുകളിലേക്ക് പോകുന്തോറും വീതി കുറഞ്ഞതുമാണ്. വ്യത്യസ്ത പോഷണതലത്തിലെ ജീവികൾ തമ്മിലുള്ള ആഹാരബന്ധം, ഊർജബന്ധം എന്നിവ സൂചിപ്പിക്കുമ്പോഴും ഇത്തരത്തിലുള്ള ആകൃതി ലഭിക്കും. അതിനാൽ ജീവികൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം അവയുടെ എണ്ണം, ജൈവപിണ്ഡം, ഊർജം എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രതിപാദിക്കാറുണ്ട്. പിരമിഡിന്റെ താഴെയുള്ള ഭാഗം ഉൽപ്പാദകരെ (ഒന്നാമത്തെ പോഷണതലം) സൂചിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഏറ്റവും മുകൾ ഭാഗം തൃതീയ അല്ലെങ്കിൽ ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള ഉപഭോക്താക്കളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇക്കോളജിക്കൽ പിരമിഡുകൾ പ്രധാനമായും മൂന്ന് തരത്തിലുണ്ട്. അവയാണ് സംഖ്യാപിരമിഡ് (Pyramid of number), ജൈവപിണ്ഡ പിരമിഡ് (Pyramid of biomass), ഊർജപിരമിഡ് (Pyramid of energy) എന്നിവ.

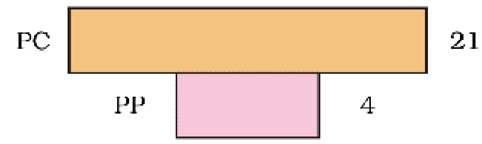
ചിത്രം 14.4 (a), ചിത്രം 14.4 (b), ചിത്രം 14.4 (c), ചിത്രം 14.4 (d) എന്നിവ നിരീക്ഷിക്കൂ.



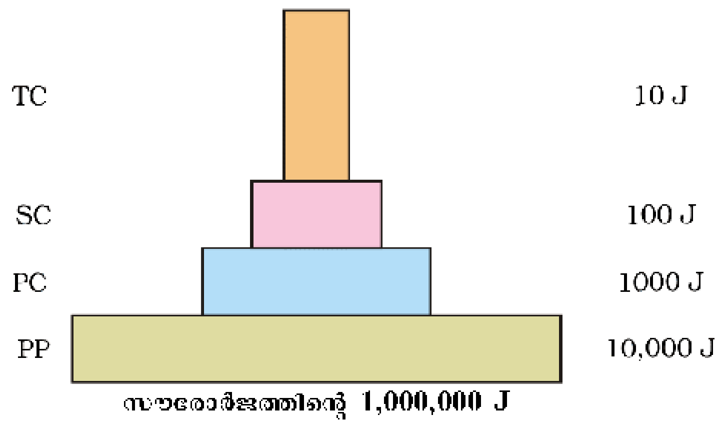
ചിത്രം 14.4 (a) പുൽമേട് എന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ സംഖ്യാപിരമിഡ് ഏകദേശം 6 ദശലക്ഷം സസ്യങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥ ഉയർന്നതലത്തിലുള്ള മൂന്ന് മാംസഭുക്കുകളെ മാത്രം നിലനിർത്തുന്നു.



ചിത്രം 14.4 (b) ഉയർന്ന പോഷണതലങ്ങളിൽ ജൈവപിണ്ഡത്തിൽ ഗണ്യമായ കുറവ് സൂചിപ്പിക്കുന്ന ജൈവപിണ്ഡ പിരമിഡ്



ചിത്രം 14.4 (c) തലകീഴായ ജൈവപിണ്ഡപിരമിഡ് - സസ്യപ്ലവകങ്ങളുടെ വളരെക്കുറഞ്ഞ സ്റ്റാൻഡിങ് ക്രോപ് ജന്തുപ്ലവകങ്ങളുടെ വലിയ സ്റ്റാൻഡിങ് ക്രോപ്പിനെ നിലനിർത്തുന്നു



ചിത്രം 14.4 (d) ഒരു മാതൃകാ ഊർജപിരമിഡ്. പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദകർ അവയ്ക്ക് ലഭ്യമായ സൗരോർജത്തിന്റെ ഒരു ശതമാനം മാത്രം ഫലത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയായി മാറ്റുന്നു.

ജീവജാലങ്ങളുടെ എണ്ണം, ജൈവപിണ്ഡത്തിന്റെ അളവ്, ഊർജത്തിന്റെ അളവ് എന്നിവ കണക്കാക്കുമ്പോൾ പോഷണതലത്തിലെ എല്ലാ ജീവികളെയും ഉൾപ്പെടുത്തേണ്ടതാണ്. ഒരു പോഷണതലത്തിലെ കുറച്ച് ജീവികളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നടത്തുന്ന സാമാന്യവൽക്കരണം ശരിയാകണമെന്നില്ല. മാത്രവുമല്ല ഒരു ജീവി ഒരേ സമയം ഒന്നിൽ കൂടുതൽ പോഷണതലത്തിൽ ഉൾപ്പെടാറുണ്ട്. ഒരു പോഷണതലമെന്നാൽ ഒരു ജീവിവർഗം അല്ല, മറിച്ച് ഒരു ധർമതലത്തെയാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ഒരു ജീവിവർഗം ഒരേ സമയം ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഒന്നിൽ കൂടുതൽ പോഷണതലത്തിൽ ഉൾപ്പെടാറുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി ഒരു കുരുവി വിത്തുകളും ഫലങ്ങളും ആഹാരമാക്കുമ്പോൾ പ്രാഥമിക ഉപഭോക്താവാണ്. എന്നാൽ അത് പ്രാണികളെയും പുഴുക്കളെയും ആഹാരമാക്കുമ്പോൾ ദ്വിതീയ ഉപഭോക്താവ് ആകും. *ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലെ ഏതെല്ലാം പോഷണതലങ്ങളെ മനുഷ്യർ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നുവെന്ന് കണ്ടെത്തി അവതരിപ്പിക്കൂ.*

മിക്കവാറും എല്ലാ ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലെയും സംഖ്യാപിരമിഡും, ഊർജപിരമിഡും, ജൈവപിണ്ഡ പിരമിഡും നിവർന്ന തരത്തിലുള്ളതായിരിക്കും. അതായത് ഉൽപ്പാദകരുടെ എണ്ണവും ജൈവപിണ്ഡവും സസ്യഭുക്കുകളേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും. സസ്യഭുക്കുകളുടെ എണ്ണവും ജൈവപിണ്ഡവും മാംസഭുക്കുകളേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും. മാത്രവുമല്ല താഴെയുള്ള പോഷണതലത്തിലെ ഊർജത്തിന്റെ അളവ് ഉയർന്നതലത്തിലുള്ളതിനേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും.

എന്നാൽ ഇതിലും ചില വ്യത്യാസങ്ങളുമുണ്ട്. *അതായത് ഒരു വലിയ മരത്തിൽ നിന്നും ആഹാരം തേടുന്ന പ്രാണികളുടെ എണ്ണം എടുക്കുകയാണെങ്കിൽ ഏത് തരത്തിലുള്ള പിരമിഡാണ് ലഭിക്കുക? അതുപോലെ ഈ പ്രാണികളെ ആഹാരമാക്കുന്ന ചെറിയ പക്ഷികളുടെ എണ്ണം നോക്കിയാലോ? ചെറിയ പക്ഷികളെ ആഹാരമാക്കുന്ന വലിയ പക്ഷികളുടെ എണ്ണമോ? ഇതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഒരു പിരമിഡ് വരച്ചു നോക്കൂ.*

എന്ത് ആകൃതിയാണ് ലഭിച്ചത്? ക്ലാസ്സിൽ പൊതുവായി അവതരിപ്പിക്കൂ.

അതുപോലെ സമുദ്രം എന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ജൈവപിണ്ഡ പിരമിഡും തല കീഴായ രീതിയിലുള്ളതായിരിക്കും. അതായത് സസ്യപ്ലവകങ്ങളുടെ ജൈവപിണ്ഡത്തെക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും മത്സ്യങ്ങളുടേത്. *ഇത് ഒരു വൈരുധ്യമല്ലേ? ഇത് നിങ്ങൾ എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കും?*

ഊർജപിരമിഡ് എപ്പോഴും നിവർന്ന തരത്തിലുള്ളതായിരിക്കും. അത് ഒരിക്കലും തല കീഴായ രീതിയിലുള്ളതായിരിക്കില്ല. ഒരു പോഷണതലത്തിൽ നിന്നും മറ്റൊരു പോഷണതലത്തിലേക്ക് ഊർജ കൈമാറ്റം നടക്കുമ്പോൾ ഓരോ ഘട്ടത്തിലും കുറച്ച് ഊർജം താപത്തിന്റെ രൂപത്തിൽ നഷ്ടപ്പെടും. ഊർജപിരമിഡിന്റെ ഓരോ ബാറും ഓരോ പോഷണതലത്തിലും ഒരു പ്രത്യേകസമയത്ത് അല്ലെങ്കിൽ ഒരു യൂണിറ്റ് ഭൂവിസ്തൃതിയിൽ വാർഷികമായി ലഭ്യമാകുന്ന ഊർജത്തിന്റെ അളവിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

എന്നിരുന്നാലും ഇക്കോളജിക്കൽ പിരമിഡുകൾക്ക് ചില പരിമിതികളുണ്ട്. ഒരു ജീവിവർഗം രണ്ടോ അതിലധികമോ പോഷണതലങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുമ്പോൾ അക്കാര്യം കണക്കിലെടുക്കുന്നില്ല. പ്രകൃതിയിൽ ഒരിക്കലും നിലനിൽക്കാൻ സാധ്യമല്ലാത്ത തരത്തിലുള്ള ലളിതമായ ഭക്ഷ്യശൃംഖലകളെയാണ് ഇത് പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നത്. ഇത് ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലത്തെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നില്ല. മാത്രവുമല്ല ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ പ്രമുഖ സ്ഥാനം വഹിക്കുന്ന മൃതഭോജികൾക്ക് യാതൊരു സ്ഥാനവും ഇക്കോളജിക്കൽ പിരമിഡുകളിൽ നൽകിയിട്ടില്ല.

14.6 പാരിസ്ഥിതിക അനുക്രമം (Ecological Succession)

ജീവിഗണങ്ങളുടെയും ജീവിസമുദായങ്ങളുടെയും സവിശേഷതകളെക്കുറിച്ച് അധ്യായം 13 ൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചു. അവ പാരിസ്ഥിതിക ഘടകങ്ങളോട് എങ്ങനെയെല്ലാം പ്രതികരിക്കുന്നുവെന്നും, പ്രതികരണങ്ങൾ ജീവജാലങ്ങളിൽ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്നും നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി. ഇനി നമുക്ക് ജീവിസമുദായം കാലാനുസൃതമായി പരിസ്ഥിതിയോട് പ്രതികരിക്കുന്നതെങ്ങനെ എന്ന് നോക്കാം.

പാരിസ്ഥിതിക സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ഘടനയിലും വിന്യാസത്തിലും മാറ്റമുണ്ടാകുന്നത് എല്ലാ ജീവിസമുദായങ്ങളുടെയും സവിശേഷതയാണ്. ഇത്തരം മാറ്റങ്ങൾ ക്രമാനുഗതമായും, ഭൗതികചുറ്റുപാടുകൾക്കുണ്ടാകുന്ന (Physical environment) മാറ്റങ്ങൾക്ക് സമാന്തരമായും ആണ് സംഭവിക്കുന്നത്. ഇത്തരം മാറ്റങ്ങൾ ആത്യന്തികമായി നയിക്കുന്നത് പരിസ്ഥിതിയുമായി സന്തുലനം ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന ജീവിസമുദായങ്ങളുടെ രൂപീകരണത്തിലേക്കാണ്. ഇവയെ **ക്ലൈമാക്സ് കമ്യൂണിറ്റി (Climax community)** എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു പ്രത്യേക പ്രദേശത്തെ ജീവിവർഗവിന്യാസത്തിൽ സാവകാശവും പ്രവചിക്കാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിലും നടക്കുന്ന മാറ്റങ്ങളെ **പാരിസ്ഥിതിക അനുക്രമം** എന്നുപറയുന്നു. അനുക്രമം നടക്കുന്ന സമയത്ത് ചില ജീവിവർഗങ്ങൾ ഒരു പ്രദേശത്ത് കേന്ദ്രീകരിക്കുകയും അവയുടെ എണ്ണം ക്രമാതീതമായി കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ മറ്റു ചില ജീവിവർഗങ്ങളുടെ എണ്ണം വളരെ കുറയുകയും അവ ചിലപ്പോൾ അപ്രത്യക്ഷമാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്ത് തുടരെത്തുടരെയുള്ള മാറ്റങ്ങളിലൂടെയുണ്ടാകുന്ന മുഴുവൻ ജീവിസമുദായങ്ങളുടെയും ശൃംഖലയെ **സീർ (Sere)** എന്നു പറയുന്നു. ഇതിലെ മാറ്റങ്ങൾക്ക് വിധേയമായ ഓരോ ജീവിസമുദായത്തെയും സീറൽ ഘട്ടങ്ങൾ (Seral stages) അഥവാ സീറൽ കമ്യൂണിറ്റി (Seral community) എന്നു പറയുന്നു. തൊട്ടടുത്ത സീറൽ ഘട്ടങ്ങളിൽ സ്പീഷിസുകളുടെ വൈവിധ്യത്തിൽ മാറ്റം വരുന്നു. കൂടാതെ ജീവിവർഗങ്ങളുടെയും ജീവികളുടെയും എണ്ണം, ആകെയുള്ള ജൈവപിണ്ഡം എന്നിവയിലും വർധനവുണ്ടാകുന്നു.

ഭൂമിയിൽ ജീവന്റെ ഉൽപ്പത്തി മുതൽ മില്യൺ കണക്കിന് വർഷങ്ങളോളം നടന്ന അനുക്രമത്തിന്റെ ഫലമായാണ് ലോകമെമ്പാടും ഇന്ന് കാണപ്പെടുന്ന ജീവിസമുദായങ്ങൾ ഉണ്ടായത്. അക്കാലത്ത് പരിണാമവും അനുക്രമവും സമാന്തരമായി നടന്നിരുന്ന പ്രക്രിയകളായിരുന്നു.

ജീവജാലങ്ങളൊന്നും ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്ത് ആരംഭിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് അനുക്രമം. അതായത് തരിശായ പാറകളിലും, ജീവജാലങ്ങൾ പൂർണമായി നശിച്ച സ്ഥലങ്ങളിലുമാണ് അനുക്രമം നടക്കുന്നത്. ഇതിൽ ആദ്യത്തേതിനെ പ്രാഥമിക അനുക്രമം (Primary succession) എന്നും രണ്ടാമത്തേതിനെ ദ്വിതീയ അനുക്രമം (Secondary Succession) എന്നും പറയുന്നു. തണുത്തുറഞ്ഞ ലാവ, തരിശായ പാറ, പുതിയതായി നിർമിച്ച കുളം അല്ലെങ്കിൽ ജലസംഭരണി എന്നിവയാണ് പ്രാഥമിക അനുക്രമം നടക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങൾ. പുതിയ ജീവിസമുദായങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയ സാവകാശത്തിലാണ് നടക്കുന്നത്. വ്യത്യസ്ത ജീവിസമുദായങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നതിന് മുമ്പ് മണ്ണ് രൂപപ്പെടണം. തരിശായ പാറയിൽ ഫലപുഷ്ടിയുള്ള മണ്ണ് പ്രകൃത്യാ രൂപപ്പെടുന്നതിന് കാലാവസ്ഥയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നൂറ് കണക്കിനോ ആയിരക്കണക്കിനോ വർഷങ്ങൾ വേണ്ടി വരും.

പ്രകൃത്യാ ഉണ്ടായിരുന്ന ജീവിസമുദായങ്ങൾ നശിച്ചു പോയ ഇടങ്ങളായ ഉപേക്ഷിക്കപ്പെട്ട കൃഷിയിടങ്ങൾ, വനനശീകരണം നടന്നയിടങ്ങൾ, കാട്ടുതീയുണ്ടായ വനങ്ങൾ, വെള്ളപ്പൊക്ക ബാധിത പ്രദേശങ്ങൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ ദ്വിതീയ അനുക്രമം നടക്കാം. മണ്ണോ അവക്ഷിപ്തങ്ങളോ ഇവിടെ ഉള്ളതിനാൽ പ്രാഥമിക അനുക്രമത്തേക്കാൾ വേഗത്തിൽ ഇവിടെ ദ്വിതീയ അനുക്രമം നടക്കും.

പാരിസ്ഥിതിക അനുക്രമം സാധാരണയായി കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നത് സസ്യജാലങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങളാണ്. എന്നിരുന്നാലും ഈ മാറ്റങ്ങൾ മറ്റു ജന്തുക്കളുടെ ആഹാരം, വാസസ്ഥലം എന്നിവയെയും ബാധിക്കും. അതിനാൽ അനുക്രമം പുരോഗമിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് ജന്തുക്കൾ, വിഘാടകർ എന്നിവയുടെ എണ്ണത്തിലും വൈവിധ്യത്തിലും മാറ്റം വരും.

പ്രാഥമിക അനുക്രമമോ ദ്വിതീയ അനുക്രമമോ നടക്കുന്ന ഏതൊരു സമയത്തും പ്രകൃത്യാലോ മനുഷ്യ പ്രേരിതമായോ ഉണ്ടാകാനിടയുള്ള തടസ്സങ്ങൾ (കാട്ടുതീ, വനനശീകരണം തുടങ്ങിയവ) ഒരു പ്രത്യേക സീറൽ ഘട്ടത്തെ അതിന് മുൻപുള്ള ഘട്ടത്തിലേക്ക് മാറ്റിയേക്കാം. ഇത്തരത്തിലുണ്ടാകുന്ന തടസ്സങ്ങൾ പുതിയ സാഹചര്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഇത് ചില ജീവിവർഗങ്ങളെ പരിപോഷിപ്പിക്കുകയോ മറ്റു ചില ജീവിവർഗങ്ങളെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുകയോ തുടച്ചു മാറ്റുകയോ ചെയ്യുന്നു.

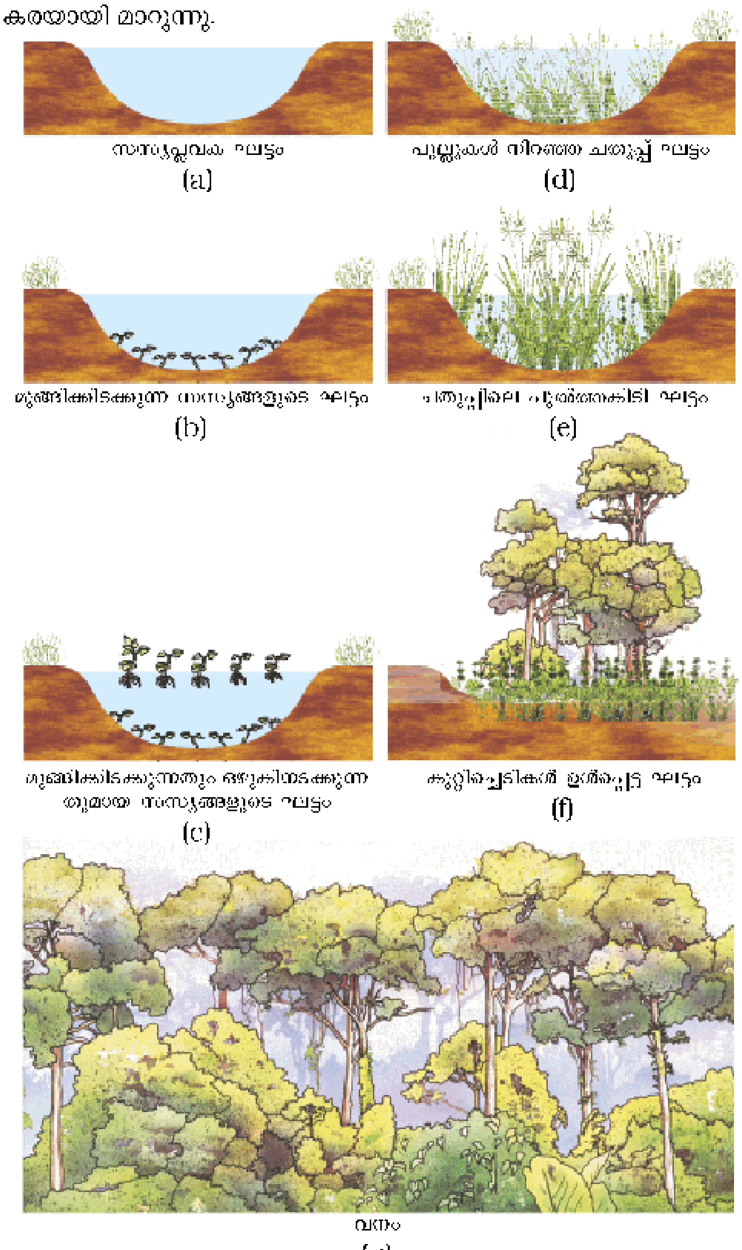
14.6.1 സസ്യങ്ങളുടെ അനുക്രമം (Succession of plants)

ആവാസത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സസ്യങ്ങളുടെ അനുക്രമത്തെ രണ്ടായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ജലത്തിൽ (ഈർപ്പമുള്ള പ്രദേശം) നടക്കുന്ന അനുക്രമം **ഹൈഡ്രാർക്ക് (Hydrarch)** എന്നും വരണ്ട പ്രദേശങ്ങളിൽ നടക്കുന്നതിനെ **സീറാർക്ക് (Xerarch)** എന്നും പറയുന്നു. ഈർപ്പമുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രാർക്ക് അനുക്രമം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി ജലമുള്ള അവസ്ഥയിൽ നിന്ന് ആ സ്ഥലം മിതോഷ്ണ (Mesophytic) അവസ്ഥയിലേക്ക് മാറുന്നു. വരണ്ട പ്രദേശങ്ങളിൽ സീറാർക്ക് അനുക്രമം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി മരുപ്രദേശം മിതോഷ്ണ പ്രദേശമായി മാറുന്നു. അതിനാൽ, രണ്ടു തരം അനുക്രമവും സാധാരണ ജലലഭ്യതയുള്ള സാഹചര്യങ്ങൾ (മിതോഷ്ണം) ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു.

തരിശു പ്രദേശത്ത് ആദ്യമായി രൂപംകൊള്ളുന്ന ജീവിവർഗമാണ് **പയനിയർ സ്പീഷീസ് (Pioneer species).** പാറകളിൽ പ്രാഥമിക അനുക്രമം നടക്കുമ്പോൾ പാറ പൊടിച്ച് മണ്ണുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുന്ന ആസിഡുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ ശേഷിയുള്ള ലൈക്കനുകൾ (Lichens) ആണ് ആദ്യം വളരുന്നത്. തുടർന്ന് വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ള, മണ്ണിൽ വളരാൻ കഴിവുള്ള ചെറു സസ്യങ്ങളായ ബ്രയോഫൈറ്റുകൾ (Bryophytes) വളരുന്നു.

കാലക്രമേണ വലിയ സസ്യങ്ങൾ വേരുറപ്പിക്കുന്നു. തുടർന്ന് സ്ഥിരതയുള്ള ക്ലൈമാക്സ് കമ്മ്യൂണിറ്റിയായ വനം രൂപപ്പെടുന്നു. പരിസ്ഥിതിയിൽ മാറ്റം ഉണ്ടാകാത്ത കാലമത്രയും ക്ലൈമാക്സ് കമ്മ്യൂണിറ്റി സ്ഥിരമായി നിലനിൽക്കുന്നു. കാലക്രമേണ മരുപ്രദേശം മിതോഷ്ണ അവസ്ഥയിലേക്ക് മാറുന്നു. *സീറാർക്കിലെ ഘട്ടങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുത്തി ഫ്ളോചാർട്ട് നിർമിക്കുക.*

ജലത്തിൽ നടക്കുന്ന പ്രാഥമിക അനുക്രമത്തിൽ ആദ്യം വളരുന്നത് (Pioneers) സസ്യപ്ലവകങ്ങളാണ് (Phytoplanktons), തുടർന്ന് വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിക്കിടക്കുന്ന വേരുള്ള സസ്യങ്ങളും വേരോടുകൂടിയതും പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതുമായ സപുഷ്പികളും സ്വതന്ത്രമായി പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന സസ്യങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതേത്തുടർന്ന് വിവിധതരം പുല്ലുവർഗസസ്യങ്ങൾ (Sedge/Reed/grasses), കുറ്റിച്ചെടികൾ, മരങ്ങൾ (Trees) എന്നിവ രൂപപ്പെടുന്നു. ഇവിടെയും (ചിത്രം 14.5) അവസാനം വനമാണ് രൂപപ്പെടുന്നത്. കാലക്രമേണ ജലാശയം കരയായി മാറുന്നു.



ചിത്രം **14.5** ചിത്രീകരണം - പ്രാഥമിക അനുക്രമം

എന്നാൽ ദ്വിതീയ അനുക്രമം നടക്കുമ്പോൾ മണ്ണിന്റെ സവിശേഷത, ജലലഭ്യത, കാലാവസ്ഥ, വിത്തുകൾ, മറ്റ് പ്രജനനഭാഗങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ലഭ്യത തുടങ്ങിയവയ്ക്കനുസരിച്ചാണ് ജീവിവർഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. മാത്രവുമല്ല മണ്ണ് നേരത്തെ തന്നെ ഉള്ളതിനാൽ അനുക്രമം വളരെ വേഗത്തിൽ നടക്കുകയും പെട്ടെന്ന് ക്ലൈമാക്സ് കമ്യൂണിറ്റി രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

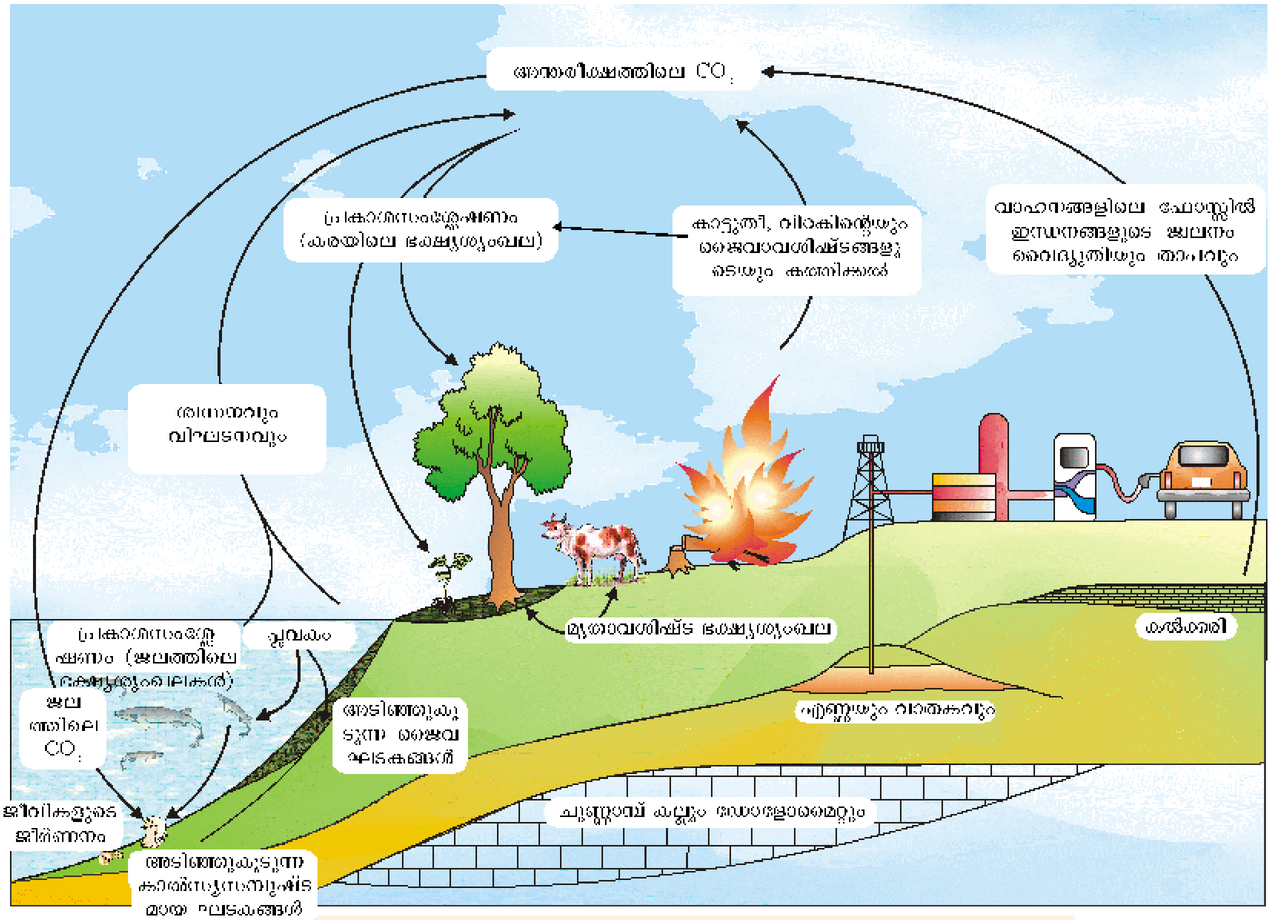
പ്രാഥമിക അനുക്രമം വളരെ സാവകാശം നടക്കുന്ന പ്രക്രിയ ആയതിനാൽ ക്ലൈമാക്സ് കമ്യൂണിറ്റി രൂപപ്പെടാൻ ആയിരക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ വേണ്ടി വരും. അനുക്രമം കരയിൽ നടന്നാലും ജലത്തിൽ നടന്നാലും മിതോഷ്ണ അവസ്ഥയിലുള്ള (Mesic) ക്ലൈമാക്സ് കമ്യൂണിറ്റിയാണ് രൂപപ്പെടുന്നത് എന്നത് ശ്രദ്ധേയമാണ്.

