



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



Ministry of
Mahaweli Development
and Environment

Findings and Perceptions on Biosafety

Findings and Perceptions on Biosafety

ෂෛව ජූරක්ෂිතතාවය සිළුබද
සෞයාගැනීම් හා අදහස්
உயிரியல்பாதுகாப்பு மீதான
கண்டுபிடிப்புகளும் எண்ணங்களும்

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS,
COLOMBO, 2018

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO.

© FAO, 2018

FAO encourages the use, reproduction and dissemination of material in this information product. Except where otherwise indicated, material may be copied, downloaded and printed for private study, research and teaching purposes, or for use in non-commercial products or services, provided that appropriate acknowledgement of FAO as the source and copyright holder is given and that FAO's endorsement of users' views, products or services is not implied in any way.

All requests for translation and adaptation rights, and for resale and other commercial use rights should be made via www.fao.org/contact-us/licence-request or addressed to copyright@fao.org.

FAO information products are available on the FAO website (www.fao.org/publications) and can be purchased through publications-sales@fao.org.

Table of Contents

Public Awareness and the Role of Public Participation in Addressing Biosafety	1
GM Products in Health Care	3
Eating Our Way to the Prevention of Disease : are Edible Vaccines the Future in Immunization?	5
Genetic Engineering: A Versatile Tool in Modern Medicine	7
RNA Interference and Biosafety in GM Crops	10
GMO, Agriculture and Biosafety	12
Biosafety Education in the State Universities of Sri Lanka	15
ජෛව සුරක්ෂිතතාවය ආමන්ත්‍රණයේදී මහජන දැනුවත්භාවය හා මහජන සහභාගිත්වයේ කාර්යභාරය	18
සෞඛ්‍යාරක්ෂාව සඳහා ජාන විකරණය කළ නිෂ්පාදන	21
රෝග වැළැක්වීම සඳහා ආහාරයට ගැනීම: ප්‍රතිශක්තිකරණයේ අනාගතය ආහාරයට සුදුසු එන්නත්ද?	23
ජාන ඉංජිනේරුවිද්‍යාව: නූතන වෛද්‍ය විද්‍යාවේ නිපුණ මෙවලමක්	24
RNA නිරෝධනය හා ජාන විකරණය කළ භෝගවල ජෛව සුරක්ෂිතතාවය	27
ජාන විකරණය කළ ජීවීන්, කෘෂිකර්මය හා ජෛව සුරක්ෂිතතාවය	30
ශ්‍රී ලංකාවේ රාජ්‍ය විශ්ව විද්‍යාලවල ජෛව සුරක්ෂිතතා අධ්‍යාපනය	33
உயிரியல்பாதுகாப்பு தொடர்பான விடயங்களை வெளிப்படுத்துவதில் பொது மக்களின் விழிப்புணர்வு மற்றும் பொது மக்களின் பங்குபற்றலின் பங்களிப்பும்	36
சுகாதார துறையில் பரம்பரையலகு மாற்றியமைக்கப்பட்ட உற்பத்திப்பொருட்கள்	39
நோய்த்தடுப்பு முறையை நோக்கிய எமது உணவு முறைமைகள்: உண்ணக்கூடிய தடுப்பூசிகள் தடுப்பு மருந்தேற்றலின் எதிர்காலமாகுமா?	42
பரம்பரையலகு பொறியியல்: நவீன மருத்துவத்தில் ஒரு லாவகமான கருவி	44
GM பயிர்களில் RNA குறுக்கீடு மற்றும் உயிரியல் பாதுகாப்பு	48
GMO, விவசாயம் மற்றும் உயிரியல்பாதுகாப்பு	51
இலங்கையின் அரசு பல்கலைக்கழகங்களில் உயிரியல்பாதுகாப்பு கல்வி	54

Foreward

Findings and Perceptions in Biosafety is a booklet published under the project Implementation of the National Biosafety Framework in accordance with the Cartagena Protocol on Biosafety (CPB), implemented by the Ministry of Mahaweli Development and Environment through the Food and Agriculture Organization of the United Nations with funding from the Global Environment Facility. This booklet contains full length articles on the views on biosafety with regard to Genetically Modified Organisms (GMOs) from a cross section of the population including students and academics from state universities and private education institutes in Sri Lanka. This booklet provides in depth articles of the synopsis published in the inaugural issue of the biosafety newsletter (vol 1 / issue 1). These articles were one to two pages in length and represented the views of the authors mainly on the safety of GMOs and whether there were more appropriate ways of conducting research and development in biotechnology. In addition, awareness of biosafety was also incorporated in obtaining the views on biosafety. Hence, how informed were the public vs how safe are GMOs is presented in the Findings and Perceptions in Biosafety.

Public Awareness and the Role of Public Participation in Addressing Biosafety

Ashane Somasiri and Dr Mathi Kandiah

School of Science, Business Management School

Genetically Modified Organisms (GMOs) or Living Modified Organisms (LMOs) are usually surrounded by a stigma in the general populace as being harmful for consumption and is often portrayed as a villain. This can be directly connected to the lack of public awareness. Though public awareness can be carried out via means of mass media, a much more effective form of public awareness can be obtained through public participation in the addressing of biosafety issues. By definition, biosafety is a set of actions focused on preventing, minimizing and eliminating risks associated with research, production, teaching, use, technology development and services related to genetically modified organisms (GMOs) with the aims of protecting human and animal health and environmental preservation (Ferreira *et al*, 2012). Public awareness regarding biosafety is crucial in the implementation of regulations enforcing the actions discussed under the definition of biosafety as public involvement is of utmost importance for the successful implementation of any regulatory framework.