14.7 പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രികപ്രവാഹം (Nutrient Cycling)

ജീവജാലങ്ങൾക്ക് വളരുന്നതിനും, പ്രത്യുൽപ്പാദനം നടത്തുന്നതിനും ശാരീരികപ്രവർത്തനങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും പോഷകങ്ങൾ നിരന്തരം ലഭിക്കേണ്ടതാണെന്ന് XI-ാം ക്ലാസിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഏതൊരു പ്രത്യേക സമയത്തും മണ്ണിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പോഷകങ്ങളായ കാർബൺ, നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, കാത്സ്യം തുടങ്ങിയവയുടെ അളവിനെ **സ്റ്റാൻഡിങ് സ്റ്റേറ്റ് (Standing state)** എന്നു പറയുന്നു. ഇത് വിവിധതരം ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ ഋതുക്കൾക്കനുസരിച്ച് വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ നിന്നും പോഷകങ്ങൾ ഒരിക്കലും നഷ്ടപ്പെടാതെ ചാക്രികമായി പ്രവഹിക്കുന്നു എന്നത് പ്രത്യേക ശ്രദ്ധയാകർഷിക്കുന്നു. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ വിവിധ ഘടകങ്ങളിലൂടെ പോഷകങ്ങൾ ചാക്രികമായി പ്രവഹിക്കുന്നതിനെ അഥവാ കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്നതിനെ പോഷകങ്ങളുടെ **ചാക്രിക പ്രവാഹം** എന്നുപറയുന്നു. ഇത് **ജൈവ ഭൗമരാസികചക്രം (Biogeochemical cycle)** എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. പോഷകചക്രങ്ങൾ പ്രധാനമായും **വാതകചക്രം (Gaseous cycle), അവസാദചക്രം (Sedimentary cycle)** എന്നിങ്ങനെ രണ്ട് തരത്തിലുണ്ട്. വാതകചക്രത്തിന്റെ സംഭരണകേന്ദ്രം (Reservoir) അന്തരീക്ഷത്തിലാണ്. കാർബൺ ചക്രം, നൈട്രജൻ ചക്രം എന്നിവ വാതക ചക്രങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. അവസാദചക്രത്തിന്റെ സംഭരണകേന്ദ്രം ഭൂവൽക്കത്തിലാണ്. സൾഫർ ചക്രം, ഫോസ്ഫറസ് ചക്രം എന്നിവ അവസാദ ചക്രത്തിന് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പോഷകങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നതിന്റെ നിരക്കിനെ സ്വാധീനിക്കുന്ന പാരിസ്ഥിതിക ഘടകങ്ങളാണ് മണ്ണ്, ഈർപ്പം, pH, താപനില തുടങ്ങിയവ. ഉപയോഗിക്കുന്നതിന്റെയും (Influx) പുറന്തള്ളുന്നതിന്റെയും (Efflux) നിരക്കിൽ അസന്തുലിതാവസ്ഥ ഉണ്ടാകുന്നതു വഴിയുള്ള കുറവ് പരിഹരിക്കുന്നത് സംഭരണകേന്ദ്രം ആണ്.

നൈട്രജൻ ചക്രത്തെക്കുറിച്ച് വളരെ വിശദമായി നിങ്ങൾ XI -ാം ക്ലാസിൽ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവിടെ നമുക്ക് കാർബൺ ചക്രവും ഫോസ്ഫറസ് ചക്രവും പരിചയപ്പെടാം.



ചിത്രം 14.6 ജീവമണ്ഡലത്തിലെ കാർബൺ ചക്രത്തിന്റെ ലഘുമാതൃക

14.7.1 ആവാസവ്യവസ്ഥ-കാർബൺ ചക്രം

ജലം കഴിഞ്ഞാൽ ജീവജാലങ്ങളുടെ ശരീരത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നത് (നിർജലീയ ഭാരത്തിന്റെ 49 ശതമാനം) കാർബൺ ആണെന്ന് ജീവജാലങ്ങളുടെ ശരീരഘടന പഠിച്ചപ്പോൾ നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി. ആഗോളതലത്തിൽ ഉള്ള കാർബണിന്റെ അളവ് നോക്കുകയാണെങ്കിൽ 71 ശതമാനം കാർബണും സമുദ്രങ്ങളിൽ ലയിച്ച അവസ്ഥയിലാണുള്ളത്. സമുദ്രത്തിലെ കാർബൺ സംഭരണിയാണ് അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെ അളവിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത്. *ചിത്രം 14.6 നിരീക്ഷിച്ച് കാർബൺ ചക്രത്തെക്കുറിച്ച് വിവരണം തയാറാക്കുക. ആഗോളതലത്തിലെ കാർബണിന്റെ 1 ശതമാനം മാത്രമാണ് അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ളത് എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ?*

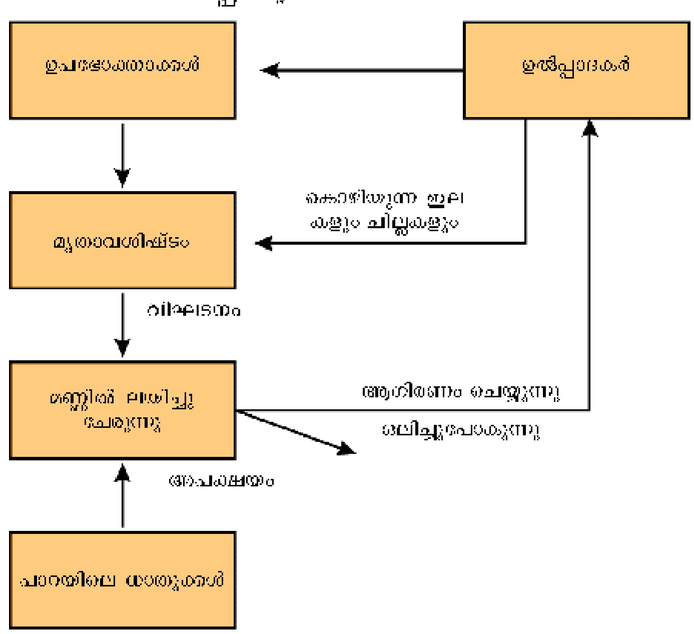
ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളും കാർബണിന്റെ സംഭരണ കേന്ദ്രമാണ്. അന്തരീക്ഷം, സമുദ്രം, ജീവജാലങ്ങൾ, മൃതാവശിഷ്ടങ്ങൾ എന്നിവയിലൂടെയാണ് കാർബണിന്റെ ചാക്രിക പ്രവാഹം നടക്കുന്നത്. ജീവമണ്ഡലത്തിൽ ഒരു വർഷം 4×10^{13} കിലോഗ്രാം കാർബൺ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലൂടെ സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെടുന്നു എന്നാണ് കണക്കാക്കിയിട്ടുള്ളത്. ഉൽപ്പാദകരിലും ഉപഭോക്താക്കളിലും നടക്കുന്ന ശ്വസനത്തിന്റെ ഫലമായി CO_2 ന്റെ വലിയ ഒരളവ് അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് തിരിച്ചെത്തുന്നു. കരയിലും സമുദ്രത്തിലും കാണപ്പെടുന്ന മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളെ ജീർണിപ്പിച്ച് വിഘടകരും CO_2 സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെടുന്ന കാർബണിന്റെ ചെറിയ ഒരു ഭാഗം അവക്ഷിപ്തപ്പെടുകയും ചാക്രിക പ്രവാഹത്തിൽ നിന്ന് നഷ്ടപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

വിറക് കത്തിക്കൽ, കാട്ടുതീ, ജൈവവസ്തുക്കളുടെയും ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെയും ജ്വലനം, അഗ്നിപർവത സ്ഫോടനം തുടങ്ങിയവ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് CO_2 പുറന്തള്ളുന്ന പ്രക്രിയകളാണ്.

മനുഷ്യന്റെ പ്രവൃത്തികൾ കാർബൺ ചക്രത്തെ സാരമായി ബാധിക്കാറുണ്ട്. വനനശീകരണം, ഊർജാവശ്യം, ഗതാഗതാവശ്യം എന്നിവയ്ക്കായുള്ള ഫോസിൽ ഇന്ധനോപയോഗം തുടങ്ങിയവ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് പുറന്തള്ളുന്നതിന്റെ നിരക്ക് വർധിപ്പിച്ചു. (അധ്യായം 16 ലെ ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവം കാണുക).

14.7.2 ആവാസവ്യവസ്ഥ-ഫോസ്ഫറസ് ചക്രം

ജൈവസ്തരങ്ങൾ (Biological membranes), ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ, കോശങ്ങളിലെ ഊർജ കൈമാറ്റവ്യവസ്ഥ (Cellular energy transfer system) എന്നിവയുടെ പ്രധാന ഘടകം ഫോസ്ഫറസ് ആണ്. പല ജന്തുക്കൾക്കും പുറന്തോട്, എല്ല്, പല്ല് എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിന് വലിയ അളവിൽ ഫോസ്ഫറസ് ആവശ്യമാണ്. ഫോസ്ഫറസിന്റെ പ്രകൃത്യായുള്ള ഉറവിടം ഫോസ്ഫേറ്റിന്റെ രൂപത്തിൽ ഫോസ്ഫറസ് കാണപ്പെടുന്ന പാറകളാണ്. പാറ പൊടിയുന്നതിന്റെ ഫലമായി വളരെ ചെറിയ അളവിൽ ഫോസ്ഫേറ്റ് മണ്ണിലെ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. ഇത് സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. ചിത്രം 14.7 നിരീക്ഷിക്കൂ. സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നും ഇത് സസ്യഭുക്കുകൾക്കും മറ്റു ജന്തുക്കൾക്കും ലഭിക്കുന്നു. ഫോസ്ഫേറ്റ് വിഘാടക ബാക്ടീരിയകൾ മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നത് വഴി ഫോസ്ഫറസ് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു. കാർബൺ ചക്രത്തെപ്പോലെ ശ്വസനഫലമായി ഫോസ്ഫറസ് അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നില്ല. *കാർബൺ ചക്രത്തിന്റെയും ഫോസ്ഫറസ് ചക്രത്തിന്റെ വ്യത്യാസം കണ്ടെത്തി അവതരിപ്പിക്കൂ?*



ചിത്രം 14.7 ഒരു കര ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഫോസ്ഫറസിന്റെ ചാക്രിക പ്രവാഹത്തിന്റെ ലഘുമാതൃക

കാർബൺ ചക്രവും ഫോസ്ഫറസ് ചക്രവും തമ്മിൽ വേറെയും രണ്ട് പ്രധാന വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ട്. മഴയിലൂടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ലഭ്യമാകുന്ന കാർബണിന്റെ അളവിനേക്കാൾ വളരെ കുറവാണ് ഫോസ്ഫറസിന്റെ ലഭ്യത. മാത്രവുമല്ല ജീവജാലങ്ങളും പരിസ്ഥിതിയും തമ്മിലുള്ള ഫോസഫറസിന്റെ കൈമാറ്റവും തുലോം കുറവാണ്.

14.8 ആവാസവ്യവസ്ഥ സേവനങ്ങൾ (Ecosystem Services)

വിവിധതരത്തിലുള്ള സാമ്പത്തിക, പാരിസ്ഥിതിക, സൗന്ദര്യാത്മക വസ്തുക്കളുടെയും സേവനങ്ങളുടെയും അടിസ്ഥാനം ജൈവസമ്പന്നമായ ആവാസവ്യവസ്ഥകളാണ്. ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ നടക്കുന്ന പ്രക്രിയകളുടെ ഉൽപ്പന്നങ്ങളെയാണ് ആവാസവ്യവസ്ഥ സേവനങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നത്. ഉദാഹരണമായി വനം എന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥ നൽകുന്ന സേവനങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണെന്ന് നോക്കൂ. വായുവും ജലവും ശുദ്ധമാക്കുക, വെള്ളപ്പൊക്കവും വരൾച്ചയും കുറയ്ക്കുക, പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രിക പ്രവാഹം സാധ്യമാക്കുക, ഫലപുഷ്ടിയുള്ള മണ്ണിന്റെ രൂപീകരണം നടത്തുക, വന്യജീവികൾക്ക് ആവാസം നൽകുക, ജൈവവൈവിധ്യം നിലനിർത്തുക, സസ്യങ്ങളിൽ പരാഗണം നടത്തുക, കാർബൺ സംഭരണ കേന്ദ്രമായി വർത്തിക്കുക, സൗന്ദര്യ സാംസ്കാരിക, ആത്മീയ മൂല്യങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുക തുടങ്ങിയവ ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള സേവനങ്ങളുടെ മൂല്യം കണക്കാക്കാൻ കഴിയില്ലയെങ്കിലും ജൈവവൈവിധ്യത്തിന് ഭാരിച്ച വില നൽകുന്നത് ഉചിതമായിരിക്കും.

പ്രകൃതിയുടെ ജീവൻ നിലനിർത്താൻ സഹായകമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വില നൽകുവാൻ റോബർട്ട് കോൺസ്റ്റാൻസയും (Robert Constanza) അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹപ്രവർത്തകരും ശ്രമം നടത്തി. ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ അടിസ്ഥാനപരമായ സേവനങ്ങൾക്ക് ഒരു വർഷത്തേക്ക് ഗവേഷകർ കണക്കാക്കിയ തുക 33 ട്രില്യൺ US ഡോളർ ആണ്. ഇത് ആഗോള മൊത്ത ദേശീയ ഉൽപ്പാദനത്തിനു (Global gross national product - GNP)നൽകിയിട്ടുള്ള വിലയുടെ ഏകദേശം രണ്ടു മടങ്ങാണ് (US ഡോളർ 18 ട്രില്യൺ).

ആവാസവ്യവസ്ഥ സേവനങ്ങൾക്കായി ആകെ കണക്കാക്കിയ തുകയുടെ ഏകദേശം 50 ശതമാനം നീക്കി വച്ചത് മണ്ണിന്റെ രൂപീകരണത്തിനായാണ്. 10 ശതമാനത്തിൽ കുറയാതെയുള്ള തുക വീതം വിനോദപരമായ സേവനങ്ങൾക്കും പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രിക പ്രവാഹത്തിനും കണക്കാക്കി. കാലാവസ്ഥ നിയന്ത്രണത്തിനും വന്യജീവികളുടെ ആവാസത്തിനുമായി 6 ശതമാനം വീതവും കണക്കാക്കി.

സംഗ്രഹം

പ്രകൃതിയുടെ ധർമ്മപരമായ ഒരു ഏകകമാണ് ആവാസവ്യവസ്ഥ. ഇതിൽ അജീവിയ ഘടകങ്ങളും ജീവിയ ഘടകങ്ങളും ഉൾപ്പെടുന്നു. അകാർബണിക വസ്തുക്കൾ, വായു, ജലം, മണ്ണ് എന്നിവയാണ് അജീവിയ ഘടകങ്ങൾ. ഉൽപ്പാദകർ, ഉപഭോക്താക്കൾ, വിഘാടകർ എന്നിവരാണ് ജീവിയ ഘടകങ്ങളിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത്. ജീവിയവും അജീവിയവുമായ ഘടകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാശ്രയത്വത്തിന്റെ ഫലമായാണ് ഓരോ ആവാസവ്യവസ്ഥയ്ക്കും സവിശേഷമായ ഭൗതിക ഘടന ഉണ്ടാകുന്നത്. ജീവിവർഗങ്ങളുടെ വിന്യാസവും സ്ട്രാറ്റിഫിക്കേഷനുമാണ് ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ട് ഘടനാ സവിശേഷതകൾ. പോഷണത്തിന്റെ സ്രോതസ് അനുസരിച്ച് എല്ലാ ജീവികൾക്കും ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ പ്രത്യേക സ്ഥാനമുണ്ട്.

ഉൽപ്പാദനക്ഷമത, ജീർണനം (വിഘടനം), ഊർജപ്രവാഹം, പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രിക പ്രവാഹം എന്നിവയാണ് ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ പ്രധാനപ്പെട്ട നാല് ധർമപരമായ സവിശേഷതകൾ. ഉൽപ്പാദകർ സൗരോർജം ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന നിരക്ക് അഥവാ ജൈവപിണ്ഡം നിർമിക്കുന്ന നിരക്കിനെയാണ് പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിനെ പ്രധാനമായും രണ്ടായി തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയാണ് ആകെയുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും (GPP) ഫലത്തിലുള്ള പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും (NPP).

സൗരോർജാഗിരണ നിരക്കിനെയോ ആകെയുള്ള ജൈവവസ്തുവിന്റെ ഉൽപ്പാദനത്തിനെയോ ആണ് GPP എന്നു പറയുന്നത്. ഉൽപ്പാദകർ ഉപയോഗിച്ചതിന് ശേഷം അവശേഷിക്കുന്ന ജൈവപിണ്ഡം അഥവാ ഊർജത്തെയാണ് NPP എന്നു പറയുന്നത്. ഉപഭോക്താക്കൾ ഊർജം സ്വാംശീകരിക്കുന്ന നിരക്കിനെയാണ് ദ്വിതീയ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത എന്നു പറയുന്നത്. വിഘാടകർ ജീർണനത്തിലൂടെ സങ്കീർണമായ ജൈവാവശിഷ്ടങ്ങളെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്, ജലം, അജൈവ പോഷകങ്ങൾ എന്നിവയാക്കി മാറ്റുന്നു. ജീർണനത്തിലെ മൂന്ന് പ്രക്രിയകളാണ് മൃതാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ ഫ്രാഗ്മെന്റേഷൻ, ലീച്ചിംഗ്, അപചയം എന്നിവ.

ഊർജപ്രവാഹം ഒരു ദിശയിലേക്കാണ് നടക്കുന്നത്. സൗരോർജം ആദ്യം സസ്യങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. തുടർന്ന് ആഹാരം ഉൽപ്പാദകരിൽ നിന്നും വിഘാടകരിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ വ്യത്യസ്ത പോഷണതലത്തിലുള്ള ജീവികൾ ആഹാരം അഥവാ ഊർജത്തിനായി പരസ്പരം ആശ്രയിക്കുന്നിനെ ഭക്ഷ്യശൃംഖല എന്നു പറയുന്നു. ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ വ്യത്യസ്ത ഘടകങ്ങളിൽ പോഷക മൂലകങ്ങൾ സംഭരിക്കുന്നതിനെയും പ്രവഹിക്കുന്നതിനെയും പോഷകങ്ങളുടെ ചാക്രിക പ്രവാഹം എന്നു പറയുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിലൂടെ പോഷകങ്ങളുടെ ആവർത്തിച്ചുള്ള ഉപയോഗം നടക്കുന്നു. വാതക ചക്രം, അവസാദചക്രം എന്നിങ്ങനെ രണ്ടുതരത്തിലുള്ള പോഷക ചക്രങ്ങളുണ്ട്. അന്തരീക്ഷം അല്ലെങ്കിൽ ജലമാണ് വാതകചക്രത്തിന്റെ സംഭരണ കേന്ദ്രം (കാർബൺ), എന്നാൽ അവസാദചക്രത്തിന്റെ സംഭരണകേന്ദ്രം ഭൂവല്ക്കമാണ് (ഫോസ്ഫ

റസ്). ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ നടക്കുന്ന പ്രക്രിയകളുടെ ഉൽപ്പന്നത്തെ ആവാസവ്യവസ്ഥ സേവനങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. ഉദാഹരണമായി വനങ്ങൾ വായു, ജലം എന്നിവ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നത്.

ജീവിസമുദായം സക്രിയവും കാലത്തിനനുസരിച്ചുള്ള മാറ്റങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുന്നതുമാണ്. ഇത്തരത്തിൽ അനുക്രമമായി നടക്കുന്ന മാറ്റങ്ങളാണ് പാരിസ്ഥിതിക അനുക്രമം. തരിശായ സ്ഥലങ്ങളിൽ ആദ്യ ജീവിവർഗങ്ങൾ വളരുന്നതോടെ അനുക്രമം ആരംഭിക്കുന്നു. തുടർന്ന് വിവിധങ്ങളായ ജീവികൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയും അവസാനം സന്തുലിതമായ ക്ലൈമാക്സ് കമ്യൂണിറ്റി രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. പരിസ്ഥിതിയിൽ മാറ്റമുണ്ടാകാത്ത കാലത്തോളം ക്ലൈമാക്സ് കമ്യൂണിറ്റി സന്തുലിതമായി നിലനിൽക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. വിട്ടു പോയ ഭാഗങ്ങൾ പൂരിപ്പിക്കുക.

   a) കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് സ്ഥിരീകരിക്കുന്നതിനാൽ സസ്യങ്ങളെ .... എന്നു പറയുന്നു.

   b) വളരെയധികം സസ്യങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്ന ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ സംഖ്യാപിരമിഡ് .... തരത്തിലുള്ളതായിരിക്കും.

   c) ജല ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഘടകമാണ് ....

   d) നമുക്ക് ചുറ്റുമുള്ള ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ സാധാരണ കാണപ്പെടുന്ന മൃതഭോജിയാണ് ....

   e) ഭൂമിയിലെ കാർബണിന്റെ പ്രധാന സംഭരണി .... ആണ്.

2. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നതിൽ ആരാണ് ഒരു ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ഏറ്റവും കൂടുതലായുള്ളത്?

   a) ഉൽപ്പാദകർ

   b) പ്രാഥമിക ഉപഭോക്താക്കൾ

   c) ദ്വിതീയ ഉപഭോക്താക്കൾ

   d) വിഘാടകർ

3. ഒരു തടാകത്തിലെ രണ്ടാമത്തെ പോഷണതലത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത്.

   a) സസ്യപ്ലവകം

   b) ജന്തുപ്ലവകം

   c) ബെൻത്തോസ് (ജലാശയത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിലുള്ള ജീവികൾ)

   d) മത്സ്യങ്ങൾ

4. ദ്വിതീയ ഉൽപ്പാദകർ ആണ്.

   a) സസ്യഭുക്കുകൾ

   b) ഉൽപ്പാദകർ

   c) മാംസഭുക്കുകൾ

   d) ഇവയൊന്നുമല്ല.

5. സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള പതനരശ്മികളിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന് അനുയോജ്യമായ വികിരണങ്ങൾ (PAR) എത്ര ശതമാനമാണ്?

   a) 100%

   b) 50%

   c) 1-5%

   d) 2-10%

6. വ്യത്യാസം എഴുതുക.

   a) ഗ്രേസിംഗ് ഭക്ഷ്യശൃംഖലയും മൃതാവശിഷ്ട ഭക്ഷ്യശൃംഖലയും

   b) ഉൽപ്പാദനവും ജീർണനവും

   c) നിവർന്ന പിരമിഡും തലകീഴായ പിരമിഡും.

   d) ഭക്ഷ്യശൃംഖലയും ഭക്ഷ്യശൃംഖലാജാലവും.

   e) ചപ്പുചവറുകളും ജൈവാവശിഷ്ടങ്ങളും (ലിറ്ററും ഡിട്രിറ്റസും).

   f) പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും ദ്വിതീയ ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയും

7. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഘടകങ്ങളെ കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.

8. ഇക്കോളജിക്കൽ പിരമിഡ് നിർവചിക്കുക. സംഖ്യാപിരമിഡും ജൈവപിണ്ഡ പിരമിഡും ഉദാഹരണ സഹിതം വിശദമാക്കുക.

9. പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമത എന്നാലെന്ത്? പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുക.

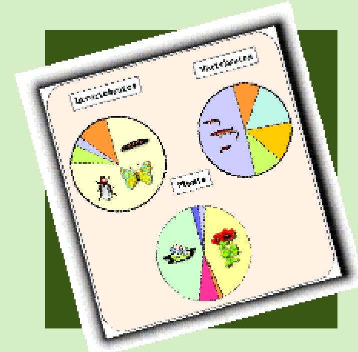
10. ജീർണനത്തിന്റെ നിർവചനം എഴുതുക. ജീർണനത്തിലെ പ്രക്രിയകളും ഉൽപ്പന്നങ്ങളും വിശദമാക്കുക.

11. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ഊർജപ്രവാഹം വിശദമാക്കുക.

12. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ അവസാദചക്രത്തിന്റെ പ്രധാന സവിശേഷതകൾ എഴുതുക.

13. ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ നടക്കുന്ന കാർബൺ ചക്രത്തിന്റെ പ്രധാന സവിശേഷതകൾ എഴുതുക.

അധ്യായം 15



ജൈവവൈവിധ്യവും സംരക്ഷണവും
(BIODIVERSITY AND CONSERVATION)

15.1 ജൈവവൈവിധ്യം

15.2 ജൈവവൈവിധ്യ സംരക്ഷണം

വിദൂരമായ നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളിൽ നിന്ന് ഏതെങ്കിലും അന്യഗ്രഹ ജീവികൾ ഭൂമിയിലെത്തുകയാണെങ്കിൽ അവ ഭൂമിയിലെ ജൈവവൈവിധ്യം കണ്ട് അത്ഭുതപ്പെട്ടുപോകും. ഈ ജൈവവൈവിധ്യം മനുഷ്യനെപ്പോലും നിരന്തരം വിസ്മയിപ്പിക്കുകയും ആകർഷിക്കുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. നമുക്കുചുറ്റും 20,000 ത്തിലധികം ഉറുമ്പ് സ്പീഷീസുകളും അത്രതന്നെ ഓർക്കിഡുസ്പീഷീസുകളും 28,000 മത്സ്യസ്പീഷീസുകളും 3,00,000 വണ്ട് സ്പീഷീസുകളും ഉണ്ടെന്നു വിശ്വസിക്കാൻ പ്രയാസം തോന്നാം. പരിസ്ഥിതി-ജീവപരിണാമ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഈ ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ പ്രസക്തിയെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാൻ നിരന്തരം ശ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അവർ അതിനായി പല പ്രധാന ചോദ്യങ്ങളും ഉന്നയിക്കുന്നുണ്ട് -
എന്തുകൊണ്ടാണ് ഇത്രയധികം ജീവിവർഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്? ഭൂമിയുടെ ചരിത്രത്തിലുടനീളം ഇത്രയധികം വൈവിധ്യം നിലനിൽക്കുന്നുണ്ടോ? എങ്ങനെയാണ് ഇത്തരത്തിലുള്ള വൈവിധ്യങ്ങൾ ഉണ്ടായത്? എന്തുകൊണ്ടാണ് ഈ വൈവിധ്യം ജീവമണ്ഡലത്തിൽ ഇത്ര പ്രധാനപ്പെട്ടതായത്? ജൈവവൈവിധ്യം തീരെ കുറവായിരുന്നെങ്കിൽ ജീവമണ്ഡലം എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുമായിരുന്നു? ജീവന്റെ വൈവിധ്യങ്ങൾ മനുഷ്യന് എങ്ങനെ ഗുണകരമാകുന്നു?

15.1 ജൈവവൈവിധ്യം

നമ്മുടെ ജീവമണ്ഡലത്തിൽ, സ്പീഷീസ് തലത്തിൽ മാത്രമല്ല ജൈവികഘടനയുടെ എല്ലാ തലങ്ങളിലും (കോശത്തിനുള്ളിലെ സ്ഥൂലതന്മാത്രകൾ മുതൽ ജീവമണ്ഡലം വരെ) അതിരറ്റ വൈവിധ്യം നിലനിൽക്കുന്നു.

ജൈവികഘടനയുടെ എല്ലാതലങ്ങളിലുമുള്ള സംയുക്ത വൈവിധ്യത്തെ വിശദീകരിക്കുന്നതിനായി 'ജൈവവൈവിധ്യം' (Biodiversity) എന്ന പദം ആവിഷ്കരിച്ച് പ്രചരിപ്പിച്ചത് സാമൂഹ്യജീവശാസ്ത്രജ്ഞനായ എഡ്വേർഡ് വിൽസൺ ആണ്. പ്രധാനപ്പെട്ട വൈവിധ്യതലങ്ങൾ ചുവടെപ്പറയുന്നു.

1. **ജനിതകവൈവിധ്യം:-** ഒരു സ്പീഷീസ് അതിന്റെ വിതരണ പരിധിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ജനിതകഘടനാതലത്തിൽ വളരെ വലിയ വൈവിധ്യം കാണിക്കുന്നു. ഹിമാലയത്തിന്റെ വിവിധ മലനിരകളിൽ വളരുന്ന *റാവുൾഫിയ വമറ്റോറിയ (Rauwolfia vomitoria)* എന്ന ഔഷധസസ്യം വളരെയധികം ജനിതകവൈവിധ്യം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ഇവയുടെ ഔഷധമൂല്യം, ഇതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന റിസർപിൻ (Reserpine) എന്ന സക്രിയരാസപദാർഥത്തിന്റെ അളവ് എന്നിവ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ വളരുന്ന സസ്യങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ഇന്ത്യയിൽത്തന്നെ 50,000 ത്തിലധികം വ്യത്യസ്ത ഇനങ്ങളിലുള്ള നെല്ലുകളും ആയിരത്തിലേറെ ഇനം മാവുകളുമുണ്ട്.
2. **സ്പീഷീസ് വൈവിധ്യം:-** സ്പീഷീസ് തലത്തിലുള്ള വൈവിധ്യമാണ് ഇതുകൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത്. ഉദാഹരണത്തിന് പൂർവഘട്ടത്തിലുള്ളതിനെക്കാൾ എത്രയോ മടങ്ങ് കൂടുതലാണ് പശ്ചിമഘട്ടത്തിലെ ഉഭയജീവിവർഗങ്ങളുടെ വൈവിധ്യം.
3. **ആവാസവ്യവസ്ഥാ വൈവിധ്യം:-** നോർവേപോലുള്ള സ്കാൻഡിനേവിയൻ രാജ്യത്തെക്കാൾ ആവാസവ്യവസ്ഥാ വൈവിധ്യത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഇന്ത്യ വളരെ മുന്നിലാണ്. മരുഭൂമികൾ, മഴക്കാടുകൾ, കണ്ടൽക്കാടുകൾ, പവിഴപ്പുറ്റുകൾ, തണ്ണീർത്തടങ്ങൾ, നദീമുഖങ്ങൾ, പുൽമേടുകൾ തുടങ്ങിയവയാൽ ഇന്ത്യയുടെ ആവാസജൈവവൈവിധ്യം വളരെ സമ്പന്നമാണ്.

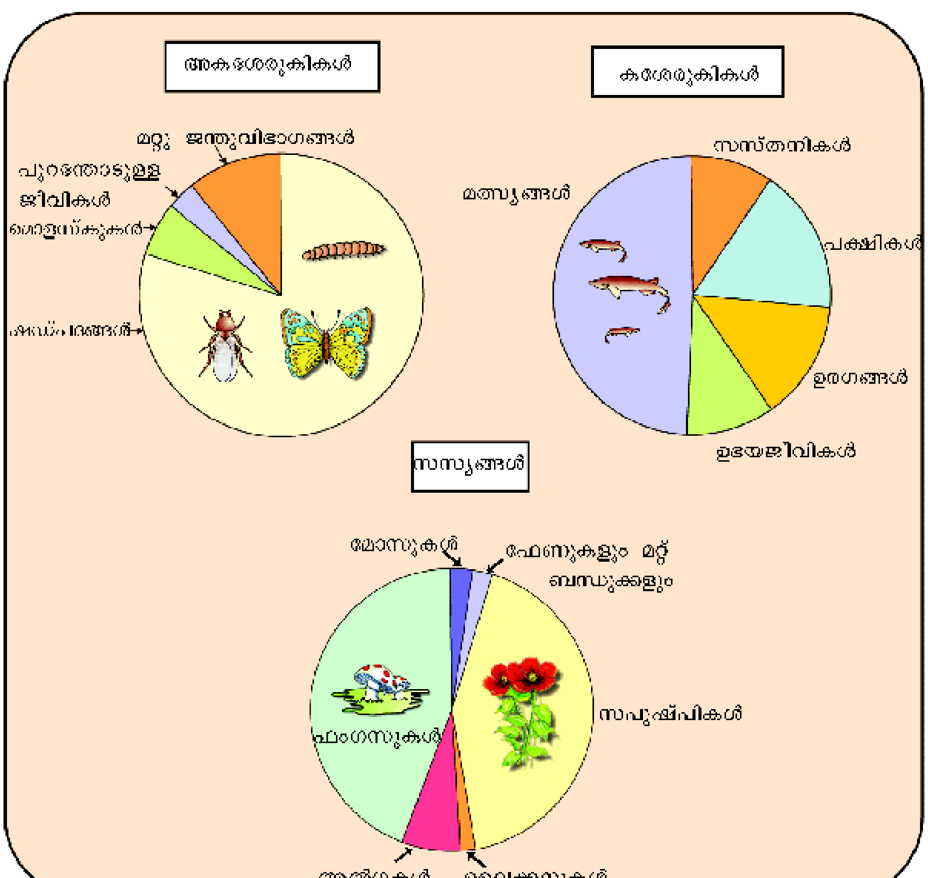
ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങളുടെ പരിണാമത്തിന്റെ ഫലമായാണ് ഭൂമിയിൽ ഇത്രയധികം വൈവിധ്യങ്ങൾ കുമിഞ്ഞുകൂടിയത്. എന്നാൽ നിലവിലെ നിരക്കിൽ വംശനാശം തുടരുകയാണെങ്കിൽ ഇന്നത്തെ ഈ ജൈവസമ്പത്തു മുഴുവൻ വെറും രണ്ട് ദശാബ്ദങ്ങൾകൊണ്ട് നഷ്ടമാകും. ആഗോളതലത്തിൽ ആശങ്ക ഉയർത്തുന്ന പ്രധാന പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങളാണ് ജൈവവൈവിധ്യവും അതിന്റെ സംരക്ഷണവും. ഭൂമിയിൽ നമ്മുടെ നിലനിൽപ്പിനും സുസ്ഥിതിക്കും ജൈവവൈവിധ്യത്തിന് നിർണായകമായ പ്രാധാന്യം ഉണ്ടെന്ന് ലോകമെമ്പാടുമുള്ള ജനങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാനും ചിന്തിക്കാനും തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്.

15.1.1 ഭൂമിയിലെത്ര ജീവിവർഗങ്ങൾ? ഇന്ത്യയിലെത്ര?

കണ്ടെത്തിയിട്ടുള്ള ജീവിവർഗങ്ങളുടെ പേരും മറ്റുവിവരങ്ങളും സംബന്ധിച്ച് പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ട രേഖകളുള്ളതിനാൽ ഇന്നുവരെ എത്രജീവിവർഗങ്ങൾ തിരിച്ചറിയപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെന്ന് നമുക്കറിയാൻ കഴിയും. പക്ഷേ ഭൂമുഖത്ത് ആകെ എത്ര സ്പീഷീസുകളുണ്ടെന്ന ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം പറയുക എളുപ്പമല്ല. 2004 ലെ IUCN കണക്കുപ്രകാരം ഇതുവരെ തിരിച്ചറിയപ്പെട്ട സസ്യ-ജന്തുസ്പീഷീസുകളുടെ ആകെ എണ്ണം 1.5 ദശലക്ഷത്തിലധികമാണ്. പക്ഷേ കണ്ടുപിടിക്കാനും തിരിച്ചറിയാനും ഇനിയെത്ര ജീവിവർഗങ്ങളുണ്ട് എന്നതിനെപ്പറ്റി നമുക്ക് വ്യക്തമായ ധാരണയില്ല.
ഉഷ്ണമേഖലാ രാജ്യങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് സമശീതോഷ്ണമേഖലാരാജ്യങ്ങളിൽ പല ജീവിവർഗങ്ങളുടെയും വിവരപ്പട്ടികകൾ (Species inventories) കൂടുതൽ പൂർണതയുള്ളതാണ്. ഉഷ്ണമേഖലയിൽ വിസ്മയാവഹമായ തരത്തിൽ ഒരു വലിയ അനുപാതം ജീവിവർഗങ്ങൾ ഇനിയും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടേണ്ടതായിട്ടുണ്ട്. ഈ വസ്തുത പരിഗണിച്ച് ജീവ

ശാസ്ത്രകാരന്മാർ ഉഷ്ണമേഖല-സമശീതോഷ്ണമേഖലാ സ്പീഷീസുകളുടെ സറിതി വിവരക്കണക്കുകളുടെ താരതമ്യപഠനം നടത്തുന്നു. ഇതിനായി ഷഡ്പദ വിഭാഗത്തെ ഒന്നൊഴിയാതെ പഠിച്ചുകൊണ്ട് മറ്റു ജീവിവർഗങ്ങളുടെ എണ്ണം കണക്കാക്കുകയും അതു വഴി ഭൂമുഖത്തെ ആകെ ജീവിവർഗങ്ങളുടെ എണ്ണം കണക്കാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ചില കണക്കുകൾ ആഗോള സ്പീഷീസ് വൈവിധ്യം 20 മുതൽ 50 ദശലക്ഷം വരെ എന്നുപറയുമ്പോൾ റോബർട്ട് മേ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഏറെക്കുറെ ശാസ്ത്രീയമായ കണക്കുകളിലൂടെ പറയുന്നത് ആഗോളസ്പീഷീസ് വൈവിധ്യം ഏകദേശം 7 ദശലക്ഷം എന്നാണ്.

ഇപ്പോൾ ലഭ്യമായിട്ടുള്ള സ്പീഷീസുകളുടെ വിവരപ്പട്ടികകളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഭൂമിയുടെ ജൈവവൈവിധ്യം സംബന്ധിച്ച ചില രസകരമായ വസ്തുതകൾ നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം. രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള 70 ശതമാനത്തിലധികം സ്പീഷീസുകളും ജന്തുക്കളുടേതാണ്. എന്നാൽ സസ്യങ്ങൾ (ആൽഗകൾ, ഫംഗസുകൾ, ബ്രയോഫൈറ്റുകൾ, ആവൃതബീജസസ്യങ്ങൾ, സപുഷ്പികൾ, എന്നിവ ഉൾപ്പെടെ) ആകെയുള്ളതിന്റെ 22 ശതമാനത്തിലധികം വരില്ല. ജന്തുക്കളിൽ ഷഡ്പദങ്ങളാണ് ഏറ്റവുമധികം വൈവിധ്യമുള്ള ജീവിവർഗം. ഇവ ആകെയുള്ള ജീവിവർഗത്തിന്റെ 70 ശതമാനത്തോളംവരും. അതായത് ഭൂമിയിലെ 10 ജന്തുക്കളിൽ 7 എണ്ണം ഷഡ്പദങ്ങളാണ്. ഷഡ്പദങ്ങളിലെ ഇത്ര ഭീമമായ വൈവിധ്യം നമുക്കെങ്ങനെ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയും? ലോകത്തെ ഫംഗസ് സ്പീഷീസുകളുടെ എണ്ണം മത്സ്യങ്ങൾ, ഉഭയജീവികൾ, ഉരഗങ്ങൾ, സസ്തനികൾ എന്നിവയുടെ ആകെ സ്പീഷീസുകളുടെ എണ്ണത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണ്.
(ചിത്രം 15.1 – പ്രധാനവർഗങ്ങളുടെ ജൈവവൈവിധ്യം ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.)



ചിത്രം 15.1 ആഗോള ജൈവവൈവിധ്യത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. (സസ്യങ്ങൾ, അകശേരുകികൾ, കശേരുകികൾ എന്നിവയുടെ പ്രധാന സ്പീഷീസുകളുടെ ആനുപാതിക എണ്ണം)

ഈ കണക്കുകളൊന്നും തന്നെ പ്രോക്കാരിയോട്ടുകളെ സംബന്ധിച്ച് ഒരു വിവരവും നൽകുന്നില്ല എന്നത് ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. എത്ര പ്രോകാരിയോട്ടിക് സ്പീഷീസുകളുണ്ടെന്നതിനെക്കുറിച്ച് ജീവശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് കൃത്യമായ അറിവുകളില്ല. ഇതിന്റെ പ്രധാനകാരണം പരമ്പരാഗത വർഗീകരണരീതികൾ സൂക്ഷ്മജീവി വർഗങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാൻ യോജിച്ചതല്ലെന്നതാണ്. പല സൂക്ഷ്മജീവി വർഗങ്ങളും പരീക്ഷണശാലയിൽ വളർത്തിയെടുക്കാൻ കഴിയുന്നവയല്ല. ഇവയുടെ വർഗങ്ങളെ രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ ജൈവരാസ/തന്മാത്രാരീതികൾ അനുവർത്തിക്കുകയാണെങ്കിൽ ദശലക്ഷക്കണക്കിന് സൂക്ഷ്മ ജീവിവർഗങ്ങളെ കണ്ടെത്താനും തിരിച്ചറിയാനും കഴിയും. ഇന്ത്യക്ക് ലോകഭൂവിസ്തൃതിയുടെ 2.4 ശതമാനം മാത്രമേയുള്ളുവെങ്കിലും ആഗോള സ്പീഷീസ് വൈവിധ്യത്തിൽ നമ്മുടെ സംഭാവന 8.1 ശതമാനമാണ്. ഇതാണ് ലോകത്തെ 12 ബൃഹത് ജൈവവൈവിധ്യ രാജ്യങ്ങളിൽ ഒന്നായി ഇന്ത്യ മാറാനുള്ള കാരണം. ഏകദേശം 45,000 സസ്യ സ്പീഷീസുകളെയും അതിന്റെ ഇരട്ടിയോളം ജന്തു സ്പീഷീസുകളെയും ഇന്ത്യയിൽ നിന്ന് കണ്ടെത്തി രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. എത്ര ജീവിവർഗങ്ങളാണ് ഇനിയും തിരിച്ചറിയപ്പെടാനുള്ളത്? റോബർട്ട് മേയുടെ ആഗോള കണക്കുകൾ നമ്മൾ സ്വീകരിക്കുകയാണെങ്കിൽ, ആകെയുള്ള സ്പീഷീസുകളുടെ 22 ശതമാനം മാത്രമേ ഇതുവരെ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ളൂ. ഈ അനുപാതത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇന്ത്യയിൽ ഇനിയും 1,00,000 ത്തിലധികം സസ്യസ്പീഷീസുകളും 3,00,000 ത്തിലധികം ജന്തു സ്പീഷീസുകളും തിരിച്ചറിയപ്പെടാനുണ്ട്. നമ്മുടെ രാജ്യത്തിന്റെ ജൈവസമ്പത്തിന്റെ പട്ടിക നമുക്കെപ്പോഴെങ്കിലും പൂർണമാക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒന്നാണോ? ഇതിനുവേണ്ട പരിശീലനം സിദ്ധിച്ച വർഗീകരണശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ എണ്ണവും ആവശ്യമായ സമയവും ഒന്ന് ചിന്തിച്ചു നോക്കൂ. തിരിച്ചറിയപ്പെടുന്നതിനുമുമ്പുതന്നെ ഒരു വലിയ വിഭാഗം ജീവിവർഗം വംശനാശഭീഷണിയിലാണ്. പ്രകൃതിയിലെ ജൈവഗ്രന്ഥശാല, അതിലുള്ള പുസ്തകങ്ങളെ മുഴുവനും പട്ടികപ്പെടുത്തുന്നതിന് മുമ്പ് കത്തിയെരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്ന് ആലങ്കാരികമായി പറയാം.

15.1.2 ജൈവവൈവിധ്യ വിതരണക്രമം

(i) അക്ഷാംശ ശ്രേണീകരണം (Latitudinal Gradients): സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുക്കളുടെയും വൈവിധ്യവും വിതരണവും ലോകത്തെല്ലായിടത്തും ഒരുപോലെയല്ല. പല സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുക്കളുടെയും വിതരണത്തിൽ രസകരമായൊരു ക്രമം കാണപ്പെടുന്നു. ജൈവവൈവിധ്യത്തിലെ അക്ഷാംശശ്രേണീകരണം അറിയപ്പെടുന്നൊരു വിതരണക്രമമാണ്. പൊതുവെ, ഭൂമധ്യരേഖയിൽ നിന്ന് ധ്രുവങ്ങളിലേക്കു പോകുന്തോറും സ്പീഷീസുകളുടെ വൈവിധ്യം കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു വരുന്നു. ചുരുക്കം ചിലത് ഒഴിവാക്കിയാൽ സമശീതോഷ്ണമേഖലയിലോ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലോ ഉള്ളതിനെക്കാൾ കൂടുതൽ ജീവിവർഗങ്ങൾ ഉഷ്ണമേഖലയിൽ (അക്ഷാംശരേഖ പരിധി 23.5^0N മുതൽ 23.5^0S വരെ) കാണപ്പെടുന്നു. ഭൂമധ്യരേഖയ്ക്കടുത്ത് സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന കൊളംബിയയിൽ ഏകദേശം 1400 ഇനം (സ്പീഷീസ്) പക്ഷികൾ കാണപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ 41°N ൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ന്യൂയോർക്കിൽ 105 ഇനം പക്ഷികളും 71^0 N ൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഗ്രീൻലാൻഡിൽ 56 ഇനം പക്ഷികളുമേയുള്ളൂ. ഇന്ത്യയുടെ ഭൂപ്രദേശങ്ങളിലേറെയും ഉഷ്ണമേഖലാ അക്ഷാംശത്തിൽ ആണ് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. ഇവിടെ 1200 ലധികം ഇനം പക്ഷികളുണ്ട്. ഇക്വഡോർ പോലുള്ള ഉഷ്ണമേഖലാവനത്തിൽ ശീതോഷ്ണമേഖലാ വനത്തിലുള്ളതിനെക്കാൾ (ഉദാ: മധ്യപടിഞ്ഞാറ് അമേരിക്ക) 10 മടങ്ങ് സംവഹന സസ്യങ്ങൾ (Vascular plants) കാണപ്പെടുന്നു. ഉഷ്ണമേഖലയിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന തെക്കേ

അമേരിക്കയിലെ ആമസോൺ മഴക്കാടുകളിലാണ് ഭൂമിയിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ ജൈവവൈവിധ്യമുള്ളത്. 2004 ലെ കണക്കുകൾ പ്രകാരം 40,000 ഇനം സസ്യങ്ങൾ, 3000 ഇനം മത്സ്യങ്ങൾ, 1300 ഇനം പക്ഷികൾ, 427 ഇനം സസ്തനികൾ, 427 ഇനം ഉഭയജീവികൾ, 378 ഉരഗങ്ങൾ, 1,25,000 ത്തിലധികം അകശേരുകികൾ എന്നിവ ആമസോൺ കാടുകളിലുണ്ട്. ഈ മഴക്കാടുകളിൽ ഇനിയും കണ്ടെത്താത്തതായി ഏറ്റവും കുറഞ്ഞത് 2 ദശലക്ഷം ഷഡ്പദങ്ങൾ ഉണ്ടെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അവകാശപ്പെടുന്നു.

എന്തു പ്രത്യേകതയാണ് ഉഷ്ണമേഖലകളെ ഇത്രവലിയ ജൈവസമ്പത്തിന്റെ കലവറയാക്കി മാറ്റുന്നത്?

പരിസ്ഥിതിപരിണാമ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് വ്യത്യസ്ത പരികല്പനകൾ രൂപീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. അവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ട ചിലത് താഴെപ്പറയുന്നു.

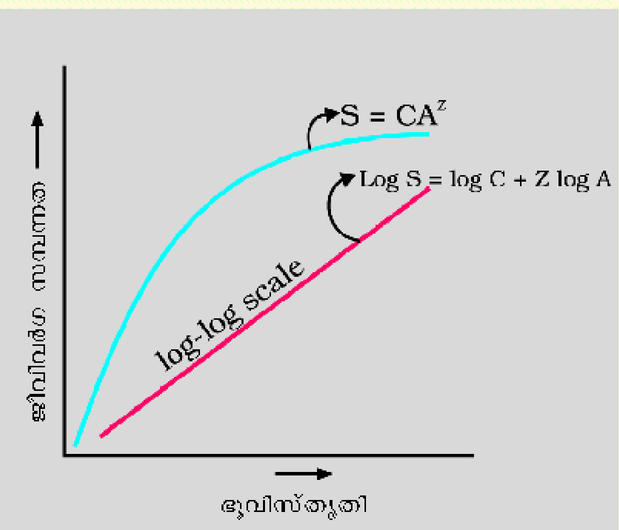
എ) ജീവിവർഗങ്ങളുടെ ആവിർഭാവം കാലക്രമത്തിൽ സംഭവിക്കുന്ന ഒന്നാണ്. പണ്ടുകാലത്ത് സമശീതോഷ്ണ ഭൂപ്രദേശങ്ങൾ തുടർച്ചയായുള്ള ഹിമപാതത്തിന് വിധേയമായിട്ടുണ്ട്. നേരെമറിച്ച് ഉഷ്ണമേഖലാപ്രദേശങ്ങൾ ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങളായി യാതൊരു കാലാവസ്ഥാവ്യതിയാനങ്ങളുമില്ലാതെ തുടരുന്നു. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ജീവിവർഗങ്ങളുടെ പരിണാമത്തിനും പുതിയ വർഗങ്ങളുടെ ആവിർഭാവത്തിനും ഉതകുന്ന തരത്തിൽ ദീർഘമായ ഒരു കാലയളവ് അവയ്ക്ക് ലഭിച്ചു.

ബി) ഉഷ്ണമേഖലയിലെ പരിസ്ഥിതി സമശീതോഷ്ണമേഖലയിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി സ്ഥിരമായിരിക്കും. അതിന് പ്രവചനാതീതമായ മാറ്റങ്ങളുണ്ടാകുന്നില്ല. ഇത്തരം സ്ഥിരമായ പരിസ്ഥിതി, ആവാസങ്ങളുടെ സവിശേഷവൽക്കരണത്തിന് സഹായിക്കുന്നു. ഇത് ജൈവവൈവിധ്യത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു.

സി) ഉഷ്ണമേഖലയിൽ കൂടുതൽ സൂര്യപ്രകാശം ലഭിക്കുന്നു. ഇത് ഉൽപ്പാദനം കൂടാനിടയാക്കുകയും പരോക്ഷമായി ജൈവവൈവിധ്യസമ്പന്നതയ്ക്ക് മുതൽക്കൂട്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

(ii) ജീവിവർഗ-ഭൂവിസ്തീർണബന്ധങ്ങൾ

ജർമൻകാരനായ പ്രശസ്ത പ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞനും ഭൗമശാസ്ത്രജ്ഞനുമായ അലക്സാണ്ടർ ഫോൺ ഹംബോൾട്ട് (Alexander Von Humboldt) തെക്കേ അമേരിക്കൻ കാടുകളിൽ വ്യാപകമായി നടത്തിയ പഠനങ്ങളിൽ നിന്ന് നിരീക്ഷിച്ചത് ഒരു പ്രദേശത്തിന്റെ ഭൂവിസ്തൃതി കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അവിടത്തെ ജീവിവർഗങ്ങളുടെ സമ്പന്നത വർധിക്കുന്നു (ഒരു പരിധിവരെ) എന്നാണ്. വാസ്തവത്തിൽ, ജൈവസമ്പന്നതയും ഭൂവിസ്തൃതിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ചിത്രീകരിച്ചാൽ അത് ഒരു ദീർഘചതുരാകൃതിയിലുള്ള അതിപരവലയം (Hyperbola) ആയിരിക്കും.



ചിത്രം 15.2 ജീവിവർഗവും ഭൂവിസ്തൃതിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കാണിക്കുന്നു. ലോഗ് സ്കെയിലിൽ രേഖീയബന്ധം പ്രകടമാകുന്നു.

ഈ ബന്ധത്തെ ഒരു സമവാക്യത്തിലൂടെ വിശദീകരിക്കാം.

$$\log S = \log C + Z \log A$$

S = ജീവിവർഗ സമ്പന്നത

A = ഭൂവിസ്തൃതി

Z = രേഖയുടെ ചരിവ് (Regression Coefficient)

C = Y - ഇന്റർസെപ്റ്റ്

ജീവശാസ്ത്രകാരൻമാരുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ ഏതു ജീവിവർഗമായാലും ഏതു ഭൂപ്രദേശമായാലും Z ന്റെ മൂല്യം 0.1 നും 0.2 നും ഇടയിലായിരിക്കും. കാലിഫോർണിയയിലെ പക്ഷികളായാലും ന്യൂയോർക്കിലെ മൊളസ്കുകളായാലും വരയുടെ ചരിവ് അതിശയിപ്പിക്കുന്നതരത്തിൽ സമാനമായിരിക്കും. എന്നാൽ ഭൂഖണ്ഡങ്ങൾ പോലുള്ള വലിയ പ്രദേശങ്ങളിലെ ജീവിവർഗ-ഭൂവിസ്തൃതിബന്ധം പരിഗണിക്കുമ്പോൾ Z ന്റെ മൂല്യം 0.6 മുതൽ 1.2 വരെയായിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന് വ്യത്യസ്ത ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിലെ, ഉഷ്ണമേഖലാവനങ്ങളിലുള്ള ഫലഭോജികളായ പക്ഷികളുടെയും സസ്തനികളുടെയും കാര്യത്തിൽ ഈ ചരിവ് 1.15 ആയിരിക്കും.

15.1.3 ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ ജീവിവർഗവൈവിധ്യത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം

ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രവർത്തനത്തിൽ ഒരു സമുദായത്തിലെ ജീവിവർഗങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിന് എന്തെങ്കിലും പ്രസക്തിയുണ്ടോ?

ഈ ചോദ്യത്തിന് കൃത്യമായൊരുത്തരം നൽകാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് ഇതുവരെ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. പല ദശാബ്ദങ്ങളായി പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രജ്ഞർ വിശ്വസിക്കുന്നത് കൂടുതൽ ജീവിവർഗങ്ങളുള്ള സമുദായം കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളത് ആയിരിക്കും എന്നാണ്. യഥാർഥത്തിൽ ഒരു ജീവിസമുദായത്തിന്റെ സ്ഥിരത എന്നതുകൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നതെന്താണ്? സ്ഥിരതയുള്ള ഒരു ജീവിസമുദായം ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയിൽ കാലാകാലങ്ങളിൽ കാര്യമായ വ്യതിയാനം കാണിക്കാറില്ല. ഇവ പ്രകൃതിദത്തമോ മനുഷ്യനിർമിതമോ ആയ ഇടപെടലുകളെ ചെറുത്തുനിൽക്കുന്നു. അന്യദേശജീവികളുടെ അധിനിവേശത്തെ ചെറുക്കുന്നു. ഈ ഘടകങ്ങൾ സ്പീഷീസ് സമ്പന്നതയുമായി എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നു നമുക്കറിയില്ല. എന്നാൽ ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലെ ദീർഘകാല പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് ഡേവിഡ് ടിൽമാൻ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഇതിന് ചില താൽക്കാലിക ഉത്തരങ്ങൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. കൂടുതൽ ജീവിവർഗങ്ങൾ അധിവസിക്കുന്ന സ്ഥലത്തെ ജൈവപിണ്ഡത്തിന് വർഷം തോറും കാര്യമായ വ്യതിയാനമുണ്ടാകുന്നില്ല എന്നദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ഉയർന്ന ജൈവവൈവിധ്യനിരക്ക് ഉൽപ്പാദനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുന്നു എന്നും അദ്ദേഹം പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ തെളിയിച്ചു.

എങ്ങനെയാണ് സ്പീഷീസ് സമ്പന്നത ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സുസ്ഥിതിക്ക് സഹായകമാവുന്നത് എന്ന് പൂർണമായും മനസിലാക്കാൻ കഴിയുന്നില്ലെങ്കിലും ഒരു കാര്യം നമുക്കറിയാം, ജൈവവൈവിധ്യം ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സുസ്ഥിതിക്ക് മാത്രമല്ല ഭൂമിയിൽ മനുഷ്യരാശിയുടെ നിലനിൽപ്പിനുതന്നെ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

ജീവിവർഗങ്ങൾ ഭീതിദമായ വേഗത്തിൽ ഭൂമുഖത്തു നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമാകുമ്പോൾ ആരെങ്കിലും ചോദിച്ചേക്കാം കുറച്ചുജീവിവർഗങ്ങൾ ഇവിടെ നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നതുകൊണ്ട് നമുക്കെന്തെങ്കിലും ദോഷമുണ്ടാകുന്നുണ്ടോ എന്ന്?

പശ്ചിമഘട്ട ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ നിന്ന് ഏതെങ്കിലുമൊരു ഇനം മരത്തവള എന്നന്നേയ്ക്കുമായി നശിച്ചു പോയാൽ അത് ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രവർത്തനത്തെ ബാധിക്കുമോ? ഈ ഭൂമുഖത്ത് 20,000 നു പകരം 15,000 ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ഉറുമ്പുകളേ ഉള്ളുവെങ്കിൽ അതെങ്ങനെയാണ് നമ്മുടെ ജീവിതത്തെ ബാധിക്കുന്നത്?

ഇത്തരം ചോദ്യങ്ങൾക്കൊന്നും കൃത്യമായ ഉത്തരങ്ങളില്ല. എങ്കിലും പോൾ ഏർലിക്ക് എന്ന സ്റ്റാൻഫോർഡിലെ ജീവശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഇതൊരു ഉപമയിലൂടെ വിശദീകരിക്കാൻ ശ്രമിച്ചിട്ടുണ്ട്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ സിദ്ധാന്തം റിവറ്റ്-പോപ്പർ പരികല്പന എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഈ പരികല്പന പ്രകാരം ഒരു വിമാനത്തിന്റെ (ആവാസവ്യവസ്ഥ) എല്ലാ ഭാഗങ്ങളും ആയിരക്കണക്കിന് റിവറ്റുകൾ (സ്പീഷീസുകൾ) കൊണ്ട് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ വിമാനത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഓരോ യാത്രക്കാരനും ഓരോ റിവറ്റുവീതം ഊരിയെടുത്ത് കൊണ്ടുപോകുകയാണെങ്കിൽ (ഒരു സ്പീഷീസിന്റെ വംശനാശം) തുടക്കത്തിൽ വിമാനത്തിന്റെ സുരക്ഷയെ (ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രവർത്തനം) ഇത് ബാധിക്കുന്നില്ല. പക്ഷേ കൂടുതൽ റിവറ്റുകൾ നീക്കം ചെയ്യുന്നത് കാലക്രമത്തിൽ വിമാനത്തെ അപകടകരമാംവിധം ദുർബലപ്പെടുത്തുന്നു. ചിറകുകളിലെ റിവറ്റ് (ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ മുഖ്യ സ്പീഷീസ്) നീക്കം ചെയ്യുന്നത് വിമാനത്തിന്റെ സുരക്ഷയെ ഗുരുതരമായി ബാധിക്കുന്നു.

15.1.4 ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ നാശം

പുതിയ ജീവിവർഗങ്ങൾ (സ്പീഷീസുകൾ) ഭൂമിയുടെ കലവറയിലേക്ക് കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നുണ്ടോ എന്ന കാര്യത്തിൽ ഉറപ്പൊന്നുമില്ലെങ്കിലും നിലവിലുള്ളവ തുടർച്ചയായി നാശത്തിനുവിധേയമാകുന്നുണ്ട് എന്നതിൽ സംശയമില്ല. ഭൂമിയിലെ ജൈവവൈവിധ്യത്തിന് അതിവേഗം ശോഷണം സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇതിനു പ്രധാനകാരണമായി ചൂണ്ടിക്കാണിക്കപ്പെടുന്നത് മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ്. ട്രോപ്പിക്കൽ പസഫിക് ദ്വീപുകളിൽ മനുഷ്യൻ ആവാസം തുടങ്ങിയതോടെ അവിടെയുണ്ടായിരുന്ന പക്ഷികളുടെ 2000 ത്തിലധികം സ്പീഷീസുകൾക്ക് വംശനാശം സംഭവിച്ചു. IUCN ചുവന്ന പട്ടിക പ്രകാരം (2004) കഴിഞ്ഞ 500 വർഷത്തിനുള്ളിൽ 784 സ്പീഷീസുകൾക്ക് (338 കശേരുകികൾ, 359 അകശേരുകികൾ, 89 സസ്യങ്ങൾ) വംശനാശം സംഭവിച്ചു. മൗറീഷ്യസിലെ ഡോഡോ പക്ഷി, ആഫ്രിക്കയിലെ ഖാഗ, ആസ്ട്രേലിയയിലെ തൈലസിൻ, റഷ്യയിൽ കാണപ്പെട്ടിരുന്ന സ്റ്റെല്ലറുടെ കടൽപ്പശു, കടുവയുടെ മൂന്ന് ഉപസ്പീഷീസുകൾ (ബാലി, ജാവൻ, കാസ്പിയൻ) എന്നിവ അടുത്ത കാലത്ത് വംശനാശം സംഭവിച്ച ജീവികൾക്കുദാഹരണമാണ്. കഴിഞ്ഞ 20 കൊല്ലത്തിനുള്ളിൽ 27 ഇനം ജീവികളാണ് ഭൂമുഖത്തുനിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമായത്. ഉഭയജീവികൾ പോലുള്ളവ വംശനാശഭീഷണി കൂടുതലായി അഭിമുഖീകരിക്കുന്നു. ലോകമൊട്ടാകെ 15,500 ലധികം ജീവിവർഗങ്ങൾ വംശനാശഭീഷണിയിലാണ്. 2004 ലെ കണക്കനുസരിച്ച് ലോകത്ത് 12 ശതമാനം പക്ഷികൾ, 23 ശതമാനം സസ്തനികൾ, 33 ശതമാനം ഉഭയജീവികൾ, 31 ശതമാനം ആവൃതബീജസസ്യങ്ങൾ എന്നിവ വംശനാശഭീഷണി നേരിടുന്നു.

മനുഷ്യൻ രംഗപ്രവേശം ചെയ്യുന്നതിന് എത്രയോ മുമ്പുതന്നെ ഇത്തരത്തിൽ ജീവികളുടെ വൻതോതിലുള്ള വംശനാശം നടന്നിട്ടുണ്ട് എന്നതിനുള്ള തെളിവുകൾ ഫോസിൽ രേഖകളിൽ നിന്ന് ലഭ്യമാണ്. ഭൂമിയിൽ ജീവന്റെ ചരിത്രത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണത്തിൽ നിന്നാണ് ഈ വിവരങ്ങൾ ലഭ്യമാകുന്നത്. ഭൂമിയിൽ ജീവികൾ ആവിർഭവിച്ചതിനുശേഷമുള്ള ഒരു നീണ്ടകാലഘട്ടത്തിൽ (300 കോടി വർഷങ്ങൾക്കിടയിൽ) 5 തവണ ജീവികളുടെ കൂട്ടവംശനാശം സംഭവിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇപ്പോൾ പുരോഗമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന 'ആറാമത് വംശനാശം' കഴിഞ്ഞുപോയവയിൽ നിന്ന് എങ്ങനെയാണ് വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്? പ്രധാനവ്യത്യാസം വംശനാശത്തിന്റെ നിരക്കിലാണ്. വർത്തമാനകാലത്തെ വംശനാശത്തിന്റെ നിരക്ക് മുമ്പത്തേതിനേക്കാൾ (മനുഷ്യന്റെ ആവിർഭാവത്തിനുമുമ്പ്) 100 മുതൽ 1000 മടങ്ങ് വരെ വേഗത്തിലാണ്. മനുഷ്യന്റെ ഇടപെടലാണ് വംശനാശത്തിന്റെ വേഗത വർധിപ്പിക്കുന്നത്. ഈ പ്രവണത തുടരുകയാണെങ്കിൽ അടുത്ത 100

വർഷത്തിനുള്ളിൽ ഇപ്പോൾ ഭൂമുഖത്ത് കാണുന്ന ജീവിവർഗങ്ങളുടെ പകുതിയോളം ഇവിടെ നിന്ന് തുടച്ചുനീക്കപ്പെടും എന്ന് ജീവശാസ്ത്രജ്ഞർ മുന്നറിയിപ്പ് നൽകുന്നു.

പൊതുവെ ഒരു പ്രദേശത്തെ ജൈവവൈവിധ്യശോഷണത്തിന്റെ ഫലമായി (a) സസ്യോൽപ്പാദനത്തിൽ കുറവുവരുന്നു (b) വരൾച്ചപോലുള്ള പാരിസ്ഥിതിക മാറ്റങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള കഴിവ് കുറയുന്നു (c) സസ്യോൽപ്പാദനക്ഷമത, ജലത്തിന്റെ ഉപയോഗം, കീടരോഗചക്രങ്ങൾ തുടങ്ങി ചില ആവാസവ്യവസ്ഥാപ്രക്രിയകളുടെ വ്യതിയാനം വർധിക്കുന്നു.

ജൈവവൈവിധ്യനാശത്തിന്റെ കാരണങ്ങൾ : ഇന്ന് ലോകം നേരിട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വർധിച്ച നിരക്കിലുള്ള വംശനാശങ്ങൾക്ക് പ്രധാനകാരണം മനുഷ്യന്റെ പ്രവൃത്തികളാണ്. നാലുപ്രധാനകാരണങ്ങൾ ജൈവവൈവിധ്യനാശത്തിനു പിന്നിലുണ്ട്. (ഇവ തിന്മയുടെ ചതുഷ്കോണം അഥവാ 'Evil Quartet' എന്നറിയപ്പെടുന്നു)

i) **ആവാസനാശവും വിഭജനവും :** സസ്യങ്ങളെയും ജന്തുക്കളെയും വംശനാശത്തിലേക്ക് തള്ളിവിടുന്ന ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട കാരണമാണിത്. ആവാസനാശത്തിന് ഏറ്റവും നല്ല ഉദാഹരണങ്ങൾ ഉഷ്ണമേഖലാ മഴക്കാടുകളിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്നു. ഒരിക്കൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെ 14 ശതമാനത്തിലേറെയുണ്ടായിരുന്ന ഈ മഴക്കാടുകൾ ഇന്ന് 6 ശതമാനമേയുള്ളൂ. അവ വളരെ വേഗത്തിൽ നശിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. നിങ്ങൾ ഈ അധ്യായം വായിച്ചു തീരുമ്പോഴേക്കും വീണ്ടുമൊരു 1000 ഹെക്ടർ മഴക്കാടുകൂടി നഷ്ടപ്പെട്ടിരിക്കും. 'ഭൂമിയുടെ ശ്വാസകോശങ്ങൾ' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ആമസോൺ മഴക്കാടുകളിൽ ദശലക്ഷക്കണക്കിന് ജീവിവർഗങ്ങളാണുള്ളത്. ഈ കാടുകളെ സോയാബീൻ കൃഷിക്കും, മാടുവളർത്തലിനാവശ്യമായ പുൽമേടുകൾക്കുമായി വെട്ടിവെളുപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ആവാസ വ്യവസ്ഥകളുടെ നാശം കൂടാതെ, മലിനീകരണം മൂലം ആവാസങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന അപചയവും പലയിനം ജീവികളുടെയും നിലനിൽപ്പിന് ഭീഷണിയാവുന്നു. മനുഷ്യന്റെ വിവിധതരം പ്രവൃത്തികൾ കാരണം വലിയ ആവാസങ്ങൾ പലതായി വിഭജിക്കപ്പെടുമ്പോൾ, കൂടുതൽ അതിർത്തികൾ ആവശ്യമുള്ള ദേശാടനപ്പക്ഷികൾ അടക്കമുള്ള ജീവിവർഗങ്ങളെ അത് പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നു. ഇത് ആ ജീവിഗണത്തിന്റെ എണ്ണം കുറയാനിടയാക്കുന്നു.

ii) **അമിതചൂഷണം :** മനുഷ്യൻ തന്റെ ആഹാരത്തിനും അഭയത്തിനും എല്ലായ്പ്പോഴും പ്രകൃതിയെ ആശ്രയിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ മനുഷ്യന്റെ 'ആവശ്യം', 'അത്യാഗ്രഹ'ത്തിനു വഴിമാറിയപ്പോൾ അത് പ്രകൃതി വിഭവങ്ങളുടെ അമിതചൂഷണത്തിനുകാരണമായി. മനുഷ്യന്റെ അത്യാർത്തികൊണ്ടു മാത്രം കഴിഞ്ഞ 500 വർഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ പല ജീവിവർഗങ്ങളും ഭൂമിയിൽ നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമായി (സ്റ്റെല്ലറുടെ പശു, സഞ്ചാരിപ്രാവ് തുടങ്ങിയവ). ഇന്ന് ലോകമെമ്പാടും വളരെയധികം കടൽ മത്സ്യങ്ങളെ അമിതമായി പിടിക്കുന്നുണ്ട്. ഇത് വാണിജ്യപ്രാധാന്യമുള്ള ചില സ്പീഷീസുകളുടെ തുടർന്നുള്ള നിലനിൽപ്പിന് ഭീഷണിയാകുന്നു.

iii) **അന്യദേശജീവികളുടെ അധിനിവേശം :** അന്യദേശങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ജീവിവർഗങ്ങൾ മനപ്പൂർവമായോ യാദൃച്ഛികമായോ നമ്മുടെ ആവാസങ്ങളിലെത്തുമ്പോൾ അവയിൽ ചിലത് അധിനിവേശ ജീവികളായി മാറുകയും തദ്ദേശീയ ഇനങ്ങളുടെ ശോഷണത്തിനോ നാശത്തിനോ കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. കിഴക്കേ ആഫ്രിക്കയിലെ വിക്ടോറിയ തടാകത്തിലേക്ക് നൈൽ പെർച്ച് എന്ന മത്സ്യത്തെ നിക്ഷേപിച്ചപ്പോൾ, ആ തടാകത്തിലുണ്ടായിരുന്ന 200 ലധികം തദ്ദേശീയ ഇനം സിക്ലിഡ് മത്സ്യങ്ങൾ അപ്രത്യക്ഷമായി. അധിനിവേശ ജീവജാതികൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന പാരിസ്ഥിതികനാശത്തെയും നമ്മുടെ തദ്ദേശീയ ഇനങ്ങൾക്കുനേരെ ഉയർത്തുന്ന വെല്ലുവിളികളെയും കുറിച്ച് നാം ബോധവാന്മാരായിരിക്കണം. അധിനിവേശ സസ്യങ്ങ

ളായ കാരറ്റ് പുല്ല് *(പാർത്തീനിയം)*, അരിപ്പൂ *(ലൻറ്റാന)*, കുളവാഴ *(ഐക്കോർണിയ)* എന്നിവ നമ്മുടെ തദ്ദേശീയ ഇനങ്ങൾക്ക് കടുത്ത വെല്ലുവിളിയാണ്. ഈയടുത്തകാലത്തായി മത്സ്യക്കൃഷിക്ക് വ്യാപകമായി, നിയമവിധേയമല്ലാതെ ഉപയോഗിക്കുന്ന ആഫ്രിക്കൻ മുഷി *(ക്ലാരിയാസ് ഗാരിപിനസ്)* നമ്മുടെ നദികളിലെ നാടൻ മുഷി മത്സ്യങ്ങളുടെ നിലനിൽപ്പിന് ഭീഷണിയാകുന്നു.

iv) **സഹവംശനാശം :** ഒരു ജീവിവർഗം അപ്രത്യക്ഷമാകുമ്പോൾ അതുമായി നേരിട്ട് ബന്ധമുള്ള മറ്റൊരു സസ്യവർഗമോ ജന്തുവർഗമോ കൂടി വംശനാശത്തിനിരയാകുന്നു. ഒരു ആതിഥേയ മത്സ്യത്തിന്റെ വർഗം നശിക്കുമ്പോൾ അതിനെ ആശ്രയിച്ചുജീവിക്കുന്ന പരാദജീവികളും നശിക്കുന്നു. സസ്യങ്ങളും പരാഗകാരികളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം മറ്റൊരുദാഹരണമാണ്. ഏതെങ്കിലും ഒന്നിന്റെ നാശം മറ്റൊന്നിന്റെ വംശനാശത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു.

15.2 ജൈവവൈവിധ്യ സംരക്ഷണം

15.2.1 നാം എന്തിന് ജൈവവൈവിധ്യം സംരക്ഷിക്കണം?

ജൈവവൈവിധ്യം സംരക്ഷിക്കപ്പെടേണ്ടതിന് വ്യക്തമായതോ അവ്യക്തമായതോ ആയ ഒരുപാടു കാരണങ്ങളുണ്ട്. അവയെ 3 വിഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.
i) സങ്കുചിത പ്രായോഗികവാദം, (ii) വിശാല പ്രായോഗികവാദം, (iii) നൈതികവാദം
ജൈവവൈവിധ്യസംരക്ഷണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള **സങ്കുചിത പ്രായോഗിക വാദഗതികൾ** വളരെ വ്യക്തമാണ്. മനുഷ്യൻ പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് എണ്ണമറ്റ സാമ്പത്തിക പ്രയോജനങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. ആഹാരം (ധാന്യങ്ങൾ, പയറുവർഗങ്ങൾ, ഫലങ്ങൾ), വിറക്, നാരുകൾ, നിർമ്മാണ സാമഗ്രികൾ, വ്യാവസായികോൽപ്പന്നങ്ങൾ (ടാനിൻ, സ്നേഹകങ്ങൾ, ഡൈ, റെസിനുകൾ, സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങൾ), ഔഷധഗുണമുള്ള വസ്തുക്കൾ തുടങ്ങിയവയൊക്കെ മനുഷ്യന് പ്രകൃതിനൽകുന്നു. ഇന്ന് ലോകമെമ്പാടുമുള്ള മാർക്കറ്റുകളിൽ ലഭ്യമാകുന്നതിൽ 25% വരുന്ന ഔഷധങ്ങൾ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നവയാണ്. പരമ്പരാഗത ചികിത്സാരീതികളിൽ 25,000 ത്തോളം സസ്യങ്ങൾ ഔഷധങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഉഷ്ണമേഖലാവനങ്ങളിൽ ഇനിയും കണ്ടെത്തപ്പെടാത്ത ഔഷധസസ്യങ്ങൾ എത്ര എന്ന് ആർക്കുമറിയില്ല.
സാമ്പത്തിക പ്രാധാന്യമുള്ള ജീവികളുടെ തന്മാത്രാ, ജനിതക, സ്പീഷിസ് തല വൈവിധ്യങ്ങളെ കണ്ടെത്തുന്നതിന് (Bioprospecting) കൂടുതൽ മാർഗങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതുവഴി ജൈവസമ്പന്നരാഷ്ട്രങ്ങൾക്ക് വൻ ലാഭമുണ്ടാക്കാൻ കഴിയും.
വിശാല പ്രായോഗിക വാദഗതികൾ പറയുന്നത് പ്രകൃതിനൽകുന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥാസേവനങ്ങൾക്ക് ഒരു പ്രധാനകാരണം ജൈവവൈവിധ്യമാണെന്നാണ്. ആമസോൺ വനങ്ങളിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലൂടെ ഭൂമിയിലെ ആകെ അന്തരീക്ഷ ഓക്സിജന്റെ 20% ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. പ്രകൃതി നൽകുന്ന ഈ സേവനത്തിന് വിലയിടാൻ നമുക്ക് കഴിയുമോ? നമ്മുടെ നാട്ടിലെ ആശുപത്രികൾ ഒരു ഓക്സിജൻ സിലിണ്ടറിന് ഈടാക്കുന്ന വില ഒന്നന്വേഷിച്ചാൽ പ്രകൃതി നൽകുന്ന ഈ സേവനത്തെക്കുറിച്ച് ഏകദേശധാരണ ലഭിക്കും. പരാഗണം, പ്രകൃതിയുടെ മറ്റൊരു വരദാനമാണ് (പരാഗണം എന്നൊന്നില്ലെങ്കിൽ സസ്യങ്ങൾക്ക് ഫലങ്ങളും വിത്തുകളും ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയില്ല). തേനീച്ചകൾ, വണ്ടുകൾ, പക്ഷികൾ, വവ്വാലുകൾ എന്നീ പരാഗകാരികൾ ഓരോ ആവാസവ്യവസ്ഥയിലും പരാഗണത്തിന് സഹായിക്കുന്നു.
പ്രകൃതിയിലെ പരാഗകാരികളുടെ സഹായമില്ലാതെ കൃത്രിമപരാഗണം നടത്തണമെങ്കിൽ എന്തു ചെലവുവരുമെന്ന് ഓർത്തുനോക്കൂ. നമുക്ക് പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന പ്രയോജനങ്ങൾ അളവറ്റതാണ്. നിബിഡവനങ്ങളിലൂടെ നടക്കുമ്പോഴും, വസന്തത്തിൽ

വിരിഞ്ഞ പൂക്കളെ കാണുമ്പോഴും കുയിലിന്റെ പാട്ടു കേട്ടുണരുമ്പോഴും അനുഭവിക്കുന്ന ആനന്ദത്തിന്റെ വില നിശ്ചയിക്കാൻ നമുക്കാവുമോ?
നൈതിക വാദഗതികൾ പ്രകാരം ദശലക്ഷക്കണക്കിന് സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ, സൂക്ഷ്മജീവികൾ എന്നിവക്കൊപ്പം ഭൂമിപങ്കിടുന്ന മനുഷ്യർ ഈ ജീവികളോട് കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. തത്വശാസ്ത്രപരമോ ആത്മീയമോ ആയി പറയുകയാണെങ്കിൽ ഓരോ ജീവിയിലും ആന്തരികമായൊരു മൂല്യമുണ്ട്. നമുക്ക് നേരിട്ടൊരു പ്രയോജനവും ചെയ്യുന്നില്ലെങ്കിൽക്കൂടി അവയെ സംരക്ഷിക്കേണ്ടത് നമ്മുടെ ധാർമിക ഉത്തരവാദിത്വമാണ്. വരുംതലമുറകൾക്കുവേണ്ടി നമ്മുടെ ജൈവപ്രതാപം അതിന്റെ എല്ലാ സത്തയോടും കൂടി സംരക്ഷിക്കേണ്ടത് നമ്മുടെ കടമയാണ്.

15.2.2 നാം എങ്ങനെ ജൈവവൈവിധ്യം സംരക്ഷിക്കും?

നാം ഒരു ആവാസവ്യവസ്ഥയെ പൂർണമായി സംരക്ഷിക്കുമ്പോൾ എല്ലാ തലങ്ങളിലുമുള്ള ജൈവവൈവിധ്യവും സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് വനം സംരക്ഷിക്കുമ്പോൾ കടുവകൾ സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ സമീപനം തൽസ്ഥലസംരക്ഷണം /*in situ* (onsite)/ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ഏതെങ്കിലും ഒരു ജന്തുവോ സസ്യമോ വംശനാശഭീഷണിനേരിടുകയാണെങ്കിൽ അടിയന്തിരസംരക്ഷണമാർഗങ്ങൾ അനുവർത്തിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഈ രീതികൾ ബഹിർസ്ഥല സംരക്ഷണം /*ex situ* (off site)/ എന്നറിയപ്പെടുന്നു.
തൽസ്ഥല സംരക്ഷണം : വികസനവും സംരക്ഷണവും തമ്മിലുള്ള വൈരുധ്യം നിലനിൽക്കുന്നതിനാൽ ജൈവസമ്പത്തിന്റെ പൂർണമായ സംരക്ഷണം എന്നത് അയാഥാർഥ്യമോ സാമ്പത്തികമായി ഗുണകരമല്ലാത്തതോ ആയി പല രാജ്യങ്ങളും കണക്കാക്കുന്നു. ലഭ്യമായിട്ടുള്ള സംരക്ഷണോപാധികൾക്ക് ഉൾക്കൊള്ളാവുന്നതിലും എത്രയോ അധികമാണ് വംശനാശഭീഷണിയിൽ നിന്നും രക്ഷിക്കപ്പെടേണ്ട ജീവികളുടെ എണ്ണം എന്ന് നിസ്സംശയം പറയാം. ആഗോളതലത്തിൽ പ്രഗത്ഭരായ സംരക്ഷണവാദികൾ ഇക്കാര്യം സജീവമായി ചർച്ചചെയ്യുന്നു. പരമാവധി സംരക്ഷണം ഉറപ്പാക്കുന്നതിനായി അവർ ചില 'ജൈവവൈവിധ്യ ഹോട്ട്സ്പോട്ടുകൾ' കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇവിടങ്ങളിൽ വളരെ ബൃഹത്തായ ജൈവസമ്പത്തും ജീവികളിലെ തദ്ദേശീയതയും നിലനിൽക്കുന്നു. ഒരു ജീവിവർഗം ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്തു മാത്രം കാണപ്പെടുകയും മറ്റൊരിടത്തും കാണപ്പെടാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന അവസ്ഥയാണ് **തദ്ദേശീയത (Endemism)**. തുടക്കത്തിൽ 25 ഹോട്ട്സ്പോട്ടുകളാണ് കണ്ടെത്തിയത്. പിന്നീട്, 9 എണ്ണം കൂടി ഈ പട്ടികയിൽ ഇടം പിടിച്ചു. ഇപ്പോൾ ലോകത്ത് ആകെ 34 ജൈവവൈവിധ്യഹോട്ട്സ്പോട്ടുകളുണ്ട്. ഈ ഹോട്ട്സ്പോട്ടുകളിൽ ത്വരിതഗതിയിലുള്ള ആവാസനാശം സംഭവിക്കുന്നു. ഇവയിൽ മൂന്നെണ്ണം നമ്മുടെ രാജ്യത്തെ വളരെ ഉയർന്ന ജൈവവൈവിധ്യ ഭൂപ്രദേശങ്ങളിലുൾപ്പെടുന്നു. അവ പശ്ചിമഘട്ടം - ശ്രീലങ്ക, ഇന്തോ-ബർമ, ഹിമാലയം എന്നിവയാണ്. എല്ലാ ഹോട്ട്സ്പോട്ടുകളും ചേർന്നാൽ ആകെ ഭൂവിസ്തൃതിയുടെ 2 ശതമാനത്തിലും താഴെയേ വരുന്നുള്ളൂ എങ്കിലും ഈ ഹോട്ട്സ്പോട്ടുകളിലെ ജീവിവർഗങ്ങളുടെ എണ്ണം വളരെക്കൂടുതലാണ്. ഈ ഹോട്ട്സ്പോട്ടുകളുടെ കർശന സംരക്ഷണത്തിലൂടെ ഇപ്പോൾ സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ജീവികളുടെ കൂട്ടവംശനാശം 30 ശതമാനത്തോളം കുറയ്ക്കാൻ കഴിയും.
ഇന്ത്യയിൽ പാരിസ്ഥിതിക സവിശേഷതകളുള്ള ജൈവസമ്പന്ന പ്രദേശങ്ങളെ ബയോസ്ഫിയർ റിസർവുകൾ, ദേശീയോദ്യാനങ്ങൾ, വന്യജീവിസങ്കേതങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ വേർതിരിച്ച് നിയമപരമായി പരിരക്ഷിച്ചിരിക്കുന്നു. 2004 ലെ കണക്കനുസരിച്ച് ഇന്ത്യ

യിൽ 14 ബയോസ്ഫിയർ റിസർവുകൾ, 90 ദേശീയോദ്യാനങ്ങൾ, 448 വന്യജീവിസങ്കേതങ്ങൾ എന്നിവയുണ്ട്. ഭാരതത്തിൽ പ്രകൃതിസംരക്ഷണത്തിന് മതപരവും സാംസ്കാരികവുമായ പാരമ്പര്യത്തിന്റെ ചരിത്രം കൂടിയുണ്ട്. പല സംസ്കൃതികളിലും കാടുകൾ സംരക്ഷിക്കുകയും അതിനുള്ളിലെ വൃക്ഷങ്ങളെയും ജീവികളെയും ആരാധിക്കുകയും ചെയ്തുപോരുന്നു. ഇത്തരം **കാവുകൾ (Sacred groves)** ഇന്ത്യയിൽ പലഭാഗത്തും കാണപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് മേഘാലയയിലെ ഖാസി, ജൈൻഷ്യകുന്നുകൾ, രാജസ്ഥാനിലെ ആരവല്ലി കുന്നുകൾ, കർണാടകയിലെയും മഹാരാഷ്ട്രയിലെയും പശ്ചിമഘട്ടപ്രദേശങ്ങൾ, മധ്യപ്രദേശിലെ സർഗുജ, ചന്ദ, ബസ്തർ പ്രദേശങ്ങൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ കാവുകൾ സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. മേഘാലയയിലെ കാവുകൾ ധാരാളം അപൂർവ ഇനത്തിൽപ്പെട്ടതും വംശനാശഭീഷണി നേരിടുന്നതുമായ സസ്യങ്ങളുടെ വാസസ്ഥാനമാണ്.

ബഹിർസ്ഥല സംരക്ഷണം : ഈ സംവിധാനത്തിൽ, വംശനാശഭീഷണി നേരിടുന്ന ജന്തുക്കളെയും സസ്യങ്ങളെയും അവയുടെ സ്വാഭാവിക ആവാസത്തിൽ നിന്ന് പ്രത്യേക സംരക്ഷിത ചുറ്റുപാടുകളിലേക്ക് മാറ്റിപ്പാർപ്പിച്ച് പ്രത്യേക ശ്രദ്ധ നൽകി സംരക്ഷിക്കുന്നു. മൃഗശാലകൾ (സുവോളജിക്കൽ പാർക്കുകൾ) സസ്യോദ്യാനങ്ങൾ (ബൊട്ടാണിക്കൽ ഗാർഡനുകൾ), വന്യജീവി സഫാരി പാർക്കുകൾ എന്നിവ ഈ ലക്ഷ്യത്തിനുവേണ്ടി തയാറാക്കപ്പെട്ടതാണ്. വംശനാശം സംഭവിച്ച പല വന്യജീവികളും സുവോളജിക്കൽ പാർക്കുകളിൽ സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. അടുത്ത കാലത്തായി വംശനാശ ഭീഷണി നേരിടുന്ന ജീവികളെ അടച്ചുപാർപ്പിക്കുന്ന രീതി എന്നതിൽ നിന്ന് ബഹിർസ്ഥല സംരക്ഷണം എന്ന ആശയം സാങ്കേതികമായി വളരെയധികം മുന്നോട്ട് പോയിട്ടുണ്ട്. അതിശീതസംസ്കരണ (ക്രയോപ്രിസർവേഷൻ) സങ്കേതങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ, വംശനാശഭീഷണി നേരിടുന്ന ജീവികളുടെ ലിംഗകോശങ്ങൾ ശേഖരിച്ച് ദീർഘകാലം സൂക്ഷിച്ച് വയ്ക്കുക, പരീക്ഷണശാലയിൽ വച്ച് അണ്ഡകോശങ്ങളിൽ കൃത്രിമമായി ബീജസംയോഗം നടത്തുക എന്നിവ ബഹിർസ്ഥല സംരക്ഷണത്തിന്റെ നൂതനമാർഗങ്ങളാണ്. ടിഷ്യുകൾച്ചർ വഴി സസ്യങ്ങളുടെ പുതിയ തലമുറകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ജനിതകവൈവിധ്യമുള്ള സസ്യങ്ങളുടെ വിത്തുകൾ ദീർഘകാലം വിത്തുബാങ്കുകളിൽ (Seed banks) സൂക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്നു. ജൈവവൈവിധ്യത്തിന് രാഷ്ട്രീയ സീമകളില്ലാത്തതിനാൽ ജൈവവൈവിധ്യ സംരക്ഷണം എല്ലാ രാഷ്ട്രങ്ങളുടെയും കർത്തവ്യമാണ്. 1992 ൽ റിയോ ഡി ജനീറോയിൽ നടന്ന ഭൗമഉച്ചകോടി (ജൈവവൈവിധ്യവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചരിത്രപരമായ കൂടിച്ചേരൽ) ജൈവവൈവിധ്യസംരക്ഷണത്തിനും സുസ്ഥിരമായ ഉപഭോഗത്തിനും ആവശ്യമായ നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളണമെന്ന് എല്ലാ രാഷ്ട്രങ്ങളോടും ആഹ്വാനം ചെയ്തു. ഇതിന്റെ തുടർച്ചയായി 2002 ൽ ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയിലെ ജൊഹനാസ്ബർഗിൽ നടന്ന ലോക ഉച്ചകോടിയിൽ 190 രാജ്യങ്ങൾ അവരുടെ നിലവിലെ ആഗോള, പ്രാദേശിക ജൈവവൈവിധ്യനാശത്തിന്റെ തോത് 2010 ഓടെ ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കുമെന്ന് പ്രതിജ്ഞ ചെയ്തു.

സംഗ്രഹം

ഏതാണ്ട് 3.8 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് ഭൂമിയിൽ ജീവൻ ആവിർഭവിച്ചതു മുതൽ ഇന്നോളം ജീവികളിൽ വൻതോതിലുള്ള വൈവിധ്യമുണ്ടായി. എല്ലാ ജൈവികതലങ്ങളിലും നിലനിൽക്കുന്ന വൈവിധ്യങ്ങളുടെ ആകെത്തുകയാണ് ജൈവവൈവിധ്യം എന്നതുകൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നത്. ജനിതക, സ്പീഷീസ്, ആവാസതലങ്ങളിലുള്ള വൈവിധ്യത്തിന് കൂടുതൽ പ്രാമുഖ്യം നൽകിക്കൊണ്ട് ഈ തലങ്ങളിലെല്ലാമുള്ള വൈവിധ്യം സംരക്ഷിക്കുക എന്നതാണ് പ്രധാന ലക്ഷ്യം.

1.5 ദശലക്ഷത്തിലേറെ സ്പീഷീസുകൾ ലോകത്ത് കണ്ടെത്തി രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. പക്ഷേ 6 ലക്ഷത്തോളം സ്പീഷിസുകൾ ഇനിയും ഭൂമിയിൽ കണ്ടെത്താനും തിരിച്ചറിയപ്പെടാനുമുണ്ട്. പേരു നൽകപ്പെട്ട സ്പീഷീസുകളിൽ 70 ശതമാനം ജന്തുക്കളാണ്. അവയിൽത്തന്നെ 70% ഷഡ്പദങ്ങളാണ്. ഫംഗസ് സ്പീഷീസുകളുടെ എണ്ണം കശേരുകികളുടെ ആകെ സ്പീഷീസുകളുടെ എണ്ണത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണ്. ഏകദേശം 45000 സ്പീഷീസ് സസ്യങ്ങളും അതിന്റെ ഇരട്ടി ജന്തുസ്പീഷിസുകളും ഉള്ള ഇന്ത്യ, ലോകത്ത് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ജൈവവൈവിധ്യമുള്ള രാജ്യങ്ങളിൽ 12-ാം സ്ഥാനത്താണ്.

ഭൂമിയിൽ എല്ലായിടത്തും സ്പീഷീസുകളുടെ വൈവിധ്യത്തിന്റെ വിതരണം ഒരു പോലെയല്ല; ചില രസകരമായ ക്രമങ്ങൾ ജൈവവൈവിധ്യ വിതരണത്തിൽ കാണാൻ കഴിയും. ജൈവവൈവിധ്യം ഏറ്റവും കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്നത് ഉഷ്ണമേഖലയിലാണ്. ധ്രുവങ്ങളിലേക്ക് വരുമ്പോൾ വൈവിധ്യം കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു വരുന്നു. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ ജൈവസമ്പന്നതയ്ക്കുള്ള പ്രധാന കാരണങ്ങളായി പറയുന്നത് ഉഷ്ണമേഖലയിലെ ദൈർഘ്യമേറിയ പരിണാമകാലം, ഏറെക്കുറെ സ്ഥിരമായ പരിസ്ഥിതി, സുലഭമായ സൂര്യപ്രകാശം (ഉൽപാദനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കാൻ കാരണമാകുന്നു) എന്നിവയാണ്. സ്പീഷീസ്സമ്പന്നത ഒരു പ്രദേശത്തെ ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലവിസ്തീർണവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്താം. സ്പീഷീസ് സ്ഥലവിസ്തീർണബന്ധം ഒരു ദീർഘചതുര അത്യായത വൃത്തം (ഹൈപ്പർബോള) കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കാം.

വൈവിധ്യം കൂടുതലുള്ള സമുദായങ്ങൾ കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളതായിരിക്കുമെന്ന് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവ കൂടുതൽ ഉൽപാദനക്ഷമതയുള്ളതും ജൈവാധിനിവേശത്തെ ചെറുക്കുന്നതുമാണ്. ഭൂമിയുടെ ജീവാശ്മ (ഫോസിൽ) ചരിത്രം പരിശോധിച്ചാൽ കഴിഞ്ഞ കാലങ്ങളിൽ കൂട്ടവംശനാശങ്ങളുണ്ടായിരുന്നതായി മനസ്സിലാക്കാം. പക്ഷേ ഇന്ന് മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ മൂലം വംശനാശത്തിന്റെ നിരക്ക് പണ്ടത്തേതിന്റെ 100 മുതൽ 1000 മടങ്ങ് വരെ കൂടുതലാണ്. അടുത്തകാലത്തായി ഏകദേശം 700 സ്പീഷീസുകൾക്ക് വംശനാശം സംഭവിച്ചു, 15,500 സ്പീഷീസുകൾ (ഇന്ത്യയിൽ 650 ലേറെ) വംശനാശഭീഷണി നേരിട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഉയർന്നതോതിലുള്ള വംശനാശത്തിനു പ്രധാനകാരണങ്ങൾ ആവാസനാശം, വേർപെടൽ, അമിത ചൂഷണം, ജൈവാധിനിവേശം, സഹവംശനാശം എന്നിവയാണ്.

മനുഷ്യരാശിയുടെ നിലനിൽപ്പിന് ഭൂമിയുടെ ജൈവസമ്പന്നത കാത്തു സൂക്ഷിക്കേണ്ടത് അനിവാര്യമാണ്. ജൈവവൈവിധ്യസംരക്ഷണത്തിന്റെ ആവശ്യകത ഊന്നിപ്പറയുന്ന 3 വാദഗതികൾ ഉയർന്നുവന്നിട്ടുണ്ട്. സങ്കുചിത പ്രായോഗികവാദം, വിശാല പ്രായോഗികവാദം, നൈതികവാദം എന്നിവ. ഭക്ഷണം, നാരുകൾ, വിറക്, ഔഷധങ്ങൾ തുടങ്ങിയ നേരിട്ടുള്ള പ്രയോജനങ്ങൾക്കുമപ്പുറം പരോക്ഷമായി ധാരാളം സേവനങ്ങൾ പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് നമുക്ക്

ലഭിക്കുന്നുണ്ട്. പരാഗണം, കീടനിയന്ത്രണം, കാലാവസ്ഥാസന്തുലനം, വെള്ളപ്പൊക്കനിയന്ത്രണം തുടങ്ങിയവയൊക്കെ പരോക്ഷസേവനങ്ങൾക്കുദാഹരണങ്ങളാണ്. ഭൂമിയുടെ ജൈവവൈവിധ്യം സംരക്ഷിക്കുകയും അത് അടുത്ത തലമുറയ്ക്ക് കൈമാറുകയും ചെയ്യുക എന്നത് നമ്മുടെ ഓരോരുത്തരുടെയും ധാർമിക ഉത്തരവാദിത്വമാണ്.

ജൈവവൈവിധ്യസംരക്ഷണത്തിന് തൽസ്ഥല സംരക്ഷണരീതിയും ബഹിർസ്ഥല സംരക്ഷണരീതിയും അനുവർത്തിച്ചു പോരുന്നു. തൽസ്ഥലസംരക്ഷണ രീതിയിൽ വംശനാശഭീഷണി നേരിടുന്ന ജീവികളെ അവയുടെ സ്വാഭാവിക ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ സംരക്ഷിക്കുന്നു. ഇതുവഴി ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സംരക്ഷണവും സാധ്യമാകുന്നു. അടുത്തകാലത്തായി ലോകത്ത് 34 ജൈവവൈവിധ്യഹോട്ട് സ്പോട്ടുകൾ തീവ്രജൈവവൈവിധ്യസംരക്ഷണത്തിനായി നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇവയിൽ മൂന്നെണ്ണം ഇന്ത്യയുടെ ജൈവവൈവിധ്യ പ്രദേശത്ത് ഉൾപ്പെടുന്നവയാണ്. (പശ്ചിമഘട്ടം- ശ്രീലങ്ക, ഹിമാലയം, ഇന്തോബർമ). ഇന്ത്യയിൽ 14 ബയോസ്ഫിയർ റിസർവുകൾ, 90 ദേശീയോദ്യാനങ്ങൾ, 450 ലേറെ വന്യജീവിസങ്കേതങ്ങൾ, ധാരാളം കാവുകൾ എന്നിവ തൽസ്ഥലസംരക്ഷണം സാധ്യമാക്കുന്നു. ബഹിർസ്ഥല സംരക്ഷണത്തിൽ ഭീഷണി നേരിടുന്ന സ്പീഷീസുകളെ മൃഗശാലകൾ, സസ്യോദ്യാനങ്ങൾ, കോശാന്തരിക ബീജസംയോഗം, ടിഷ്യുകൾച്ചർ, ലിംഗകോശങ്ങളുടെ അതിശീതസംസ്കരണം എന്നീ രീതികളിൽ സംരക്ഷിക്കുന്നു.

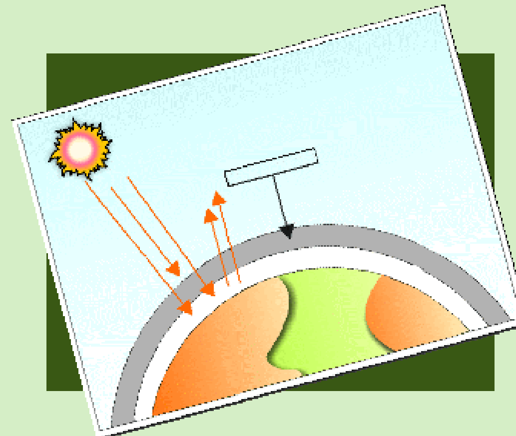
പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ 3 പ്രധാന ഘടകങ്ങൾ ഏവ?
2. പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞർ ലോകത്താകെയുള്ള സ്പീഷീസുകളുടെ എണ്ണം കണക്കാക്കുന്നതെങ്ങനെ?
3. ഉഷ്ണമേഖലയിൽ നിലനിൽക്കുന്ന ജൈവസമ്പന്നതയുടെ കാരണങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുന്ന 3 പരികല്പനകൾ ഏവ?
4. സ്പീഷീസും സ്ഥലവിസ്തീർണവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിൽ റിഗ്രഷൻ ചരിവിന്റെ (Slope of regression) പ്രധാന്യമെന്ത്?
5. ഒരു ഭൂപ്രദേശത്ത് സ്പീഷീസുകൾ നശിക്കുന്നതിന്റെ പ്രധാനകാരണങ്ങൾ ഏവ?
6. ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രവർത്തനത്തിൽ ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ പ്രാധാന്യമെന്ത്?
7. കാവുകൾ എന്നാലെന്ത്? ജൈവവൈവിധ്യസംരക്ഷണത്തിൽ ഇവയുടെ പങ്കെന്ത്?
8. ആവാസവ്യവസ്ഥിലെ ജൈവഘടകങ്ങൾ - ആവാസവ്യവസ്ഥാസേവനങ്ങളായ വെള്ളപ്പൊക്കം, മണ്ണൊലിപ്പ് എന്നിവയുടെ നിയന്ത്രണം എങ്ങനെ സാധ്യമാക്കുന്നു?
9. സസ്യങ്ങളുടെ സ്പീഷീസ് വൈവിധ്യം (22%) ജന്തുക്കളുടേതിനെക്കാൾ (72%) വളരെ കുറവാണ്. ജന്തുക്കളിലെ ഈ വൈവിധ്യത്തിന് എന്തു വിശദീകരണം നൽകും.
10. ഏതെങ്കിലും ഒരു ജീവിവർഗത്തിന് വംശനാശം സംഭവിക്കണമെന്ന് നാം മനഃപൂർവം ആഗ്രഹിക്കുന്ന സാഹചര്യമുണ്ടോ? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരം സാധൂകരിക്കുക.

അധ്യായം 16

പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങൾ

(ENVIRONMENTAL ISSUES)



16.1 വായു മലിനീകരണവും നിയന്ത്രണവും

16.2 ജലമലിനീകരണവും നിയന്ത്രണവും

16.3 ഖരമാലിന്യങ്ങൾ

16.4 കാർഷിക രാസവസ്തുക്കളും അവയുടെ പ്രത്യാഘാതങ്ങളും

16.5 റേഡിയോആക്ടീവ് മാലിന്യങ്ങൾ

16.6 ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവവും ആഗോളതാപനവും

16.7 സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോൺ ശോഷണം

16.8 വിഭവങ്ങളുടെ അനുചിതമായ ഉപയോഗവും പരിപാലനവും മൂലമുണ്ടാകുന്ന ശോഷണം

16.9 വനനശീകരണം

കഴിഞ്ഞ നൂറ് വർഷങ്ങൾ കൊണ്ട് ഇന്ത്യയിലെ ജനസംഖ്യയിൽ വൻ വർധനവുണ്ടായി. ആഹാരം, ജലം, പാർപ്പിടം, വൈദ്യുതി, റോഡുകൾ, വാഹനങ്ങൾ, മറ്റുൽപ്പന്നങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ആവശ്യകത ഇതുമൂലം വർധിച്ചു. ഈ ആവശ്യകത പ്രകൃതിവിഭവങ്ങളെ ചുഷണം ചെയ്യുന്നതിലേക്കും വായു, ജലം, മണ്ണ് എന്നിവയുടെ മലിനീകരണത്തിലേക്കും വഴിതെളിച്ചു. വികസനപ്രക്രിയയെ തടസ്സപ്പെടുത്താതെ വിലയേറിയ പ്രകൃതി വിഭവങ്ങളുടെ നാശവും ശോഷണവും മലിനീകരണവും തടയേണ്ടത് കാലഘട്ടത്തിന്റെ ആവശ്യമാണ്.

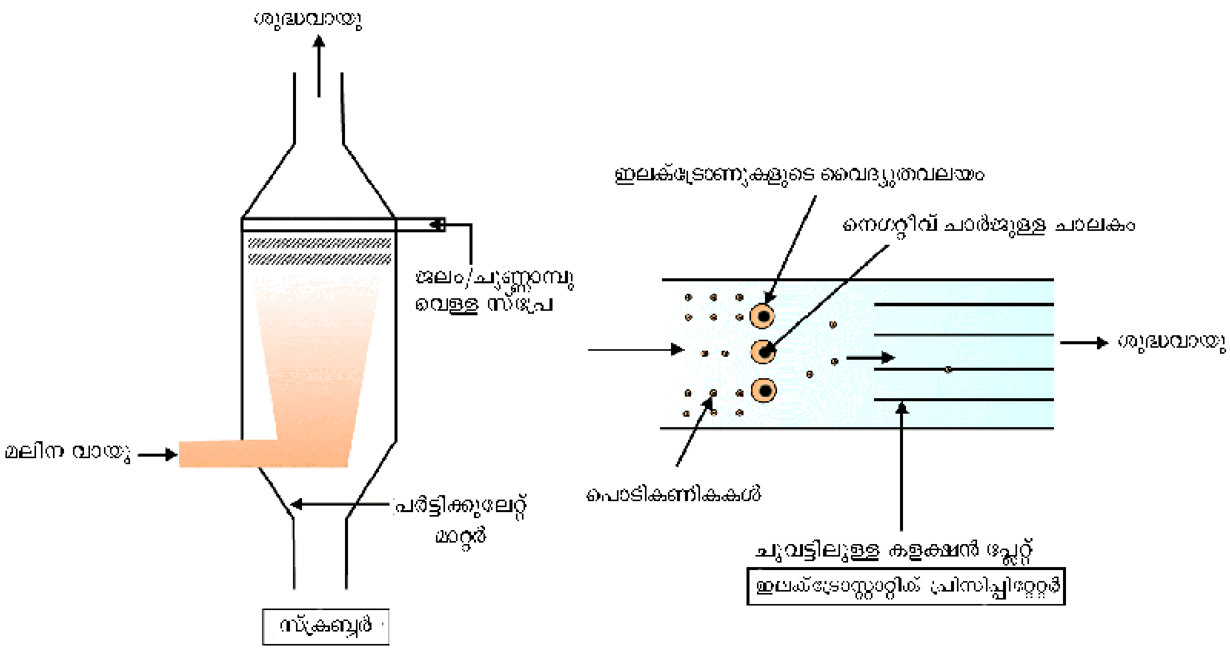
വായു, കര, ജലം, മണ്ണ് എന്നിവയുടെ ഭൗതിക, രാസിക, ജൈവിക സവിശേഷതകൾക്കുണ്ടാകുന്ന അനഭിലഷണീയമായ ഏതൊരു മാറ്റത്തെയും മലിനീകരണം (Pollution) എന്നു പറയുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ അനഭിലഷണീയമായ മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന ഘടകങ്ങളെ മലിനീകാരികൾ (Pollutants) എന്നു വിളിക്കുന്നു. പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം തടയുന്നതിനായി ഇന്ത്യാഗവൺമെന്റ് കൊണ്ടുവന്ന നിയമം ആണ് പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷണം നിയമം 1986 (Environment Protection Act 1986). ഈ നിയമത്തിലൂടെ പരിസ്ഥിതിയുടെ (വായു, ജലം, മണ്ണ്) സംരക്ഷണവും ഗുണമേന്മ വർധിപ്പിക്കലും ലക്ഷ്യമിടുന്നു.

16.1 വായു മലിനീകരണവും നിയന്ത്രണവും (AIR POLLUTION AND ITS CONTROL)

നമുക്ക് ശ്വസിക്കാൻ വായു ആവശ്യമാണ്. വായു മലിനീകാരികൾ എല്ലാ ജീവജാലങ്ങൾക്കും ദോഷം ഉണ്ടാക്കുന്നു. അവ സസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ചയും വിളവും കുറയ്ക്കുകയും, സസ്യങ്ങൾ അകാല

ത്തിൽ നശിക്കുന്നതിന് കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ മലിനീകാരികൾ മനുഷ്യ ന്റെയും മറ്റു മൃഗങ്ങളുടെയും ശ്വസനവ്യവസ്ഥയെ അപകടകരമായ രീതിയിൽ ബാധിക്കുന്നു. മലിനീകാരികളുടെ അളവ്, മലിനീകരണം ഉള്ള സ്ഥലത്ത് തുടരുന്നതിന്റെ ദൈർഘ്യം, ജീവജാലങ്ങളുടെ പ്രകൃതം എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചാണ് അപകടത്തിന്റെ തീവ്രത.

താപനിലയത്തിലെ പുകക്കുഴലുകൾ, സ്മെൽറ്ററുകൾ (smelters), മറ്റു വ്യവസായശാലകൾ തുടങ്ങിയവ പർട്ടിക്കുലേറ്റ് മാറ്റർ (Particulate matter), വാതകരൂപത്തിലുള്ള വായു മലിനീകാരികൾ തുടങ്ങിയവ നിർദോഷകരമായ വാതകങ്ങളായ നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയോടൊപ്പം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. ഇത്തരം മലിനീകാരികളെ വേർതിരിക്കുകയോ അരിച്ചുമാറ്റുകയോ ചെയ്തതിനുശേഷമാകണം നിർദോഷകരമായ വാതകങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പുറന്തള്ളേണ്ടത്.



ചിത്രം 16.1 സ്ക്രബ്ബർ, ഇലക്ട്രോസ്റ്റാറ്റിക് പ്രിസിപ്പിറ്റേറ്റർ

പർട്ടിക്കുലേറ്റ് മാറ്റർ വേർതിരിക്കുവാൻ പല മാർഗങ്ങളുണ്ട്. എങ്കിലും ഇലക്ട്രോസ്റ്റാറ്റിക് പ്രിസിപ്പിറ്റേറ്റർ (Electrostatic precipitator) ആണ് (ചിത്രം 16.1) വ്യാപകമായി ഇതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇതിലൂടെ താപനിലയത്തിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളുന്ന മലിനീകാരികളിലെ 99 ശതമാനത്തിലേറെ പർട്ടിക്കുലേറ്റ് മാറ്ററും നീക്കം ചെയ്യാൻ കഴിയുന്നു. ഇലക്ട്രോസ്റ്റാറ്റിക് പ്രിസിപ്പിറ്റേറ്ററിന് അനേകായിരം വോൾട്ട് വൈദ്യുതി നിലനിർത്തുവാൻ കഴിവുള്ള ഇലക്ട്രോഡുകളുണ്ട്. ഇവ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഒരു വൈദ്യുതവലയം അഥവാ കൊറോണ (Corona) സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഈ ഇലക്ട്രോണുകൾ പൊടികണികകളുമായ് ചേർന്ന് അവയ്ക്ക് നെഗറ്റീവ് ചാർജ് നൽകുന്നു. ചുവട്ടിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കളക്ഷൻ പ്ലേറ്റിലേക്ക് ചാർജുള്ള പൊടികണികകൾ ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നു. പൊടിപതിക്കുവാൻ സഹായകരമായ തരത്തിൽ പ്ലേറ്റുകൾക്കിടയിലുള്ള വായുവിന്റെ പ്രവേഗം (Velocity) കുറവായിരിക്കണം. സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് പോലുള്ള വാതകങ്ങളെ വേർതിരിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഉപകരണമാണ് സ്ക്രബ്ബർ (Scrubber). സ്ക്രബ്ബറിനകത്തുള്ള ജലത്തിന്റെയോ ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളത്തിന്റെയോ സ്പ്രേയിലൂടെ ശുദ്ധീകരിക്കേണ്ട വാതകം (Exhaust) കടത്തിവിടുന്നു.

പ്രിസിപ്പിറ്റേറ്ററിലൂടെ വേർതിരിക്കാൻ കഴിയാത്ത അതിസൂക്ഷ്മമായ പർട്ടിക്കുലേറ്റ് മാറ്ററിന്റെ അപകടങ്ങൾ അടുത്തിടെയാണ് തിരിച്ചറിഞ്ഞത്. കേന്ദ്രമലിനീകരണ നിയന്ത്രണബോർഡിന്റെ (Central Pollution Control Board - CPCB) അഭിപ്രായ പ്രകാരം 2.5 മൈക്രോമീറ്ററോ അതിൽ കുറവോ ഡയമീറ്റർ ഉള്ള പർട്ടിക്കുലേറ്റ് മാറ്റർ മനുഷ്യന്റെ ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാണ്. ഈ അതിസൂക്ഷ്മ കണങ്ങൾ ശ്വാസകോശത്തിനുള്ളിലേക്ക് എത്തിച്ചേരുന്നു. തന്മൂലം ശ്വസനസംബന്ധമായ അസ്വസ്ഥത, ശ്വാസകോശങ്ങൾക്ക് തകരാർ, വീങ്ങൽ എന്നിവ ഉണ്ടാകുകയും അകാലമൃത്യുവിലേക്ക് നയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വൻനഗരങ്ങളിലെ വായു മലിനീകരണത്തിനുള്ള പ്രധാന കാരണം വാഹനങ്ങളാണ്. നിരത്തിൽ വാഹനങ്ങളുടെ എണ്ണം വർധിക്കുന്നതിനാൽ ഈ പ്രശ്നം മറ്റുള്ള നഗരങ്ങളെയും ബാധിക്കുന്നുണ്ട്. വാഹനങ്ങളുടെ ശരിയായ പരിപാലനത്തോടൊപ്പം ലെഡ് രഹിത പെട്രോളിന്റെയും ഡീസലിന്റെയും ഉപയോഗം വാഹനങ്ങളിൽ നിന്ന് മലിനീകാരികൾ പുറന്തള്ളുന്നതിന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കും. വിഷവാതകങ്ങൾ പുറന്തള്ളുന്നതിന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കുന്നതിനായി വിലകൂടിയ ലോഹങ്ങളായ പ്ലാറ്റിനം, പലേഡിയം, റോഡിയം എന്നിവ ഉൾപ്രേരകമായി വർത്തിക്കുന്ന കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടറുകൾ വാഹനങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിക്കാറുണ്ട്. പുറന്തള്ളപ്പെടുന്ന വാതകങ്ങൾ കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടറിലൂടെ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഉപയോഗിക്കപ്പെടാത്ത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും ജലവുമായി മാറ്റപ്പെടുന്നു. കൂടാതെ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡായും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് നൈട്രജൻ വാതകമായും മാറ്റപ്പെടുന്നു. കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടർ ഘടിപ്പിച്ച വാഹനങ്ങളിൽ ലെഡ് രഹിത പെട്രോൾ മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കാൻ പാടുള്ളൂ. ലെഡ് അടങ്ങിയ പെട്രോൾ ഉപയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ പെട്രോളിലുള്ള ലെഡ് ഉൾപ്രേരകത്തെ നിഷ്ക്രിയമാക്കും.

ഇന്ത്യയിൽ 1981 ൽ വായു മലിനീകരണം തടയലും നിയന്ത്രണവും നിയമം (Prevention and control of air pollution act) നിലവിൽ വന്നു. ഒച്ച (Noise) ഒരു മലിനീകാരിയായി ഉൾപ്പെടുത്തി 1987 ൽ ഈ നിയമം ഭേദഗതി ചെയ്തു. അനഭിലഷണീയമായ ഉച്ചത്തിലുള്ള ശബ്ദത്തെ ഒച്ച എന്നുപറയുന്നു. ഒച്ച മനുഷ്യന് ശാരീരികവും മനസികവുമായ അസ്വസ്ഥതകൾ സൃഷ്ടിക്കും എന്നറിയാതെ നമ്മൾ സന്തോഷത്തിനും വിനോദത്തിനുമായി ഉച്ചത്തിലുള്ള ശബ്ദം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. നഗരത്തിലെ വികസന പ്രവർത്തനങ്ങൾ വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് ഒച്ചയുടെ അളവും കൂടുന്നു. ഒരു ജെറ്റ് അല്ലെങ്കിൽ റോക്കറ്റ് പറന്നുയരുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന 150 ഡെസിബലോ അതിൽ കൂടുതലോ ഉച്ചത്തിലുള്ള ശബ്ദം കുറച്ച് സമയത്തേക്ക് ശ്രവിക്കുന്നതുപോലും കർണപടത്തിന് തകരാർ ഉണ്ടാക്കുകയും സ്ഥിരമായ ശ്രവണവൈകല്യത്തിലേക്ക് നയിക്കുകയും ചെയ്യും. നഗരങ്ങളിലെ കുറഞ്ഞതരീതിയിലുള്ള ശബ്ദം നിരന്തരം ശ്രവിക്കുകയാണെങ്കിലും മനുഷ്യന് ശ്രവണപ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകാം. മാത്രവുമല്ല മനുഷ്യർക്ക് ഉറക്കമില്ലായ്മ, ഉയർന്ന ഹൃദയസ്പന്ദനനിരക്ക്, ശ്വസനതാളത്തിലെ വ്യത്യാസം, മാനസിക സമ്മർദം എന്നിവയ്ക്കും കാരണമാകും.

ശബ്ദമലിനീകരണത്തിന്റെ അപകടങ്ങൾ കണക്കിലെടുത്തുകൊണ്ട് നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടുമുള്ള ശബ്ദമലിനീകരണ സ്രോതസുകൾ കണ്ടെത്തുക? ശബ്ദം ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ഉപയോഗം, ശബ്ദത്തെ പ്രതിരോധിക്കാൻ കഴിയുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ഉപയോഗം (Muffling of noise) എന്നിവ വഴി വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നുള്ള ശബ്ദമലിനീകരണം കുറയ്ക്കാനാകും. ശബ്ദമലിനീകരണം കുറയ്ക്കുന്നതിനായി നിയമങ്ങൾ കർശനമായി പാലിക്കേണ്ടതാണ്. സ്കൂളിനും ആശുപത്രിക്കും സമീപം ഹോൺ രഹിതമേഖല അടയാളപ്പെടുത്തണം. പടക്കം, ഉച്ചഭാഷിണി എന്നിവയ്ക്ക് അനുവദിച്ചി

ട്ടുള്ള ഉയർന്ന ശബ്ദപരിധി പാലിക്കുക. ഉച്ചഭാഷിണി പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള സമയക്രമം പാലിക്കൽ എന്നിവ നിയമം മൂലം കർശനമാക്കുന്നതിലൂടെ ശബ്ദമലിനീകരണത്തിൽ നിന്ന് നമുക്ക് രക്ഷനേടാനാകും. *സാമ്പത്തികബാധ്യത ഇല്ലാതെ പെട്ടെന്ന് ശബ്ദമലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള പരിഹാരമാർഗങ്ങൾ നിർദേശിക്കുക.*

16.1.1 വാഹനങ്ങൾ മൂലമുണ്ടാകുന്ന വായു മലിനീകരണ നിയന്ത്രണം : ഡൽഹി, ഒരു കേസ് സ്റ്റഡി (**Controlling Vehicular Air Pollution: A Case Study of Delhi**)

വാഹനങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിലുള്ള വർധനവ് കാരണം നമ്മുടെ രാജ്യത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ വായു മലിനീകരണം നടക്കുന്നത് ഡൽഹിയിലാണ്. ഗുജറാത്തിലെയും പശ്ചിമ ബംഗാളിലെയും മൊത്തം കാറുകളുടെ എണ്ണത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണ് ഡൽഹിയിലെ കാറുകളുടെ എണ്ണം. ലോകത്തിൽ അമിത മലിനീകരണം നടക്കുന്ന 41 നഗരങ്ങളുടെ കണക്ക് 1990 കളിൽ എടുത്തപ്പോൾ ഡൽഹി നാലാം സ്ഥാനത്തായിരുന്നു. വായു മലിനീകരണം മൂലമുള്ള പ്രശ്നങ്ങൾ രൂക്ഷമായപ്പോൾ ഡൽഹിയിലെ ആളുകൾ ബഹുമാനപ്പെട്ട സുപ്രീംകോടതിക്ക് മുമ്പാകെ ഒരു പൊതുതാൽപ്പര്യഹർജി (Public interest litigation-PIL) ഫയൽ ചെയ്തു. സുപ്രീംകോടതി ഡൽഹി ഗവൺമെന്റിനെ നിശിതമായി വിമർശിക്കുകയും നിശ്ചിത സമയത്തിനുള്ളിൽ വായുമലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള നടപടികൾ സ്വീകരിക്കണമെന്ന് ഉത്തരവിടുകയും ചെയ്തു. ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ബസ് ഉൾപ്പെടെ പൊതു ഗതാഗതത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന എല്ലാ വാഹനങ്ങളും ഡീസലിൽ നിന്ന് മർദിത പ്രകൃതിവാതകത്തിലേക്ക് (Compressed Natural Gas -CNG) മാറുവാൻ ഡൽഹി ഗവൺമെന്റ് നിർദേശം നൽകി. 2002 ന്റെ അവസാനത്തോടെ ഡൽഹിയിലെ എല്ലാ ബസുകളും CNG യിൽ ഓടാൻ തുടങ്ങി. *ഡീസലിനേക്കാൾ എന്തെല്ലാം മേന്മകളാണ് CNG ക്ക് ഉള്ളത്?*

പെട്രോൾ, ഡീസൽ എന്നിവയെക്കാൾ ഇന്ധനക്ഷമത CNG ക്ക് കൂടുതലാണ്. അതിനാൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടാതെ പുറന്തള്ളുന്ന ഇന്ധനത്തിന്റെ അളവ് വളരെ കുറവാണ്. പെട്രോൾ, ഡീസൽ എന്നിവയെക്കാൾ വില കുറവാണ്. CNG കള്ളൻമാർക്ക് ഊറ്റി എടുക്കാൻ കഴിയില്ല. പെട്രോൾ, ഡീസൽ എന്നിവയിൽ ചേർക്കുന്നതു പോലെ മായം ചേർക്കാൻ കഴിയില്ല. എന്നാൽ CNG നിരന്തരമായി വിതരണം ചെയ്യുന്നതിനായി പൈപ്പുകൾ സ്ഥാപിക്കുക എന്നത് ശ്രമകരമാണ്. ഇത് CNG ഉപയോഗിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു പരിമിതിയാണ്. വാഹനങ്ങൾ മൂലമുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം തടയുന്നതിനായി ഡൽഹി ഗവൺമെന്റ് മറ്റുപല നടപടികളും സ്വീകരിച്ചു. പഴയ വാഹനങ്ങൾ മാറ്റുക, ലെഡ്‌രഹിത പെട്രോൾ ഉപയോഗിക്കുക, സൾഫറിന്റെ അളവുകുറഞ്ഞ പെട്രോളും ഡീസലും ഉപയോഗിക്കുക, വാഹനങ്ങളിൽ കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടറുകൾ ഉപയോഗിക്കുക, വാഹനങ്ങളിൽ മലിനീകരണ നിലവാരനിയമം പാലിക്കുക തുടങ്ങിയവ.

ഇന്ത്യയിലെ നഗരങ്ങളിൽ വാഹനങ്ങൾ മൂലമുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം കുറയ്ക്കുന്നതിനായി ഇന്ത്യാഗവൺമെന്റ് ഒരു പുതിയ വാഹന ഇന്ധന പോളിസിയിലൂടെ (Auto fuel policy) പ്രവർത്തന പദ്ധതി (Roadmap) തയാറാക്കി. പെട്രോളിലും ഡീസലിലും ചേർക്കുന്ന സൾഫറും അരോമാറ്റിക് അംശവും ക്രമേണ കുറയ്ക്കുക എന്നതാണ് ഇന്ധനങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ നിയമങ്ങൾ കർശനമാക്കുക എന്നത് കൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. ഉദാഹരണമായി യൂറോ III നിയമ (Euro III norms) പ്രകാരം ഡീസലിലുള്ള സൾഫറിന്റെ അളവ് 350 പാർട്സ് പെർ മില്യണും (350 parts per million) പെട്രോളിലേത് 150 ppm (parts per million) ഉം ആയി നിയന്ത്രിക്കണമെന്നാണ്. ഇന്ധനത്തിന്റെ 42 ശതമാനം മാത്രമേ അരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബൺ അടങ്ങിയിരിക്കാൻ പാടുള്ളൂ. പെട്രോളിലും ഡീസലിലും സൾഫറിന്റെ അളവ് 50 ppm ആയി കുറച്ച് 35 ശതമാനത്തിലേക്ക്

സൾഫറിന്റെ അളവ് കൊണ്ടുവരണം എന്നാണ് ഈ പ്രവർത്തന പദ്ധതി ലക്ഷ്യമിടുന്നത്. ഇന്ധനത്തിനനുസരിച്ച് വാഹനങ്ങളുടെ എൻജിന്റെ ക്ഷമതയും ഉയർത്തേണ്ടതാണ്.

മാസ് എമിഷൻ സ്റ്റാന്റേർഡ്സ് (Mass Emission Standards) [യൂറോ II നിയമത്തിന് (Euro II norms) ന് തുല്യമായ ഭാരത് സ്റ്റേജ് II (Bharat stage II)] ഇൻഡ്യയിലെ ഒരു നഗരത്തിലും ഇപ്പോൾ പ്രാബല്യത്തിൽ ഇല്ല.

ഇന്ത്യയിലെ പുതുക്കിയ മാസ് എമിഷൻ സ്റ്റാൻഡേർഡ്സിന്റെ വിശദാംശം ചുവടെ പട്ടികയിൽ (16.11) നൽകിയിരിക്കുന്നത് നിരീക്ഷിക്കൂ.

പട്ടിക 16.1 മാസ് എമിഷൻ സ്റ്റാൻഡേർഡ്സ്- ഇന്ത്യയിലേത്

വാഹനം	നിയമം	പ്രാവർത്തികമാക്കുന്ന നഗരങ്ങൾ
നാലുചക്ര വാഹനങ്ങൾ	*ഭാരത് സ്റ്റേജ് III*	*2010 ഒക്ടോബർ മുതൽ രാജ്യത്തുടനീളം*
നാലുചക്രവാഹനങ്ങൾ	*ഭാരത് സ്റ്റേജ് IV*	*2010 ഏപ്രിൽ മുതൽ 13 വൻ നഗരങ്ങളിൽ ഡൽഹി, എൻസിആർ, മുംബൈ, കൊൽക്കത്ത, ചെന്നൈ, ബാംഗ്ലൂർ, സൂറത്ത്, കാൺപൂർ, ആഗ്ര, ലക്നൗ, ഷോലാപൂർ*
മുച്ചക്രവാഹനങ്ങൾ	*ഭാരത് സ്റ്റേജ് III*	*2010 ഒക്ടോബർ മുതൽ രാജ്യത്തുടനീളം*
ഇരുചക്ര വാഹനങ്ങൾ	*ഭാരത് സ്റ്റേജ് III*	*2010 ഒക്ടോബർ മുതൽ രാജ്യത്തുടനീളം*

ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങളാൽ ഡൽഹിയിലെ വായുവിന്റെ ഗുണനിലവാരം കൂട്ടാൻ കഴിഞ്ഞു എന്നത് അഭിനന്ദനാർഹമാണ്. ഈ പരിശ്രമങ്ങളോട് കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മാത്രവുമല്ല 1997–2005 കാലയളവിൽ ഡൽഹിയിലെ CO_2 ന്റെയും SO_2 ന്റെയും അളവിലും ഗണ്യമായ കുറവുണ്ടായി എന്ന് കണക്കുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇന്ന് ഡൽഹിയിലെ വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ അവസ്ഥ എന്താണ്? ഗ്രൂപ്പ് തല വിവരശേഖരണം നടത്തി ക്ലാസിൽ അവതരിപ്പിക്കൂ.

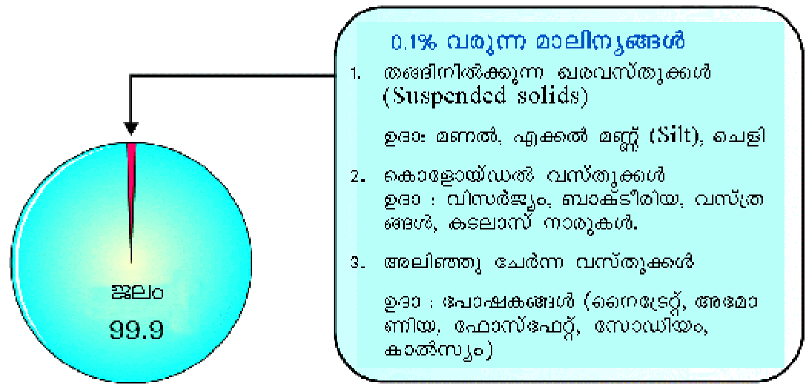
16.2 ജലമലിനീകരണവും നിയന്ത്രണവും (Water Pollution and its Control)

ലോകമെമ്പാടും മനുഷ്യർ വിവിധതരം മാലിന്യങ്ങൾ ജലാശയങ്ങളിലേക്ക് വലിച്ചെറിഞ്ഞ് അവയെ മലിനമാക്കുന്നു. വെള്ളത്തിന് എല്ലാം ഒഴുക്കിക്കളയാൻ സാധിക്കും എന്നാണ് നമ്മൾ കരുതുന്നത്. മനുഷ്യന്റെയും മറ്റു ജീവജാലങ്ങളുടെയും ജീവൻ നിലനിർത്തുന്നത് ജലാശയങ്ങളാണെന്ന സത്യം നമ്മൾ പലപ്പോഴും വിസ്മരിക്കുന്നു. നമ്മൾ പുഴകളിലൂടെയും നദികളിലൂടെയും ഒഴുക്കിക്കളയുന്നത് എന്തെല്ലാമാണ്? കണ്ടെത്തൂ. *നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടും ഉള്ള ജലാശയങ്ങൾ ഇത്തരത്തിൽ മലിനമാക്കപ്പെടുന്നുണ്ടോ? ചർച്ച ചെയ്ത് പരിഹാര മാർഗങ്ങൾ രൂപീകരിക്കൂ. സംരക്ഷണപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടൂ.*

മനുഷ്യന്റെ ഇത്തരം പ്രവൃത്തികൾ മൂലം ലോകമെമ്പാടുമുള്ള കുളങ്ങൾ, കായലുകൾ, അരുവികൾ, നദികൾ, അഴിമുഖങ്ങൾ, സമുദ്രങ്ങൾ എന്നിവ മലിനമാക്കപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ജലാശയങ്ങളുടെ ശുചിത്വം പാലിക്കേണ്ടതിന്റെ പ്രാധാന്യം തിരിച്ചറിഞ്ഞ് അവയെ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനായി ഇന്ത്യാഗവൺമെന്റ് ഒരു നിയമം പാസാക്കി. അതാണ് ജലം (മലിനീകരണം - തടയുന്നതിനും നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും) നിയമം, 1974 (Water Prevention and Control of Pollution Act, 1974)

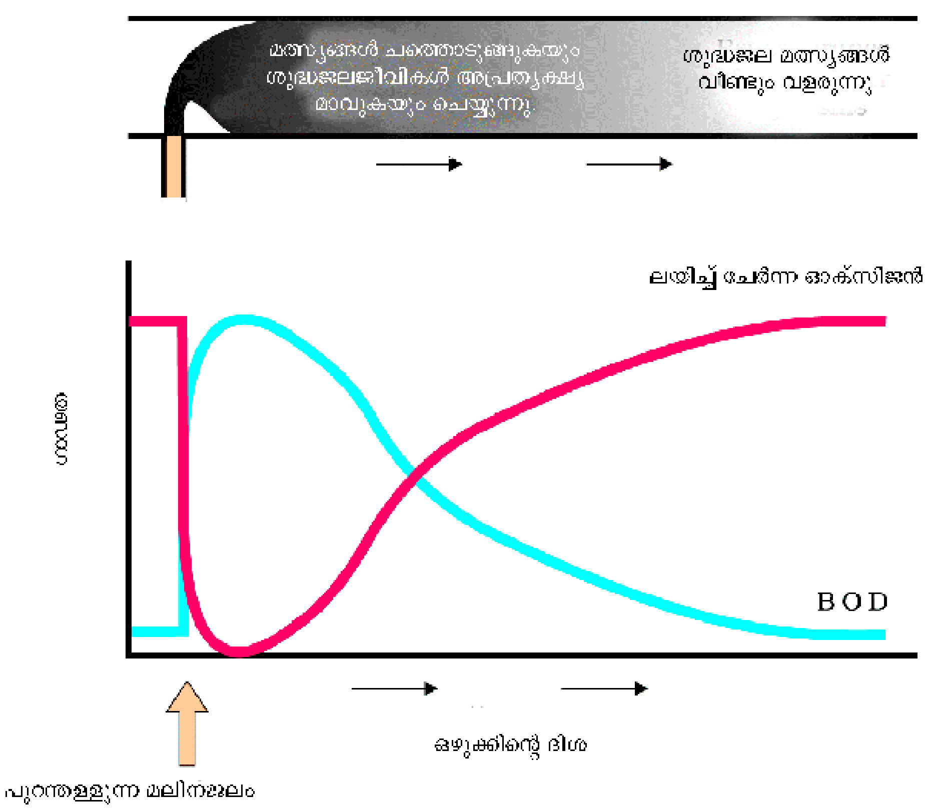
16.2.1 ഗാർഹിക മാലിന്യവും വ്യാവസായിക മാലിന്യങ്ങളും (Domestic Sewage and Industrial Effluents)

നഗരങ്ങളിലും, പട്ടണങ്ങളിലും ജലം ഗാർഹികാവശ്യങ്ങൾക്കായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന മലിനജലം ഒഴുക്കിക്കളയുകയാണ് പതിവ്. ഇത്തരത്തിൽ നമ്മൾ ഒഴുക്കിക്കളയുന്ന മലിനജലം എവിടെയാണ് ചെന്നെത്തുന്നത്? ഗ്രാമങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മലിനജലത്തിന് എന്ത് സംഭവിക്കുന്നു? സമീപപ്രദേശത്തെ നദികളിലേക്ക് ഒഴുക്കി വിട്ട് നദീജലവുമായി കലരുന്നതിന് മുൻപ് ഈ മലിനജലം സംസ്കരിക്കാറുണ്ടോ? ജലസ്രോതസുകളിൽ കലരുന്ന 0.1 ശതമാനം മാലിന്യം പോലും ജലം മനുഷ്യന് ഉപയോഗയോഗ്യമല്ലാതാക്കും.



ചിത്രം 16.2 മലിനജലത്തിന്റെ ഘടകങ്ങൾ

മലിനജലസംസ്കരണ പ്ലാന്റുകളെക്കുറിച്ച് അധ്യായം 10 ൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഖരമാലിന്യങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യാൻ താരതമ്യേന എളുപ്പമാണ്. എന്നാൽ അലിഞ്ഞു ചേരുന്ന ലവണങ്ങളായ നൈട്രേറ്റുകൾ, ഫോസ്ഫേറ്റുകൾ, മറ്റു പോഷകഘടകങ്ങൾ,



ചിത്രം 16.3 ഗാർഹിക മലിനജലം പുഴകളിൽ ഒഴുക്കിവിടുന്നത് മൂലം ജലത്തിന്റെ പ്രധാന സവിശേഷതകൾക്കുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം

വിഷലോഹങ്ങളുടെ അയോണുകൾ, കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ വേർതിരിക്കാൻ പ്രയാസമാണ്. ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകുന്ന ജൈവവസ്തുക്കളാണ് ഗാർഹിക മാലിന്യങ്ങളിൽ പ്രധാനമായും അടങ്ങിയിട്ടുള്ളത്. ഇത്തരം ജൈവവസ്തുക്കളെ ബാക്ടീരിയകളും മറ്റ് സൂക്ഷ്മജീവികളും വിഘടിപ്പിക്കുകയും അവയുടെ വംശവർധനവിനായി ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തന്മൂലം ജലാശയങ്ങളിൽ ജൈവമാലിന്യങ്ങളുടെ അളവ് കുറയുന്നു.

ബയോകെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാന്റ് (Biochemical oxygen demand-BOD) കണക്കാക്കുന്നതിലൂടെ ഗാർഹിക മലിനജലത്തിലുള്ള ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകുന്ന ജൈവവസ്തുവിന്റെ അളവ് കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്. അത് എങ്ങനെയാണെന്ന് വിശദീകരിക്കാമോ? BOD, സൂക്ഷ്മജീവികൾ, ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകുന്ന വസ്തുക്കൾ എന്നിവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെക്കുറിച്ച് സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ അധ്യായത്തിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്.

മലിനജലം നദിയിലേക്ക് ഒഴുക്കിവിടുന്നത് മൂലമുണ്ടാകുന്ന ചില മാറ്റങ്ങൾ ചിത്രം 16.3 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു. നദിയിൽ മലിനജലം പുറന്തള്ളുന്ന സ്ഥലത്തുള്ള സൂക്ഷ്മജീവികൾ ജൈവവസ്തുക്കളെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നതിനായി ധാരാളം ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് മലിനജലം പുറന്തള്ളിയ സ്ഥലത്തു നിന്ന് താഴേക്ക് ഒഴുകുന്ന ജലത്തിൽ ലയിച്ചു ചേർന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവിൽ ഗണ്യമായ കുറവുണ്ടാക്കുന്നു. ഈ കുറവ് മത്സ്യത്തിന്റെയും മറ്റ് ജലജീവികളുടെയും മരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു.

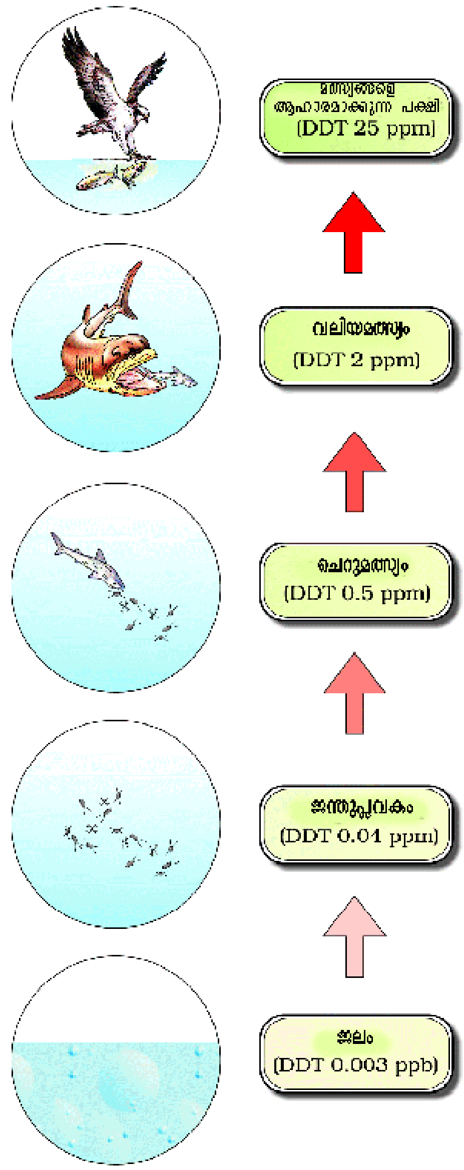
ജലാശയങ്ങളിൽ വൻതോതിൽ പോഷകങ്ങൾ എത്തിച്ചേരുന്നത് പ്ലവകങ്ങളായ (Plankton) (സ്വതന്ത്രമായി ഒഴുകി നടക്കുന്ന) ആൽഗകളുടെ അമിത വളർച്ചയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇതിനെ ആൽഗൽ ബ്ലൂം (Algal bloom) എന്നുപറയുന്നു. ചിത്രം 16.4 നിരീക്ഷിക്കൂ. ഇത് ജലാശയങ്ങൾക്ക് സവിശേഷനിറം നൽകുന്നു. ആൽഗൽ ബ്ലൂം മൂലം ജലത്തിന്റെ ഗുണനിലവാരം കുറയുകയും മത്സ്യങ്ങൾ ചത്തൊടുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ആൽഗൽ ബ്ലൂമിന് കാരണമാകുന്ന ചില ആൽഗകൾ മനുഷ്യനും മറ്റു മൃഗങ്ങൾക്കും അത്യന്തം വിഷകരമാണ്.

ചിത്രം **16.4** ആൽഗൽ ബ്ലൂം

ജലാശയങ്ങളിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഇളം വയലറ്റ് നിറത്തിൽ പൂക്കളുള്ള ആകർഷകമായ സസ്യത്തെ നിങ്ങൾ കണ്ടിട്ടുണ്ടാകും. ഇന്ത്യയിലെ ജലാശയങ്ങളിലേക്ക് ഈ സസ്യത്തെ കൊണ്ടുവന്നത് അവയിലെ പൂക്കളുടെ മനോഹാരിത കാരണമാണ്. എന്നാൽ ഇന്ന് ഈ സസ്യങ്ങൾ അമിതമായി വളർന്ന് ജലപാതകളിൽ തടസ്സം സൃഷ്ടിക്കുകയും ജലാശയത്തിൽ നാശം വിതയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവ നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനെക്കാൾ വേഗത്തിൽ വളരുന്നു. ലോകമെമ്പാടുമുള്ള ജലാശയങ്ങൾക്ക് നാശം വിതയ്ക്കുന്ന ഈ കളയാണ് കുളവാഴ (Water hyacinth - *Eicchornia crassipes*). ഈ സസ്യം ബംഗാളിന്റെ പേടിസ്വപ്നം (Terror of Bengal) എന്ന് പൊതുവെ അറിയപ്പെടുന്നു. യൂട്രോഫിക്കേഷൻ നടക്കുന്ന ജലാശയങ്ങളിൽ അമിതമായി വളരുന്ന ഇവ ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സന്തുലിതാവസ്ഥയുടെ താളം തെറ്റിക്കുന്നു.

വീടുകൾ, ആശുപത്രികൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളുന്ന മലിനജലത്തിൽ രോഗകാരികളായ പല സൂക്ഷ്മജീവികളും ഉണ്ടാകും. ഇത് ശരിയായ രീതിയിൽ സംസ്കരിക്കാതെ നേരിട്ട് ജലാശയങ്ങളിലേക്ക് ഒഴുക്കി വിടുന്നത് പല മാരകരോഗങ്ങൾക്കും കാരണമാകും. ഉദാഹരണമായി വയറുകടി, ടൈഫോയ്ഡ്, മഞ്ഞപ്പിത്തം (Jaundice), കോളറ മുതലായവ.

പെട്രോളിയം ഉത്പന്നങ്ങളുടെ നിർമാണം, പേപ്പർ നിർമാണം, ലോഹങ്ങൾ വേർതിരിക്കലും സംസ്കരണവും, രാസവസ്തുക്കളുടെ നിർമാണം തുടങ്ങിയവ നടത്തുന്ന വ്യവസായ ശാലകളിൽ നിന്നും പുറന്തള്ളുന്ന മലിനജലത്തിൽ വിഷകരമായ പല വസ്തുക്കളും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടാകും. പ്രത്യേകിച്ചും ഘന ലോഹങ്ങളും (സാന്ദ്രത $5g/cm^3$ കൂടിയ ലോഹങ്ങളായ മെർക്കുറി, കാഡ്മിയം, ലെഡ്, കോപ്പർ തുടങ്ങിയവ) വിവിധങ്ങളായ കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളും.



ചിത്രം 16.5 ഒരു ജലഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ഡി.ഡി.റ്റി. മൂലമുള്ള ബയോമാഗ്നിഫിക്കേഷൻ

വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നും പുറന്തള്ളുന്ന മലിനജലത്തിലുള്ള ചില വിഷവസ്തുക്കൾ ജലഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ബയോളജിക്കൽ മാഗ്നിഫിക്കേഷൻ (Biological magnification) എന്ന അവസ്ഥയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഉയർന്ന പോഷണതലത്തിലേക്ക് പോകുന്തോറും വിഷാംശത്തിന്റെ ഗാഢത കൂടി വരുന്നതിനെ ബയോമാഗ്നിഫിക്കേഷൻ എന്നുപറയുന്നു. ഒരു ജീവിയുടെ ശരീരത്തിൽ അടിഞ്ഞുകൂടുന്ന വിഷവസ്തു ഉപാപചയത്തിന് വിധേയമാകുകയോ വിസർജിക്കുകയോ ചെയ്യാതെ തൊട്ടടുത്ത ഉയർന്ന പോഷണതലത്തിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു എന്നതാണ് ഇതിന് കാരണം. മെർക്കുറിയും ഡി.ഡി.റ്റി. (DDT) യും ബയോമാഗ്നിഫിക്കേഷന് കാരണമാകുന്നവയാണ്. ഒരു ജലഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ഡി.ഡി.റ്റി. യുടെ ബയോമാഗ്നിഫിക്കേഷൻ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചിത്രം 16.5 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു. ഇവിടെ DDT യുടെ ഗാഢത താഴ്ന്ന പോഷണതലത്തിൽ നിന്നും ഉയർന്ന പോഷണതലത്തിലേക്ക് പോകുന്തോറും കൂടുന്നുതായി കാണാം. ജലത്തിൽ ഡി.ഡി.റ്റി.യുടെ അളവ് 0.003 ppb (parts per billion) ആണ്. ഇത് മത്സ്യത്തെ ആഹാരമാക്കുന്ന പക്ഷികളിലെത്തുമ്പോൾ ബയോമാഗ്നിഫിക്കേഷന്റെ ഫലമായി 25ppm ആകു

ന്നു. കൂടിയ അളവിൽ പക്ഷികളിൽ എത്തുന്ന ഡി.ഡി.റ്റി. അവയിലെ കാൽസ്യത്തിന്റെ ഉപാപചയത്തെ ബാധിക്കുന്നു. തന്മൂലം മുട്ടത്തോടിന്റെ കനം കുറയുകയും വേഗത്തിൽ പൊട്ടിപ്പോകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് പക്ഷികളുടെ എണ്ണത്തിൽ വൻതോതിൽ കുറവുണ്ടാക്കുന്നു.

തടാകങ്ങളിൽ പോഷകങ്ങളുടെ അളവ് കൂടുന്നത് കാരണം പ്രകൃത്യാസംഭവിക്കുന്ന ഗുണകരമല്ലാത്ത മാറ്റത്തെ യുട്രോഫിക്കേഷൻ (Eutrophication) എന്നുപറയുന്നു. ഒരു സാധാരണ തടാകത്തിലെ ജലം തണുത്തതും തെളിഞ്ഞതും കുറച്ചു ജിവജാലങ്ങളെ മാത്രം ഉൾക്കൊള്ളുന്നതുമാണ്. കാലക്രമേണ തടാകത്തിലേക്ക് ഒഴുകിയെത്തുന്ന ജലത്തിലുള്ള പോഷകങ്ങളായ നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയുടെ അളവ് കൂടുന്നു. ഇത് ജലജീവികളുടെ വളർച്ചയെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നു. കായലിന്റെ ഫലപുഷ്ടി വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് സസ്യജന്തുജീവജാലങ്ങളുടെ എണ്ണം വർധിക്കുന്നു. തൽഫലമായി ജൈവവസ്തുക്കൾ കായലിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ അടിഞ്ഞുകൂടാൻ തുടങ്ങുന്നു. നൂറുകണക്കിന് വർഷങ്ങൾ കഴിയുമ്പോൾ എക്കൽ മണ്ണും ജൈവാവശിഷ്ടങ്ങളും കുന്നുകൂടുന്നു. കായലിന്റെ ആഴം കുറയുന്നു. ജലം ചൂടുള്ളതായി മാറുന്നു. തണുപ്പുള്ള ജലത്തിൽ വസിക്കാൻ കഴിയുന്ന ജീവികൾക്ക് പകരം ഉഷ്ണജലത്തിൽ ജീവിക്കാൻ കഴിയുന്നവ വളരുന്നു. ജലത്തിന്റെ അളവ് കുറഞ്ഞ ഭാഗങ്ങളിൽ ചതുപ്പുനിലങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന സസ്യങ്ങൾ വളർന്ന് പന്തലിക്കുന്നു. മറ്റു ഭാഗങ്ങളിൽ, പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ധാരാളം സസ്യങ്ങൾ (ബോഗ്-bog) വളരുകയും തടാകം അവസാനം പൂർണമായും കരയായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. കാലാവസ്ഥ, തടാകത്തിന്റെ വലുപ്പം, മറ്റുഘടകങ്ങൾ എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഒരു തടാകത്തിൽ നാച്ചുറൽ ഏജിങ്ങ് (Natural aging) പ്രക്രിയ നടക്കാൻ ആയിരക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ വേണ്ടിവരും. എന്നാൽ മനുഷ്യൻ വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നും വീടുകളിൽ നിന്നും ജലാശയത്തിലേക്ക് ഒഴുക്കി വിടുന്ന മലിനജലം യുട്രോഫിക്കേഷൻ പ്രക്രിയയുടെ വേഗത കൂട്ടുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസത്തെ കൾച്ചറൽ അഥവാ ആക്സിലറേറ്റഡ് യുട്രോഫിക്കേഷൻ (Cultural or Accelerated Eutrophication) എന്നു പറയുന്നു. ഗാർഹിക, കാർഷിക, വ്യാവസായിക മാലിന്യങ്ങൾ കാരണം കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിൽ ഭൂമിയിലെ ഒട്ടുമിക്ക തടാകങ്ങളും വൻതോതിൽ യുട്രോഫിക്കേഷന് വിധേയമായി. സസ്യപോഷകങ്ങളായ ഫോസ്ഫേറ്റും നൈട്രേറ്റുമാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട മലിനീകാരികൾ. ഇവ ആൽഗകളുടെ വളർച്ചയെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നു. തന്മൂലം തടാകത്തിലെ ജലം വൃത്തിഹീനവും ദുർഗന്ധപൂരിതവുമാകുന്നു. മാത്രവുമല്ല ജലജീവികൾക്കാവശ്യമായ ജലത്തിൽ അലിഞ്ഞുചേർന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതേസമയം തടാകത്തിലേക്ക് ഒഴുകിയെത്തുന്ന മറ്റു മലിനീകാരികൾ മത്സ്യങ്ങൾ ചത്തൊടുങ്ങുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. മത്സ്യം ജീർണിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി വീണ്ടും ജലത്തിലെ ഓക്സിജന്റെ അളവ് ഗണ്യമായി കുറയുന്നു. അങ്ങനെ ഒരു ജലാശയം ഭൂമിയിൽ നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

വൈദ്യുത നിലയങ്ങളിൽ (ഉദാഹരണമായി താപനിലയങ്ങൾ) നിന്ന് ജലാശയങ്ങളിലേക്ക് ഒഴുക്കിവിടുന്ന ചൂടുള്ള മലിനജലമാണ് മറ്റൊരു പ്രധാന മലിനീകാരി. ഉയർന്ന ചൂട് സഹിക്കാൻ കഴിയാത്ത ജീവജാലങ്ങൾ ഇത്തരത്തിലുള്ള ചൂടുകൂടിയ മലിനജലം മൂലം നശിക്കുകയോ എണ്ണത്തിൽ കുറയുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഇത് അതിശൈത്യമേഖലയിലെ തദ്ദേശീയ സസ്യജന്തുജാലങ്ങളെ അപകടകരമായ രീതിയിൽ ബാധിക്കുകയും ചൂട് അതിജീവിക്കാൻ കഴിയുന്ന മത്സ്യങ്ങളുടെയും സസ്യങ്ങളുടെയും വളർച്ച ത്വരിതപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

16.2.2 സംയോജിത മലിനജല സംസ്കരണം – ഒരു കേസ് സ്റ്റഡി (A Case Study of Integrated Waste Water Treatment)

സ്വാഭാവിക മാർഗങ്ങളും കൃത്രിമ മാർഗങ്ങളും ഒരുമിച്ച് പ്രയോജനപ്പെടുത്തി ഗാർഹിക മാലിന്യം ഉൾപ്പെടെയുള്ള മലിനജലം സംയോജിത രീതിയിലൂടെ സംസ്കരിക്കാവുന്നതാണ്. ഇത്തരത്തിലൊരു പ്രവർത്തനത്തിന് തുടക്കം കുറിച്ചത് കാലിഫോർണിയയിലെ വടക്കൻ തീരത്തുള്ള ഒരു പട്ടണമായ അർകാട്ട (Arcata) യിലാണ്. ഹംബോൾട്ട് സ്റ്റേറ്റ് യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ (Humboldt State University) ജീവശാസ്ത്രജ്ഞരുമായി ചേർന്ന് പട്ടണത്തിലെ ആളുകൾ സ്വാഭാവിക ചുറ്റുപാടിൽ സംയോജിത മലിനജല സംസ്കരണപ്രക്രിയ ആരംഭിച്ചു. ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയ രണ്ട് ഘട്ടങ്ങളിലായാണ് നടപ്പിലാക്കിയത്.

a) ആദ്യഘട്ടത്തിൽ പരമ്പരാഗത രീതികളായ അടിഞ്ഞുകൂടൽ (Sedimentation), അരിക്കൽ (Filtering), ക്ലോറിനേഷൻ എന്നിവ നടത്തി. ഇത്തരം ശുദ്ധീകരണപ്രക്രിയകൾക്ക് ശേഷവും അപകടകാരികളായ ഘനലോഹമാലിന്യം ലേയരൂപത്തിൽ അവശേഷിച്ചിരുന്നു. ഇത് മറികടക്കാനായി നൂതനമായ ഒരു ശൈലിയാണ് സ്വീകരിച്ചത്. ഇതിനായി ജീവശാസ്ത്രജ്ഞർ 60 ഹെക്ടറിലധികം വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ആറ് ചതുപ്പുനിലങ്ങളെ പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ചു. ഈ സ്ഥലത്ത് അനുയോജ്യമായ സസ്യങ്ങൾ, ആൽഗകൾ, ഫംഗസുകൾ, ബാക്ടീരിയകൾ എന്നിവയെ വളർത്തി. ഇവ മലിനീകാരികളെ നിർവീര്യമാക്കുകയും ആഗിരണം ചെയ്ത് സ്വാംശീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ ചതുപ്പിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ജലം പ്രകൃത്യാതന്നെ ശുദ്ധീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

ഈ ചതുപ്പിൽ ഒരു ജീവി സങ്കേതവുമുണ്ട്. അവിടെ മത്സ്യങ്ങൾ, മൃഗങ്ങൾ, പക്ഷികൾ എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്ന ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ ഒരു കലവറ തന്നെയുണ്ട് തദ്ദേശവാസികളുടെ കൂട്ടായ്മയായ **ഫ്രണ്ട്സ് ഓഫ് ദ അർകാട്ട മാർഷ് (Friends of the Arcata Marsh - FOAM)** ആണ് ഈ മഹത് സംരംഭത്തെ മുന്നോട്ട് നയിക്കുന്നതും സംരക്ഷിക്കുന്നതും.

ഇത്രയും കാലം നമ്മൾ കരുതിയിരുന്നത് മാലിന്യം കഴുകികളയാൻ ജലം ആവശ്യമാണെന്നാണ്. എന്നാൽ മനുഷ്യവിസർജ്യം നിർമാർജനം ചെയ്യാൻ ജലം ആവശ്യമില്ലെങ്കിലോ? ടോയ്‌ലറ്റ് ഫ്ളഷ് ചെയ്യേണ്ട ആവശ്യമില്ലായെങ്കിൽ എത്രമാത്രം ജലം ലാഭിക്കാമെന്ന് ചിന്തിച്ച് നോക്കൂ. ഇന്നിത് യാഥാർഥ്യമായിരിക്കുകയാണ്. ജലരഹിത കംമ്പോസ്റ്റിംഗ് ടോയ്‌ലറ്റുകളിലൂടെ മനുഷ്യവിസർജ്യം സംസ്കരിക്കുന്നതിനുള്ള സുസ്ഥിര സംവിധാനമാണ് ഇക്കോളജിക്കൽ സാനിറ്റേഷൻ (Ecological sanitation). മനുഷ്യവിസർജ്യം സംസ്കരിക്കുന്നതിനുള്ള പ്രായോഗികവും, വൃത്തിയുള്ളതും, കാര്യക്ഷമവും, സാമ്പത്തികലാഭവും ഉള്ള മാർഗമാണിത്. മനുഷ്യവിസർജ്യം പുനഃചംക്രമണം ചെയ്ത് ജൈവവളമാക്കി മാറ്റി രാസവളത്തിന്റെ ഉപയോഗം കുറയ്ക്കാൻ കഴിയും. കേരളത്തിന്റെയും ശ്രീലങ്കയുടെയും പല ഭാഗത്തും ഇത്തരം ഇക്കോസാൻ (Eco San) ടോയ്‌ലറ്റുകളുണ്ട്.

16.3 ഖരമാലിന്യങ്ങൾ (Solid Wastes)

ഉപയോഗശേഷം വലിച്ചെറിയപ്പെടുന്ന എല്ലാ പാഴ്‌വസ്തുക്കളെയും ഖരമാലിന്യമായി കണക്കാക്കുന്നു. വീട്, ഓഫീസ്, കടകൾ, സ്കൂളുകൾ, ആശുപത്രികൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ നിന്നുമുണ്ടാകുന്ന മാലിന്യങ്ങളാണ് മുനിസിപ്പൽ ഖരമാലിന്യങ്ങൾ. പേപ്പർ, ആഹാരവശിഷ്ടങ്ങൾ, പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ, ഗ്ലാസ്, ലോഹങ്ങൾ, റബ്ബർ, തുകൽ, വസ്ത്രങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയാണ് സാധാരണയായി ഉണ്ടാകുന്ന മുനിസിപ്പൽ ഖരമാലിന്യങ്ങൾ ഇത് ശേഖരിക്കുന്നതും നിർമാർജനം ചെയ്യുന്നതും മുനിസിപ്പാലിറ്റിയാണ്. ഇവ കത്തിക്കുന്നത് മാലിന്യങ്ങളുടെ അളവ് കുറയ്ക്കും. എന്നാൽ പൂർണമായും കത്തി തീരാത്തവ മാലിന്യക്കൂമ്പാരമായി എലികളുടെയും ഈച്ചകളുടെയും വിഹാരകേന്ദ്രമായി മാറുന്നു. തുറസ്സായ സ്ഥലങ്ങളിൽ മാലിന്യം കത്തിക്കുന്നതിനുപകരം അവലംബിച്ച ഒരു മാർഗമാണ്

സാനിറ്ററി ലാൻഡ്ഫിൽസ് (Sanitary landfills). ഈ രീതിയിൽ മാലിന്യങ്ങൾ ഒന്നായി അമർത്തി താഴ്ന്ന പ്രദേശങ്ങളിലോ കുഴികളിലോ നിക്ഷേപിച്ച് മണ്ണിട്ടു മൂടുന്നു. നിങ്ങൾ പട്ടണത്തിലോ നഗരത്തിലോ ജീവിക്കുന്നവരാണോ? എങ്കിൽ സമീപപ്രദേശത്തെവിടെയാണ് ഇത്തരം ലാൻഡ്ഫിൽ കാണപ്പെടുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? വൻനഗരങ്ങളിൽ ഉയർന്നതോതിൽ മാലിന്യങ്ങളുണ്ടാകുന്നതുമൂലം ഈ സ്ഥലങ്ങൾ വളരെ വേഗം മാലിന്യത്താൽ നിറയുന്നു. അതിനാൽ ഈ രീതി അവിടെ ഒരു ശാശ്വത പരിഹാര മാർഗമല്ല. കൂടാതെ ഈ മാലിന്യങ്ങളിൽ നിന്നും മണ്ണിലേക്ക് ഊർന്നിറങ്ങുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ ഭൂഗർഭജലസ്രോതസ്സുകളെ മലിനമാക്കുന്നു.

പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങളോട് മനുഷ്യൻ കുറച്ചുകൂടി ഉത്തരവാദിത്വപരമായ നിലപാട് സ്വീകരിച്ചാൽ മാത്രമേ ഇതിന് ഒരു പരിഹാരമാകുകയുള്ളൂ. മനുഷ്യൻ പുറന്തള്ളുന്ന മാലിന്യങ്ങളെ മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം.

a. ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകുന്നവ (Biodegradable)

b. പുനച്ചംക്രമണം നടത്താൻ കഴിയുന്നവ (Recyclable)

c. ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകാത്തവ (Non-biodegradable)

ഇത്തരത്തിൽ എല്ലാ മാലിന്യങ്ങളെയും തരംതിരിക്കേണ്ടത് ആവശ്യമാണ്. പുനരുപയോഗം നടത്താൻ കഴിയുന്നതും പുനച്ചംക്രമണം ചെയ്യാൻ കഴിയുന്നതുമായ വസ്തുക്കൾ വേർതിരിക്കുക. പുനച്ചംക്രമണം ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന വസ്തുക്കൾ തരംതിരിക്കുന്നതിലൂടെ ആക്രിപെറുക്കുന്ന ആൾക്കാർ വലിയൊരു സേവനമാണ് ചെയ്യുന്നത്. ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകുന്ന വസ്തുക്കൾ ആഴമുള്ള കുഴികളിൽ നിക്ഷേപിച്ച് സ്വാഭാവിക ജീർണനത്തിന് അനുവദിക്കുക. അവശേഷിക്കുന്ന ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകാത്തവ നിർമാർജനം ചെയ്യുക. മാലിന്യം ഉണ്ടാകുന്നതിന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കുക എന്നതായിരിക്കണം നമ്മുടെ പരമപ്രധാന ലക്ഷ്യം. എന്നാൽ ജൈവവിഘടനത്തിന് വിധേയമാകാത്ത വസ്തുക്കളുടെ ഉപയോഗം ഇന്ന് വളരെയധികം കൂടിവരികയാണ്.

പായ്ക്കറ്റിൽ ലഭ്യമാകുന്ന ബിസ്കറ്റ് പോലെ ഏതെങ്കിലും ഒരു 'ഗുണമേന്മയുള്ള' ('good quality') ആഹാരപദാർഥം എടുക്കുക. അത് എങ്ങനെയാണ് പായ്ക്ക് ചെയ്തിരിക്കുന്നതെന്ന് നോക്കുക. എത്ര സംരക്ഷണപാളികളാണ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്? ഇതിൽ ഒരു പാളിയെങ്കിലും പ്ലാസ്റ്റിക് കൊണ്ടുള്ളതായിരിക്കും. നിത്യോപയോഗസാധനങ്ങളായ പാലും, വെള്ളവും പോലും നമ്മൾ പോളിബാഗിൽ പായ്ക്ക് ചെയ്യാൻ തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു! മനോഹരമായ പോളിസ്റ്ററിൻ അല്ലെങ്കിൽ പ്ലാസ്റ്റിക്കിൽ പൊതിഞ്ഞ പഴങ്ങളും പച്ചക്കറികളും നഗരങ്ങളിൽ നിന്നും വാങ്ങാൻ കഴിയും. ഇത്തരം സാധനങ്ങൾ വലിയ തുക നൽകി നമ്മൾ വാങ്ങുന്നതു വഴി പരിസരമലിനീകരണം കൂട്ടാമെന്നല്ലാതെ എന്ത് നേട്ടമാണുള്ളത്? പ്ലാസ്റ്റിക്കിന്റെ ഉപയോഗം പരമാവധി കുറച്ച് പരിസ്ഥിതി സൗഹാർദപരമായ വസ്തുക്കൾ കൊണ്ട് പായ്ക്ക് ചെയ്തവ വാങ്ങാനുള്ള ശ്രമം സംസ്ഥാനഗവൺമെന്റുകൾ നടത്തിവരുകയാണ്. പോളിത്തീൻ കവറുകൾ നിരസിച്ചു കൊണ്ടും തുണിയോ മറ്റ് പ്രകൃതിദത്ത നാരുകൾ കൊണ്ടോ നിർമിച്ച ബാഗുകൾ സാധനങ്ങൾ വാങ്ങാൻ കൊണ്ടുപോകുന്നത് വഴിയും നമുക്കും ഇത്തരം ശ്രമങ്ങളുടെ ഭാഗമാകാവുന്നതാണ്.

രോഗകാരികളായ സൂക്ഷ്മജീവികൾ, മാരകമായ രാസവസ്തുക്കൾ, അണുനാശിനികൾ എന്നിവ അടങ്ങിയ അപകടകരമായ മാലിന്യങ്ങളാണ് ആശുപത്രികളിൽ നിന്നും പുറന്തള്ളുന്നത്. ഇത്തരം വസ്തുക്കൾ അതീവ ശ്രദ്ധയോടെയാണ് പുറന്തള്ളേണ്ടതും സംസ്കരിക്കേണ്ടതും. ആശുപത്രി മാലിന്യങ്ങൾ സംസ്കരിക്കുന്നതിനായി ഇൻസിനറേറ്ററുകളുടെ (Incinerators) ഉപയോഗം ഒഴിച്ചുകൂടാനാവാത്തതാണ്.

നന്നാക്കാൻ കഴിയാത്ത കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ, മറ്റു ഇലക്ട്രോണിക് സാധനങ്ങൾ എന്നിവ ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങൾ (Electronic wastes or e-wastes) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങൾ കുഴികൾ നികത്തുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുകയോ ഇൻസിനറേറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് കത്തിക്കുകയോ ചെയ്യും. വികസിത രാജ്യങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങളിൽ പകുതിയും പ്രധാനമായും ഇന്ത്യ, ചൈന, പാകിസ്താൻ എന്നീ വികസ്വരരാജ്യങ്ങളിലേക്ക് കയറ്റി അയയ്ക്കുന്നു. ഇവിടെ പുനചംക്രമണ പ്രക്രിയയിലൂടെ ചെമ്പ്, ഇരുമ്പ്, സിലിക്കൺ, നിക്കൽ, സ്വർണം തുടങ്ങിയ ലോഹങ്ങൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു.

വികസിത രാജ്യങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങളുടെ പുനചംക്രമണത്തിനായി പ്രത്യേകം സംവിധാനങ്ങൾ നിലവിലുണ്ട്. എന്നാൽ വികസ്വര രാജ്യങ്ങളിൽ പുനചംക്രമണ പ്രക്രിയ മനുഷ്യർ തന്നെയാണ് നടത്തുന്നത്. അതിനാൽ ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങളിലുള്ള വിഷവസ്തുക്കൾ ഈ ജോലിയിൽ ഏർപ്പെടുന്ന ആളുകളെ ബാധിക്കുന്നു. പരിസ്ഥിതി സൗഹാർദപരമായ രീതിയിൽ ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങൾ പുനചംക്രമണത്തിലൂടെ സംസ്കരിക്കുക എന്നുള്ളതാണ് ഇതിനുള്ള ഒരേ ഒരു മാർഗം.

16.3.1 പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യങ്ങൾക്കുള്ള പരിഹാരം - ഒരു കേസ് സ്റ്റഡി (Case Study of Remedy for Plastic Waste)

പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യങ്ങൾ കുന്നുകൂടുന്നതുമൂലം വർധിച്ചുവരുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് ഒരു പരിഹാരം കണ്ടെത്തിയ വ്യക്തിയാണ് ബാംഗ്ലൂരിലെ പ്ലാസ്റ്റിക് സഞ്ചി നിർമാതാവായ 57 വയസ്സുള്ള അഹമ്മദ് ഖാൻ. ഈ വ്യക്തി 20 വർഷമായി പ്ലാസ്റ്റിക് സഞ്ചി നിർമ്മിക്കുകയാണ്. പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യം ഗുരുതരമായ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നുവെന്ന് ഏകദേശം 8 വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് അദ്ദേഹം തിരിച്ചറിഞ്ഞു. അതിനാൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കമ്പനി പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യത്തെ പുനചംക്രമണം ചെയ്ത് പ്ലാസ്റ്റിക്കിന്റെ നേർത്ത തരിരൂപത്തിലുള്ള പോളിബ്ലെൻഡ് (Polyblend) നിർമിച്ചു. ഈ മിശ്രിതം ബിട്ടുമെനുമായി (Bitumen) ചേർത്ത് റോഡ് ടാർ ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിച്ചു. പോളിബ്ലെൻഡും ബിട്ടുമെനും ചേർത്ത മിശ്രിതം റോഡ് ടാർ ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിച്ചപ്പോൾ ബിട്ടുമെന്റെ ജല വികർഷണ ശേഷി (Water repellant properties) കൂടിയതായും തന്മൂലം റോഡിന്റെ ആയുസ്സ് മൂന്നിരട്ടി വർധിച്ചതായും കണ്ടെത്തി. ഇതുസാധ്യമായത് ആർ.വി.കോളേജ് ഓഫ് എഞ്ചിനീയറിംഗിന്റെയും ബാംഗ്ലൂർ സിറ്റി കോർപ്പറേഷന്റെയും സഹകരണത്തോടുകൂടിയാണ്. പോളിബ്ലെൻഡ് നിർമിക്കുന്നതിനുള്ള അസംസ്കൃത വസ്തു നേർത്ത പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യമാണ്. അതിനാൽ അഹമ്മദ് ഖാൻ ആക്രിപെറുക്കുന്ന ആളുകൾക്കുള്ള വേതനം ഒരു കിലോ പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യത്തിന് 40 പൈസ എന്നത് 6 രൂപയാക്കി വർധിപ്പിച്ചു. ഖാൻ കണ്ടെത്തിയ സാങ്കേതികവിദ്യയിലൂടെ 2002 ൽ ബാംഗ്ലൂർ സിറ്റിയിലെ 40 കിലോമീറ്ററിലധികം റോഡ് ടാർ ചെയ്തു. ഇതു പോലെ തുടരുകയാണെങ്കിൽ ഖാന് പോളിബ്ലെൻഡ് നിർമ്മിക്കാനാവശ്യമായ പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യം ബാംഗ്ലൂരിൽ നിന്നും ലഭ്യമല്ലാത്ത അവസ്ഥ വരും. പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യക്കൂമ്പാരത്താൽ ജനജീവിതം ദുസ്സഹമാകാതിരിക്കാൻ കണ്ടെത്തിയ പോളിബ്ലെൻഡ് പോലുള്ള നൂതനാശയങ്ങൾ അഭിനന്ദനം അർഹിക്കുന്നു. *നിങ്ങളുടെ വീട്ടിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഖരമാലിന്യങ്ങൾ സംസ്കരിക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണ്? ചർച്ചചെയ്യു. പോരായ്മകൾ കണ്ടെത്തി പരിഹാരമാർഗങ്ങൾ നിർദേശിക്കൂ.*

16.4 കാർഷിക രാസവസ്തുക്കളും അവയുടെ പ്രത്യാഘാതങ്ങളും (Agro-chemicals and their Effects)

ഹരിതവിപ്ലവത്തിലൂടെ രാസവസ്തുക്കളും കീടനാശിനികളും ഉപയോഗിച്ച് കാർഷികോൽപ്പാദനം അനേകമടങ്ങ് വർധിപ്പിക്കാൻ സാധിച്ചു. കീടനാശിനികൾ, കളനാശിനികൾ, കുമിൾനാശിനികൾ തുടങ്ങിയവ വൻതോതിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടു. ഇവ മണ്ണ് എന്ന

ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ ദോഷകരമല്ലാത്ത ജീവജാലങ്ങൾക്കും (Non targeted) വിഷകരമാണ്. ഇത് കരആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ ബയോമാഗ്നിഫിക്കേഷന് കാരണമാകുന്നില്ലേ? ജല ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ അമിതമായി രാസവളങ്ങൾ ചേരുന്നത് യൂട്രോഫിക്കേഷന് കാരണമാകുന്നുവെന്ന് നമുക്ക് അറിയാവുന്നതാണ്. അതിനാൽ കാർഷികമേഖലയിൽ ഇന്നുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾ ഭയാനകമാണ്.

16.4.1 ജൈവകൃഷി-ഒരു കേസ് സ്റ്റഡി (Case Study of Organic Farming)

ചാക്രികവും, മാലിന്യങ്ങൾ അവശേഷിക്കാതെ ഒരു മേഖലയിലെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ പുനചംക്രമണം ചെയ്ത് മറ്റൊരു മേഖലയിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന രീതിയിലുള്ള കൃഷി രീതിയാണ് സംയോജിത ജൈവകൃഷി (Integrated organic farming). ഇത് വിഭവങ്ങളുടെ പരമാവധി ഉപയോഗം സാധ്യമാക്കുകയും ഉൽപ്പാദനക്ഷമത കൂട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഹരിയാനയിലെ സോനിപട്ട് എന്ന സ്ഥലത്തെ കർഷകനായ രമേഷ് ചന്ദ്ര ദാഗർ ഇത്തരത്തിലുള്ള കൃഷിരീതിയാണ് അവലംബിച്ചത്. തേനീച്ച വളർത്തൽ (Bee-keeping), കന്നുകാലി പരിപാലനം (Dairy management), ജലസംഭരണം (Water harvesting), കമ്പോസ്റ്റ് നിർമാണം (Composting) എന്നിങ്ങനെ വിവിധങ്ങളായ കൃഷിയുടെ ഒരു നിര തന്നെ അദ്ദേഹത്തിനുണ്ട്. ഒരു കൃഷി മറ്റൊന്നിന് ഉപകാരപ്രദമാകുന്ന രീതിയിലുള്ളതും സാമ്പത്തിക ലാഭം നൽകുന്നതുമായ സുസ്ഥിര സംരംഭമാണിത്. കന്നുകാലികളുടെ ചാണകം (Dung) വളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ രാസവളം ഉപയോഗിക്കേണ്ടി വരുന്നില്ല. കൃഷിയിടങ്ങളിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പാഴ്വസ്തുക്കൾ കമ്പോസ്റ്റ് നിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് ഒരു പ്രകൃതിദത്തവളമായും ഊർജാവശ്യം നിറവേറ്റുന്നതിനായി പ്രകൃതിവാതകത്തിന്റെ (Natural gas) നിർമാണത്തിനും ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്. സംയോജിത ജൈവകൃഷിയെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരം പങ്കുവയ്ക്കുന്നതിലും സഹായം നൽകുന്നതിലും അതീവ തൽപ്പരനായതിനാൽ ഡാഗർ 5000 ത്തോളം കർഷകരെ ഉൾപ്പെടുത്തി ഹരിയാന കിസാൻ വെൽഫെയർ ക്ലബിന് (Haryana Kisan Welfare Club) രൂപം നൽകി.

16.5 റേഡിയോആക്ടീവ് മാലിന്യങ്ങൾ (Radioactive Wastes)

മലിനീകരണം ഇല്ലാതെ വൈദ്യുതോൽപ്പാദനം നടത്താനുള്ള ഒരു മാർഗമായാണ് ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ആണവോർജത്തെ (Nuclear energy) കരുതിയിരുന്നത്. എന്നാൽ ആണവോർജം ഉപയോഗിക്കുന്നതു മൂലം രണ്ട് ഗുരുതരമായ പ്രശ്നങ്ങളുണ്ടെന്ന് പിന്നീട് തിരിച്ചറിഞ്ഞു. ഒന്നാമത്തേത് ത്രീ മൈൽ ഐലന്റ് (Three Mile Island), ചെർണോബിൽ (Chernobyl) എന്നിവിടങ്ങളിൽ സംഭവിച്ചതുപോലുള്ള റേഡിയോആക്ടീവ് പദാർഥങ്ങളുടെ ആകസ്മിക ചോർച്ചയാണ് (Accidental leakage). രണ്ടാമത്തേത് റേഡിയോആക്ടീവ് മാലിന്യങ്ങളുടെ സുരക്ഷിതമായ നിർമാർജനമാണ്.

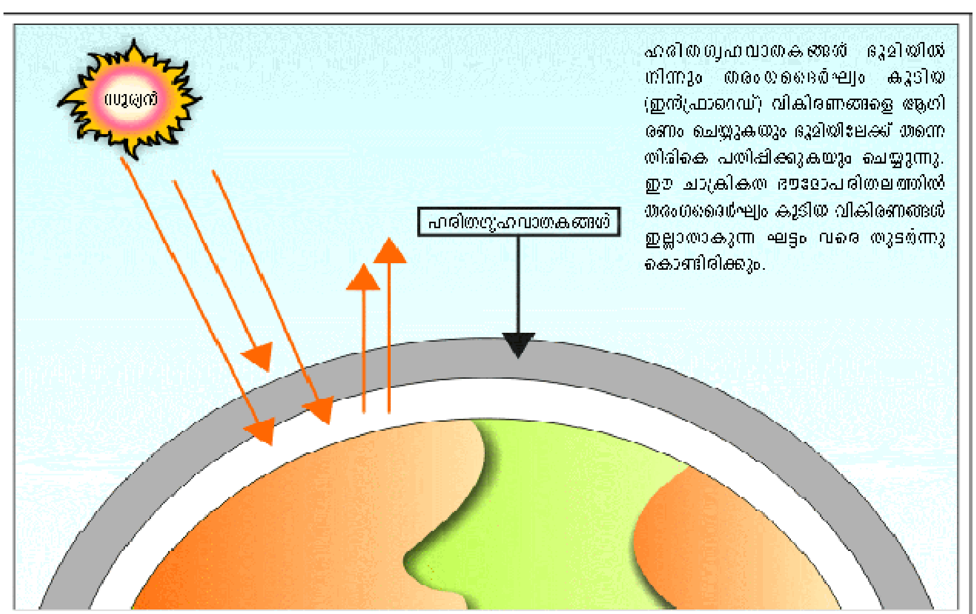
റേഡിയോആക്ടീവ് മാലിന്യങ്ങളിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന വികിരണങ്ങൾ ജീവജാലങ്ങൾക്ക് വളരെയധികം അപകടമുണ്ടാക്കുന്നതാണ്. ഇത് വളരെ ഉയർന്ന നിരക്കിൽ ഉൽപ്പരിവർത്തന (Mutation) ത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ഉയർന്ന അളവിലുള്ള ആണവവികിരണങ്ങൾ മരണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. എന്നാൽ കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ളത് പലതരം വൈകല്യങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇതിൽ ഏറ്റവും കൂടുതലായി ഉണ്ടാകാൻ സാധ്യതയുള്ളത് ക്യാൻസർ ആണ്. അതിനാൽ അതിഭീകര മലിനീകാരിയായ ആണവമാലിന്യങ്ങൾ അതീവ ശ്രദ്ധയോടെ കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടതാണ്.

ആണവമാലിന്യം ആവശ്യമായരീതിയിൽ സംസ്കരിച്ചതിന് ശേഷം മാത്രമേ നിർമാർജനം ചെയ്യാൻ പാടുള്ളൂ എന്നാണ് നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ഇവ കട്ടിയുള്ള വീപ്പകളിലാക്കി നന്നായി പൊതിഞ്ഞ് പാറകൾ തുരന്ന് 500 മീറ്റർ താഴ്ചയിൽ ഇട്ട് മൂടേണ്ടതാണ്. എന്നാൽ ഇത്തരത്തിൽ നിർമാർജനം ചെയ്യുന്നതിനെതിരെയും പൊതുജനങ്ങളിൽനിന്നും പ്രതിഷേധം ഉയർന്ന് കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ഈ രീതിയിലുള്ള നിർമാർജനം പൊതുജനത്തിന് സ്വീകാര്യമല്ലാത്തത് എന്തുകൊണ്ടാണ്?

16.6 ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവവും ആഗോളതാപനവും (GREENHOUSE EFFECT AND GLOBAL WARMING)

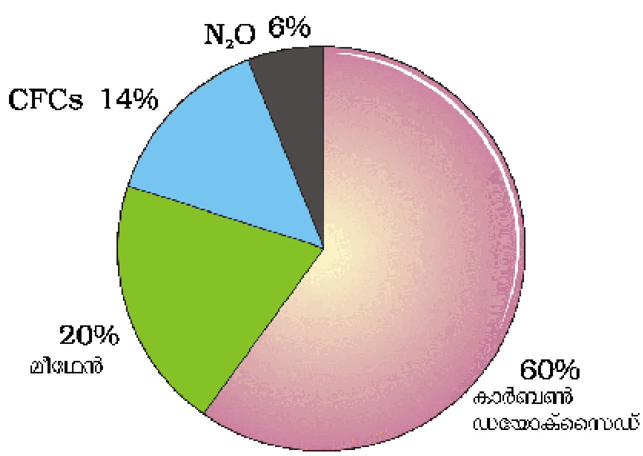
ഗ്രീൻഹൗസിൽ (ഹരിതഗൃഹത്തിൽ) നടക്കുന്ന ഒരു പ്രതിഭാസത്തിൽ നിന്നും ഉണ്ടായ വാക്കാണ് 'ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവം'. നിങ്ങൾ ഒരു ഹരിതഗൃഹം കണ്ടിട്ടുണ്ടോ? ഒരു ഗ്ലാസ് വീട് (Glass house) പോലെയാണിത് കാണപ്പെടുന്നത്. ശൈത്യകാലത്ത് (Winter) സസ്യങ്ങളെ വളർത്താനാണിത് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഗ്ലാസ് വീടിനകത്ത് ഗ്ലാസ് പാളികൾ പ്രകാശത്തെ അകത്തേക്ക് കടത്തി വിടുന്നു. എന്നാൽ ചൂട് പുറത്തേക്ക് പോകാൻ അനുവദിക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ ഹരിതഗൃഹത്തിനകം ചൂടാകുന്നു. അതായത് കുറെ മണിക്കൂറുകളായി വെയിലത്ത് പാർക്ക് ചെയ്തിരിക്കുന്ന കാറിന്റെ അകം പോലെ.

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തെയും അന്തരീക്ഷത്തെയും ചൂടാക്കുന്നതിനായി പ്രകൃത്യാ സംഭവിക്കുന്ന ഒരു പ്രതിഭാസമാണ് ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവം. ഇതാണ് ഭൂമിയുടെ താപനില ഏകദേശം 15°C ആയി നിലനിർത്തുന്നത്. ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവം ഇല്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെ താപനില ഏകദേശം -18°C ആകുമായിരുന്നു. ഇത്രയും തണുത്തുറഞ്ഞ അവസ്ഥയെക്കുറിച്ച് ആലോചിച്ചു നോക്കൂ. ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവത്തെ കുറിച്ച് അറിയണമെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ബാഹ്യപാളിയിലെത്തുന്ന സൗരോർജത്തിന് എന്ത് സംഭവിക്കുന്നു എന്നറിയണം (ചിത്രം 16.6). ഭൂമിയിലേക്ക് വരുന്ന സൗരോർജ



ചിത്രം അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ബാഹ്യപാളിയിലെ സൗരോർജം

ത്തിന്റെ നാലിൽ ഒന്ന് ഭാഗം മേഘങ്ങളും വാതകങ്ങളും പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നു. കുറച്ച് ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ഭൂമിയിലേക്ക് വരുന്ന സൗരോർജത്തിന്റെ ഏകദേശം പകുതിയോളം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ പതിക്കുന്നു. ഇത് മൂലം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം ചൂടാകുന്നു. ഇതിന്റെ ചെറിയ ഒരു ഭാഗം തിരികെ പ്രതിഫലിക്കുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം ചൂടിനെ തിരികെ അയയ്ക്കുന്നത് ഇൻഫ്രാറെഡ് വികിരണത്തിന്റെ രൂപത്തിലാണ്. എന്നാൽ ഇതിന്റെ വലിയ ഒരു ഭാഗം ശൂന്യാകാശത്തിലേക്ക് പോകാതെ അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള വാതകങ്ങൾ (ഉദാഹരണമായി കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്, മീഥേൻ തുടങ്ങിയവ) ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. ഈ വാതകങ്ങളിലെ തന്മാത്രകൾ താപോർജത്തെ റേഡിയേറ്റ് ചെയ്യുകയും വലിയൊരു ഭാഗം ഭൂമിയിലേക്ക് തന്നെ തിരികെ വരികയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലെ ചൂട് ഒന്നുകൂടി വർധിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് ചാക്രികമായി പല തവണ ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു. മുകളിൽ പറഞ്ഞ വാതകങ്ങളായ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്, മീഥേൻ എന്നിവ ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവത്തിന് കാരണമാകുന്നതിനാൽ അവയെ ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 16.7).



ചിത്രം 16.7 വിവിധ ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങൾക്ക് ആഗോളതാപനത്തിലുള്ള പങ്ക്

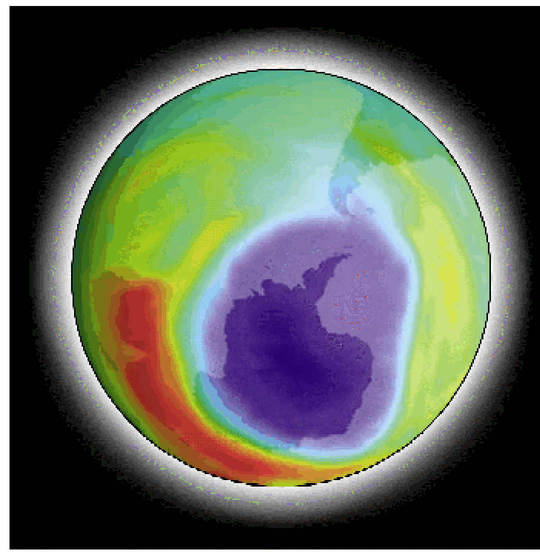
ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങളുടെ അളവിലുണ്ടാകുന്ന വർധനവ് ഭൂമിയുടെ താപനില ഉയരുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. ഇത് ആഗോളതാപനത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിൽ ഭൂമിയുടെ താപനില 0.6°C വർധിച്ചു. ഈ വർധനവ് ഉണ്ടായത് കഴിഞ്ഞ മൂന്ന് ദശാബ്ദകാലത്തിലാണ്. ഇത്തരത്തിൽ താപനിലയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വർധനവ് പരിസ്ഥിതിയെ അപകടകരമായ മാറ്റങ്ങളിലേക്ക് നയിക്കുകയും തൽഫലമായി അപ്രതീക്ഷിതമായ കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് (Odd climatic change) (ഉദാ: El Nino effect) കാരണമാകുകയും ചെയ്യും എന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞർ വിശ്വസിക്കുന്നു. തൽഫലമായി ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ മഞ്ഞുകട്ടകളും ഹിമാലയത്തിന്റെ മഞ്ഞുമലകളും ഉരുകുന്നതിന്റെ വേഗത കൂടും. വർഷങ്ങൾ കഴിയുമ്പോൾ ഇത് കടൽ ജലനിരപ്പ് ഉയരാൻ കാരണമാകും. ഇത് മൂലം പല തീരപ്രദേശങ്ങളും കടലിൽ മുങ്ങും. ആഗോളതാപനത്തിന്റെ ഫലമായി ഉണ്ടാകാനിടയുള്ള വ്യാപക മാറ്റത്തെ കുറിച്ച് ഗവേഷണങ്ങൾ പുരോഗമിക്കുകയാണ്.

ആഗോളതാപനം എങ്ങനെ തടയാനാകും? ഫോസിൽ ഇന്ധനത്തിന്റെ ഉപയോഗം കുറയ്ക്കുക, ഊർജോപയോഗത്തിന്റെ ക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുക, വനനശീകരണം കുറയ്ക്കുക, മരങ്ങൾ വച്ചുപിടിപ്പിക്കുക., ജനസംഖ്യ നിയന്ത്രിക്കുക എന്നിവയിലൂടെ ആഗോളതാപനം തടയാം. അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങൾ പുറന്തള്ളുന്നത് കുറയ്ക്കാനുള്ള പരിപാടികൾ അന്താരാഷ്ട്രതലത്തിൽ (International initiatives) രൂപീകരിക്കുക വഴിയും ആഗോളതാപനം കുറയ്ക്കാൻ സാധിക്കും.

16.7 സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോൺ ശോഷണം (Ozone Depletion in the Stratosphere)

XI-ാം ക്ലാസിലെ കെമിസ്ട്രി പാഠപുസ്തകത്തിൽ ഉപദ്രവകരമായ ഓസോണി ('bad' ozone) നെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. സസ്യങ്ങൾക്കും ജന്തുക്കൾക്കും ദോഷകരമായ ഇത് അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഭൂമിയോട് അടുത്ത പാളിയായ ട്രോപോസ്ഫിയറിലാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. എന്നാൽ ഉപകാരപ്രദമായ ഓസോണും ('good' ozone) ഉണ്ട്. അന്തരീ

ക്ഷത്തിന്റെ മുകളിലെ പാളിയായ സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ ആണ് ഈ ഓസോൺ കാണപ്പെടുന്നത്. സൂര്യപ്രകാശത്തിലെ അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന ഒരു കവചമായി ഇത് വർത്തിക്കുന്നു. UV വികിരണങ്ങൾ മനുഷ്യന് വളരെയധികം ദോഷകരമാണ്. കാരണം ജീവജാലങ്ങളിലുള്ള ഡി.എൻ.എ.യും പ്രോട്ടീനും UV വികിരണങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്യുകയും ഈ വികിരണങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കൂടിയ അളവിലുള്ള ഊർജം ഇവയുടെ തന്മാത്രകളിലുള്ള രാസ ബന്ധനങ്ങൾ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ താഴെ നിന്നും മുകൾ ഭാഗം വരെയുള്ള വായു യൂപ (Column of air) ത്തിലുള്ള ഓസോണിന്റെ കനം അളക്കുന്നത് **ഡോബ്സൺ യൂണിറ്റിലാണ്** (Dobson units - DU).



ചിത്രം **16.8** അന്റാർട്ടിക്കയ്ക്ക് മുകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഓസോൺ ശോഷണം (പർപ്പിൾ നിറത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു). ഇവിടെ ഓസോൺ പാളി നേർത്തതായി കാണപ്പെടുന്നു. ഓസോണിന്റെ കട്ടി ഡോബ്സൺ യൂണിറ്റിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു. (വയലറ്റിൽ നിന്നും ചുവപ്പിലേക്കുള്ള സ്കെയിൽ ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം നിരീക്ഷിക്കുക). ഓരോ വർഷവും അന്റാർട്ടിക്കയ്ക്ക് മുകളിലുള്ള ഓസോൺ ശോഷണം നടക്കുന്നത് ഓഗസ്റ്റ് അവസാനം മുതൽ ഒക്ടോബർ ആദ്യം വരെയുള്ള കാലയളവിലാണ്. കടപ്പാട് : നാസ (NASA)

സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകളിൽ UV വികിരണങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായാണ് ഓസോൺ വാതകം നിരന്തരം ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നത്. അതുപോലെ ഇവിടെ വച്ച് ഓസോൺ വിഘടിച്ച് ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു. സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ ഓസോണിന്റെ വിഘടനവും ഉൽപ്പാദനവും സന്തുലിതമായാണ് നടക്കുന്നത്. എന്നാൽ **ക്ലോറോഫ്ളൂറോ കാർബണുകൾ (CFCs)** ഓസോൺ വിഘടന പ്രക്രിയയെ ത്വരിതപ്പെടുത്തിയതിനാൽ ഈ സന്തുലിതാവസ്ഥയ്ക്ക് കോട്ടം സംഭവിച്ചു. CFC കൾ വ്യാപകമായി റഫ്രിജറന്റായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ, ഭൂമിയോട് അടുത്ത പാളിയിലേക്ക് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്ന CFCകൾ മുകളിലേക്ക് ഉയർന്ന് സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ വച്ച് UV വികിരണങ്ങൾ അവയിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ക്ലോറിൻ ആറ്റങ്ങൾ പുറന്തള്ളുന്നു. ക്ലോറിൻ ഓസോണിനെ വിഘടിപ്പിച്ച് ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ ആറ്റങ്ങൾ ഇവിടെ ഒരു ഉൽപ്രേരകമായി (Catalyst) മാത്രമായാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഈ രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ക്ലോറിൻ ആറ്റങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ല. അതിനാൽ എത്രത്തോളം CFCകൾ സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ കൂടുന്നുവോ അതിനനുസരിച്ച് അവ സ്ഥിരമായും തുടർച്ചയായും ഓസോണിന്റെ അളവിനെ ബാധിക്കും. സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ ആകമാനം ഓസോൺ ശോഷണം നടക്കുന്നുവെങ്കിലും ശോഷണം പ്രധാനമായും കണ്ടെത്തിയിരിക്കുന്നത് അന്റാർട്ടിക് മേഖലയിലാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഓസോൺ ശോഷണം മൂലം വളരെയധികം ഭാഗങ്ങളിൽ ഓസോൺ പാളി കനം കുറഞ്ഞതായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ **ഓസോൺ വിള്ളൽ** (Ozone hole) എന്നുപറയുന്നു (ചിത്രം 16.8).

ഓസോൺ പാളി ശരിയായ തരത്തിൽ നിലനിൽക്കുകയാണെങ്കിൽ UV-B യെക്കാൾ തരംഗദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞ UV വികിരണങ്ങളിൽ ഏറിയപങ്കും ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷം ആഗിരണം ചെയ്യും. UV-B ഡി.എൻ.എ. യ്ക്ക് തകരാർ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇത് മൂലം ഉൽപ്പരിവർത്തനം നടക്കാം. ഇത് ത്വക്കിനെ പ്രായാധിക്യം ഉള്ളതാക്കി മാറ്റുന്നു. ത്വക്കിലെ കോശങ്ങൾക്ക് തകരാർ ഉണ്ടാക്കുകയും ത്വക്കിൽ വിവിധതരം ക്യാൻസറിന് കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. മനുഷ്യനേത്രത്തിലെ കോർണിയ UV-B വികിരണങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. ഉയർന്ന തോതിലുള്ള UV-B **സ്നോബ്ലൈൻഡ്നസ് (Snow blindness)** എന്നറിയപ്പെടുന്ന കോർണിയ വീങ്ങൽ, തിമിരം (Cataract) എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാ

കുന്നു. ഈ വികിരണങ്ങൾ ഏൽക്കുന്നത് കോർണിയയ്ക്ക് സ്ഥിരമായ തകരാർ ഉണ്ടാക്കും.

ഓസോൺ ശോഷണത്തിന്റെ അപകടങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞുകൊണ്ട് 1987 ൽ കാനഡയിലെ മോൺട്രിയലിൽ നടന്ന അന്താരാഷ്ട്ര ഉച്ചകോടിയിൽ (International treaty) ഓസോൺ ശോഷണത്തിന് കാരണമാകുന്ന വസ്തുക്കളുടെ പുറന്തള്ളൽ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനായി **മോൺട്രിയൽ കരാർ (Montreal Protocol)** ഒപ്പുവച്ചു. ഇത് 1989 ലാണ് പ്രാവർത്തികമായത്. തുടർന്നു നടന്ന ശ്രമങ്ങളുടെ ഫലമായി CFCകളുടെയും ഓസോൺ ശോഷണത്തിന് കാരണമാകുന്ന മറ്റ് രാസവസ്തുക്കളുടെയും പുറന്തള്ളൽ കുറയ്ക്കുന്നതിനായി വികസിത രാജ്യങ്ങൾക്കും വികസ്വര രാജ്യങ്ങൾക്കും പ്രത്യേകം കരാറുകളും കർമ്മപദ്ധതികളും തയാറാക്കി.

16.8 വിഭവങ്ങളുടെ അനുചിതമായ ഉപയോഗവും പരിപാലനവും മൂലമുണ്ടാകുന്ന ശോഷണം (Degradation by Improper Resource Utilisation and Maintenance)

മലിനീകരണം കൊണ്ട് മാത്രമല്ല പ്രകൃതിവിഭവങ്ങളുടെ ശോഷണം സംഭവിക്കുന്നത്. വിഭവങ്ങൾ ശരിയായ രീതിയിൽ ഉപയോഗിക്കാത്തതും ഇതിന് കാരണമാകുന്നുണ്ട്.

മണ്ണൊലിപ്പും മരുഭൂമിവൽക്കരണവും (Soil erosion and desertification)

ഫലപുഷ്ടിയുള്ള മേൽമണ്ണ് രൂപപ്പെടാൻ നൂറ്റാണ്ടുകൾ വേണ്ടിവരും. എന്നാൽ മനുഷ്യന്റെ പ്രവൃത്തികൾ മൂലം വളരെ വേഗത്തിൽ ഫലപുഷ്ടിയുള്ള മേൽമണ്ണ് നഷ്ടപ്പെടുന്നു. അമിതമായ കൃഷി, അനിയന്ത്രിതമായി മൃഗങ്ങൾ മേയുന്നത്, വനനശീകരണം, മോശമായ ജലസേചനരീതികൾ തുടങ്ങിയവ വരണ്ട ഭൂപ്രദേശങ്ങൾ ഉണ്ടാകാൻ കാരണമാകുന്നു. തരിശുഭൂപ്രദേശങ്ങൾ കൂടുകയും കാലക്രമേണ അവയെല്ലാം ചേർന്ന് മരുഭൂമിയായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. വർധിച്ചുവരുന്ന നഗരവൽക്കരണത്തിന്റെ ഫലമായി നടക്കുന്ന മരുഭൂമിവൽക്കരണം അന്താരാഷ്ട്രതലത്തിൽ തന്നെ ഒരു പ്രധാന പ്രശ്നമായി തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

വെള്ളം കെട്ടിനിൽക്കുന്നതും മണ്ണിന്റെ ലവണത്വവും (Water logging and Soil Salinity)

വെള്ളം നന്നായി ഒഴുകിപ്പോകാൻ കഴിയാത്ത തരത്തിലുള്ള ജലസേചനം മണ്ണിൽ വെള്ളം കെട്ടിനിൽക്കുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. ഇത് വിളകളെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നതു കൂടാതെ ലവണങ്ങളെ മണ്ണിന്റെ ഉപരിതലത്തിലേക്കെത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ലവണങ്ങൾ നേർത്തപാളിയായി മണ്ണിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ അടിഞ്ഞുകൂടുകയോ സസ്യങ്ങളുടെ വേരിൽ ശേഖരിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ ലവണങ്ങളുടെ അളവ് കൂടുന്നത് സസ്യവളർച്ചയെ ദോഷകരമായി ബാധിക്കുകയും കൃഷിയെത്തന്നെ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വെള്ളം കെട്ടിനിൽക്കൽ, മണ്ണിലെ ലവണത്വം എന്നിവയാണ് ഹരിത വിപ്ലവത്തിന്റെ ആരംഭത്തിൽ അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടിവന്ന പ്രധാന പ്രശ്നങ്ങൾ.

16.9 വനനശീകരണം (Deforestation)

വനപ്രദേശങ്ങള വനമല്ലാതാക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയാണ് വനനശീകരണം. ഉഷ്ണമേഖലാപ്രദേശങ്ങളിൽ (Tropics) 40 ശതമാനം വനങ്ങളും മിതോഷ്ണമേഖലകളിൽ (Temperate regions) ഒരു ശതമാനം വനങ്ങളും നശിപ്പിക്കപ്പെട്ടു എന്ന് കണക്കുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇന്നത്തെ അവസ്ഥയിൽ വനനശീകരണം ഇന്ത്യയിൽ ഒരു പ്രശ്നം തന്നെയാണ്. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആരംഭത്തിൽ ഇന്ത്യയിലെ കരപ്രദേശത്തിന്റെ ഏകദേശം 30 ശതമാനം വനനിബിഡമായിരുന്നു. എന്നാൽ ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനമായപ്പോൾ അത് 19.4 ശതമാനമായി ചുരുങ്ങി. എന്നാൽ ഇന്ത്യയിലെ ദേശീയ വനനയം 1988 (National Forest Policy of India 1988) നിർദേശിച്ചിരിക്കുന്നത് സമതലപ്രദേശങ്ങളിൽ 33 ശതമാനവും കുന്നിൻ പ്രദേശങ്ങളിൽ 67 ശതമാനവും വനങ്ങൾ വേണമെന്നാണ്.

എങ്ങനെയാണ് വനനശീകരണം നടക്കുന്നത്? മനുഷ്യന്റെ വിവിധ തരത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് ഇതിന് കാരണമാകുന്നത്. വർധിച്ചുവരുന്ന മനുഷ്യജനസംഖ്യയ്ക്ക് ആഹാരം നൽകുന്നതിനായി വനങ്ങൾ വെട്ടി നശിപ്പിച്ച് കൃഷിഭൂമിയാക്കി മാറ്റുന്നതാണ് ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട കാരണം. കൂടാതെ തടി, വിറക്, കന്നുകാലി വളർത്തൽ, മറ്റ് പല ആവശ്യങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്കായി മരങ്ങൾ മുറിക്കാറുണ്ട്. ഇന്ത്യയിലെ വടക്കുകിഴക്കൻ സംസ്ഥാനങ്ങളിലെ ഒരു കൃഷിരീതിയായ സ്ലാഷ് ആന്റ് ബേൺ (Slash and burn agriculture) അഥവാ ജൂം കൾട്ടിവേഷൻ (Jhum cultivation) വനനശീകരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ഈ കൃഷിരീതിയിൽ കർഷകർ വനത്തിലെ മരങ്ങൾ മുറിക്കുകയും സസ്യഭാഗങ്ങൾ തീയിടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ലഭിക്കുന്ന ചാരം വളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ സ്ഥലം കൃഷിക്കായോ കന്നുകാലികൾ മേയുന്നതിനായോ ഉപയോഗിക്കുന്നു. വിളവെടുപ്പിനുശേഷം ഈ പ്രദേശം വനം വീണ്ടെടുക്കുന്നതിനായി അനേക വർഷം ഉപേക്ഷിക്കപ്പെട്ട നിലയിൽ നിലനിർത്തുന്നു. കർഷകർ മറ്റൊരു വനപ്രദേശത്തേക്ക് പോകുകയും ഈ പ്രക്രിയ ആവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ജൂം കൾട്ടിവേഷൻ പ്രയോഗത്തിൽ വന്ന സമയത്ത് കൃഷിക്കുശേഷം വനം രൂപപ്പെടുന്നതിന് ധാരാളം ഇടവേള നൽകിയിരുന്നു. എന്നാൽ ജനസംഖ്യ കൂടിയപ്പോൾ കൃഷി ആവർത്തിക്കുകയും വനം വീണ്ടെടുക്കാൻ കഴിയാതെവരുകയും ചെയ്തു. ഇത് വനനശീകരണത്തിലേക്ക് നയിച്ചു.

വനനശീകരണത്തിന്റെ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ്? അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെ അളവ് കൂടി എന്നതാണ് ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രത്യാഘാതം. കാർബണിനെ ജൈവപിണ്ഡമാക്കി മാറ്റുന്ന മരങ്ങൾ വനനശീകരണത്തിലൂടെ നഷ്ടമായതാണ് ഇതിനുകാരണം. വനനശീകരണത്തിലൂടെ ആവാസങ്ങൾ നഷ്ടമായത് ജൈവവൈവിധ്യം നശിക്കാൻ കാരണമായി. കൂടാതെ ജലചക്രത്തെ (Hydrological cycle) ബാധിക്കുകയും മണ്ണൊലിപ്പിന് കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. വനനശീകരണം ആത്യന്തികമായി ചില അവസരങ്ങളിൽ മരുഭൂമിവൽക്കരണത്തിലേക്കും നയിക്കാം.

നഷ്ടപ്പെട്ട വനങ്ങൾക്ക് പകരം മരങ്ങൾ വച്ചുപിടിപ്പിച്ച് വനങ്ങൾ വീണ്ടെടുക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് വനവൽക്കരണം (Reforestation). വനനശീകരണം നടന്ന സ്ഥലത്ത് സ്വാഭാവികമായി വനവൽക്കരണം നടക്കാം. വനവൽക്കരണത്തിന്റെ വേഗത കൂട്ടുന്നതിനായി വനനശീകരണം നടന്ന സ്ഥലത്ത് നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന ജൈവവൈവിധ്യത്തിന് പ്രാധാന്യം നൽകികൊണ്ട് മരങ്ങൾ വച്ചുപിടിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.

16.9.1 വനസംരക്ഷണത്തിനായി ജനപങ്കാളിത്തം - ഒരു കേസ് സ്റ്റഡി

ചരിത്രാതീതകാലം മുതൽ വനസംരക്ഷണത്തിനായി ഇന്ത്യയിൽ ജനപങ്കാളിത്തം ഉണ്ടായിരുന്നു. 1731 ൽ രാജസ്ഥാനിലെ ജോധ്പ്പൂർ എന്ന സ്ഥലത്തെ രാജാവ് തന്റെ മന്ത്രിമാരോട് പുതിയകൊട്ടാരം നിർമ്മിക്കുന്നതിനായി തടി കൊണ്ടുവരാൻ ആവശ്യപ്പെട്ടു. മന്ത്രിമാരും ജോലിക്കാരും ഗ്രാമത്തിനടുത്ത് ബിഷ്നോയ് (Bishnois) വിഭാഗക്കാർ താമസിക്കുന്ന കാട്ടിലേക്ക് മരങ്ങൾ മുറിക്കുന്നതിനായി പോയി. പ്രകൃതിയോടിണങ്ങി സമാധാനപരമായും സഹവർത്തിത്വത്തോടെയും ജീവിക്കുന്നതിന് പേരുകേട്ടവരായിരുന്നു ബിഷ്നോയ് വർഗക്കാർ. രാജകിങ്കരൻമാർ മരം മുറിക്കുന്നതിനെ ബിഷ്നോയികൾ എതിർത്തു. അമൃതദേവി എന്ന ഒരു ധീര ബിഷ്നോയ് വനിത മരത്തെ കെട്ടിപ്പിടിച്ച് മരം മുറിക്കുന്നതിന് മുമ്പ് തന്നെ വധിക്കൂ, അതിനുശേഷം മരം മുറിക്കൂ എന്ന് രാജകിങ്കരന്മാരോട് പറയാൻ ധൈര്യം കാണിച്ചു. തന്റെ ജീവനെക്കാൾ വലുതായിരുന്നു അവർക്ക് മരം. സങ്കടകരമെന്ന് പറയട്ടെ, രാജകിങ്കരൻമാർ അവരുടെ വാദങ്ങളൊന്നും ചെവിക്കൊണ്ടില്ല. അവർ മരത്തോടൊപ്പം അമൃതദേവിയെയും വെട്ടി. അമൃതദേവിയുടെ മൂന്നുപെൺമക്കളും നൂറുകണക്കിന് മറ്റു ബിഷ്നോയികളും അമൃതദേവിയുടെ പാത പിന്തുടർന്നു. അങ്ങനെ മരങ്ങളെ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനായി അവർക്കും ജീവത്യാഗം ചെയ്യേണ്ടിവന്നു. ലോകമെമ്പാടും ഉള്ള ചരിത്രം പരിശോധിച്ചാൽ മറ്റെങ്ങും പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷണത്തിനായി മനുഷ്യർ ജീവത്യാഗം ചെയ്ത് ആത്മാർത്ഥത തെളിയിച്ചതായി കാണാനാവില്ല. ഈ അടുത്ത കാലത്തായി ഇന്ത്യാഗവൺമെന്റ് അമൃതാദേവി ബിഷ്നോയ്

വന്യജീവി സംരക്ഷണ അവാർഡ് (Amrita Devi Bishnoi Wildlife Protection Award) രൂപീകരിച്ചു. വന്യജീവി സംരക്ഷണത്തിനായി അതീവധൈര്യവും ആത്മാർഥതയും കാട്ടുന്ന, ഗ്രാമങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വ്യക്തികൾക്കോ സമുദായങ്ങൾക്കോ ആണ് ഈ അവാർഡ് നൽകുക.

1974 ൽ ഹിമാലയത്തിലെ ഗർവാൾ (Garhwal) എന്ന സ്ഥലത്ത് നടത്തിയ ചിപ്കോ പ്രസ്ഥാനത്തെക്കുറിച്ച് (Chipko movement) നിങ്ങൾ കേട്ടിട്ടുണ്ടാകും. അവിടത്തെ തദ്ദേശീയരായ സ്ത്രീകൾ മരങ്ങൾ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനായി അവയെ കെട്ടിപ്പുണർന്ന് കോൺട്രാക്ടർമാർ മരം മുറിക്കുന്നതിനെ തടയാനുള്ള ധൈര്യം കാണിച്ചു. ലോകമെമ്പാടും ഉള്ള ആളുകൾ ചിപ്കോ പ്രസ്ഥാനത്തെ പ്രശംസിച്ചു.

തദ്ദേശവാസികളുടെ പങ്കാളിത്തത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം ഉൾക്കൊണ്ട് 1980 ൽ ഇന്ത്യാഗവൺമെന്റ് ജോയിന്റ് ഫോറസ്റ്റ് മാനേജ്മെന്റ് (Joint Forest Management - JFM) എന്ന ആശയം രൂപീകരിച്ചു. തദ്ദേശീയവാസികൾ വനസംരക്ഷണത്തിനും വനപരിപാലനത്തിനുമായി അടുത്തിടപഴകാനുള്ള അവസരം ഒരുക്കുവാനായിരുന്നു ഇത്തരം ഒരു ആശയം കൊണ്ടുവന്നത്. ഇവർ വനത്തിനായി നൽകുന്ന സേവനങ്ങൾക്ക് പകരമായി വനത്തിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന വിവിധതരം ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ (ഉദാ: ഫലങ്ങൾ, പശ, റബ്ബർ, ഔഷധങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ) അവർക്ക് ഉപയോഗിക്കാൻ അനുമതി നൽകി. അങ്ങനെ സുസ്ഥിരമായ രീതിയിൽ വനങ്ങൾ സംരക്ഷിക്കാൻ കഴിയും.

സംഗ്രഹം

പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണത്തിന്റെയും വിലപിടിപ്പുള്ള പ്രകൃതി വിഭവങ്ങളുടെ ശോഷണത്തിന്റെയും ഫലമായുണ്ടാകുന്ന പ്രധാന പ്രശ്നങ്ങൾ പ്രദേശികമായും, മേഖലാതലത്തിലും ആഗോളതലത്തിലും വ്യത്യസ്തമായ രീതിയിലാണ്. ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളായ കൽക്കരി, പെട്രോളിയം മുതലായവ വ്യവസായ ശാലകളിലും വാഹനങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നത് മൂലമാണ് വായു മലിനീകരണം പ്രധാനമായും നടക്കുന്നത്. ഇവ മനുഷ്യനും മറ്റു സസ്യജന്തുജാലങ്ങൾക്കും ഹാനികരമായതിനാൽ അവ നീക്കം ചെയ്ത് വായു ശുദ്ധമാക്കി സംരക്ഷിക്കേണ്ടതാണ്. ജലാശയങ്ങളെ മലിനപ്പെടുത്തുന്ന മുഖ്യസ്രോതസായ ഗാർഹിക മലിനജലം ജലത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കുന്നു. മാത്രവുമല്ല, ഗാർഹിക മലിനജലം പുറന്തള്ളുന്ന സ്ഥലത്തെ ബയോകെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാന്റ് വളരെയധികം കൂടുന്നു. പോഷകഘടകങ്ങൾ പ്രധാനമായും നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവ ധാരാളം അടങ്ങിയ ഗാർഹിക മലിനജലം യൂട്രോഫിക്കേഷനും ആൽഗൽ ബ്ലൂമിനും കാരണമാകുന്നു. വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നുമുണ്ടാകുന്ന മലിനജലത്തിൽ ധാരാളം വിഷമയമായ രാസവസ്തുക്കളായ ഘനലോഹങ്ങളും, കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നു. വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന ഇത്തരം മലിനജലം ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ദോഷകരമാണ്. മുനിസിപ്പാലിറ്റികളിൽ നിന്നുമുണ്ടാകുന്ന ഖരമാലിന്യങ്ങളും പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനാൽ അവ ലാൻഡ് ഫില്ലുകളിൽ സംസ്കരിക്കേണ്ടതാണ്. അപകടകരമായ മാലിന്യങ്ങളായ ഉപയോഗശൂന്യമായ കപ്പലുകൾ, റേഡിയോ ആക്ടീവ് മാലിന്യങ്ങൾ, ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങൾ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാർജനത്തിനായി പ്രത്യേകം പരിശ്രമം നടത്തണം. മണ്ണു മലിനീകരണം പ്രധാനമായും നടക്കുന്നത് കാർഷികമേഖലയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കളിൽ നിന്നോ (ഉദാഹരണമായി കീടനാശിനികൾ), മണ്ണിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന ഖരമാലിന്യങ്ങളിൽ നിന്ന് ഒലിച്ചിറങ്ങുന്ന വസ്തുക്കളിൽ നിന്നോ ആണ്.

ആഗോളതലത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന രണ്ട് പരിസ്ഥിതി പ്രശ്നങ്ങളാണ് ഭൂമിയുടെ ചൂടു കൂടുന്നതിന് കാരണമായ വർധിച്ചുവരുന്ന ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവവും സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോൺ ശോഷണവും. വൻതോതിൽ പുറന്തള്ളപ്പെടുന്ന കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്, മീഥേൻ, നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ്, ക്ലോറോഫ്ളൂറോ കാർബണുകൾ എന്നിവയാണ് ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവം വർധിക്കുവാൻ കാരണമാകുന്നത്. കൂടാതെ വനനശീകരണവും ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവത്തിന്റെ അളവ് കൂട്ടുന്നു. ഇത് ജീവജാലങ്ങളെ ദോഷകരമായി ബാധിക്കുന്നതിനൊപ്പം മഴ പെയ്യുന്ന ക്രമം, ആഗോളതാപനില എന്നിവയ്ക്ക് വൻതോതിലുള്ള വ്യതിയാനം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ മൂലമുണ്ടാകുന്ന അപകടങ്ങളിൽ നിന്നും നമ്മെ സംരക്ഷിക്കുന്നത് സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലുള്ള ഓസോൺ ആണ്. എന്നാൽ ക്ലോറോഫ്ളൂറോ കാർബണുകൾ പുറന്തള്ളുന്നതിന്റെ ഫലമായി ഓസോൺ ശോഷണം വേഗത്തിലാവുകയും ത്വക്കിലെ ക്യാൻസർ, ഉൽപരിവർത്തനം, മറ്റ് വൈകല്യങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ഗാർഹികമലിനജലത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വ്യത്യസ്തഘടകങ്ങൾ ഏതെല്ലാം? നദിയിലേക്ക് മലിനജലം ഒഴുക്കിവിടുന്നത് കൊണ്ടുള്ള ദോഷങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?
2. വീട്, സ്കൂൾ അല്ലെങ്കിൽ നിങ്ങൾ ഉല്ലാസയാത്രയ്ക്കായി പോകുന്ന സ്ഥലങ്ങൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകാനിടയുള്ള മാലിന്യങ്ങൾ ലിസ്റ്റു ചെയ്യുക. ഇത്തരത്തിലുണ്ടാകുന്ന മാലിന്യങ്ങളുടെ അളവ് കുറയ്ക്കാൻ നിങ്ങൾക്കാകുമോ? കുറയ്ക്കാൻ പ്രയാസകരമായിട്ടുള്ളതോ കഴിയാത്തതോ ഏതാണ്?
3. ആഗോളതാപനത്തിന്റെ കാരണങ്ങളും പ്രത്യാഘാതങ്ങളും എഴുതുക. ആഗോളതാപനം തടയാനുള്ള മാർഗങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?
4. കോളം A യും B യും തമ്മിൽ ചേരുംപടി ചേർക്കുക.

കോളം A	കോളം B
a) കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടർ	i) പർട്ടിക്കുലേറ്റ് മാറ്റർ
b) ഇലക്ട്രോസ്റ്റാറ്റിക് പ്രിസിപ്പിറ്റേറ്റർ	ii) കാർബൺ മോണോക്സൈഡും നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും
c) ഇയർമഫുകൾ	iii) ഉയർന്നതോതിലുള്ള ഒച്ച
d) ലാൻഡ്ഫില്ലുകൾ	iv) ഖരമാലിന്യങ്ങൾ

5. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നവയെക്കുറിച്ച് കുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.
   a) യൂട്രോഫിക്കേഷൻ
   b) ബയോളജിക്കൽ മാഗ്നിഫിക്കേഷൻ
   c) ഭൂഗർഭജലശോഷണം, ഭൂഗർഭജലം വീണ്ടെടുക്കാനുള്ള മാർഗങ്ങൾ
6. ഓസോൺ വിള്ളൽ അന്റാർട്ടിക്കയിൽ ഉണ്ടാകുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്? അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണം കൂടുന്നത് നമ്മളെ എങ്ങനെ ബാധിക്കും?

7. വനങ്ങൾ നിലനിർത്തുന്നതിലും സംരക്ഷിക്കുന്നതിലും സ്ത്രീകളുടെയും സമൂഹത്തിന്റെയും പങ്ക് വിശദമാക്കുക.

8. ഒരു വ്യക്തി എന്ന നിലയിൽ പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം തടയാനായി നിങ്ങൾ എന്തൊക്കെ മാർഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കും?

9. ചുവടെ നൽകിയവയെ കുറിച്ച് ചുരുക്കത്തിൽ വിശദമാക്കുക.

   a) റേഡിയോആക്ടീവ് മാലിന്യങ്ങൾ

   b) ഉപയോഗശൂന്യമായ കപ്പലുകളും ഇലക്ട്രോണിക് മാലിന്യങ്ങളും

   c) മുനിസിപ്പാലിറ്റിയിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന ഖരമാലിന്യങ്ങൾ

10. ഡൽഹിയിൽ വാഹനങ്ങൾ മൂലമുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം തടയുന്നതിനായി സ്വീകരിച്ച നടപടികൾ എന്തെല്ലാം? ഡൽഹിയിൽ വായുവിന്റെ ഗുണനിലവാരം കൂടിയോ?

11. ചുവടെ നൽകിയവ ചുരുക്കി വിശദമാക്കുക.

   a) ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങൾ

   b) കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടർ

   c) അൾട്രാവയലറ്റ് B