Due to this reason, international agreements such as the Rio declaration on environment and development, Aarhus convention and Cartagena protocol on biosafety highlight the importance of public involvement at the appropriate levels where the public is allowed to receive information concerning the environment and potential hazardous materials and activities (UNESCO, 1992; Convention on access to information, 1998; Cartagena protocol, 2003). The government authorities should also hold an obligation to collect and distribute such information. The public should also be involved in the policy making and decision-making processes at suitable stages regarding matters that concern the public.

In order to create awareness through public participation, the government should first take steps to ensure that the information available to the public reaches all tiers of the society. If not, the distribution of information may be limited to a certain part of the society making it an unfair process. Therefore, steps must be taken in order to convey the necessary information directly to the parties that may otherwise remain uninformed. Public seminars, workshops, panel discussions, community outreach programmes, public debates are a few ways where the public

can be informed of the possible issues and to create awareness initially so that the public may have adequate knowledge in order to get involved in the policy making and decision-making stages. It is imperative that the key holders such as farmers and the consumers have adequate knowledge regarding the GMOs so that their opinions may be changed to make an informed decision regarding their stand on the usage of GMOs (United Nations Environmental Protection Agency, 2017).

The importance of the involvement of the public in the policy making and decision-making stages is that the use of a GMO may not just affect the environment, but will also affect the social, economic, political and cultural environments. In the early stage of the implementation of a regulatory framework, the opinion of the public in regard to the food security, cultural integrity and poverty reduction should be considered in order to establish the use of biodiversity. Therefore, prior to the establishment a wider public survey should be conducted before the implementation of the framework. This should involve the alternatives and options suggested by the public. This is important as if the regulatory framework and the GMO technologies are implemented without the consideration of the public, it will invariably lead to a variety of moral, ethical and socio-economic issues. Therefore, the need for technologies such as GMOs should be decided by the public and not solely by the regulatory authorities (Lim and Ching, 2009; Richardson and Razzaque, 2006).

Following the implementation of a regulatory system for biosafety and the consequent establishment of GMOs, public participation can be extremely helpful in the monitoring process of the established GMOs. The public can be used in the collection and analysis of data, and the information collected from the public can be used in the modification of the established methodologies and to make changes to the regulatory framework or policies if needed. As the public does not share a biased opinion on the success of the established GMOs, the data obtained tends to be more accurate and impartial. Also, the involvement of the public in the monitoring process reduces the economic burden on a government that is involved in the monitoring process (Lim and Ching, 2009).

References

1. Ferreira J, Borém A, Gomes W, Setotaw T, Cancado G. Biosafety and Detection of Genetically Modified Organisms 2012. 427-48 p.
2. UNESCO. The Rio declaration on environment and development. 1992.
3. Convention on access to information, public participation in decision making and access to justice in environmental matters, (1998).
4. Cartagena Protocol on Biosafety, Article 23. Public Awareness and Participation (2003).
5. United States Environmental Protection Agency. Public Participation Guide: Introduction to Public Participation 2017 [Available from: <https://www.epa.gov/international-cooperation/public-participation-guide-introduction-public-participation>].
6. Lim Li. Ching. Public Participation in Biosafety Issues 2009. Available from: <http://genok.no/wp-content/uploads/2013/04/Chapter-34.pdf>.
7. J. Richardson B, Razzaque J. Public Participation in Environmental Decision Making 2006.

GM Products in Health Care

M.H.A.T. Madhushani

Department of Pharmacy, University of Peradeniya

Genetically Modified products; what comes into your mind with that..? You may think “Oh My God, it is dangerous to use GM products. Sometimes you may ask “what are Genetically Modified products? They are introduced as GMO products in society. Genetically Modified Organisms are the organisms in which the genetic material (DNA in most of the circumstances) has been altered in a way that does not occur naturally.

The society is speaking about GM food. They are called genetically engineered food and bio engineered food as well. Some kinds of value added food are available in the market, which are produced using gene technology. Gold color rice with vitamin A is an example for a GM food. It was produced for the sake of poor children to gain nutrients easily. However, there is an opinion in society that GM products are not good for health and can cause diseases in the future. Therefore, people are afraid to use them.

Do you know that, we are using several kinds of pharmaceuticals which have been produced, using bio-engineering methods. Nowadays diabetic mellitus has become a common disease and insulin is used by most of the diabetic patients. Although porcine and bovine insulin were used in the past which were extracted by crushing the pancreases of the animals, human insulin is available in the modern world. Did you ever think about the way of producing human insulin? It is not possible to extract insulin by crushing human pancreases.

Human insulin is obtained from bacteria called *Escherichia coli*. Normal *E. coli* doesn't produce insulin but the scientists have modified the DNA of the *E. coli* bacteria by adding a human gene which initiate and facilitate production of insulin. So the genetically modified *E. coli* bacteria produce insulin in optimized environmental conditions. Not only insulin, some other medicinal products such as antibiotics, vitamins, enzymes and hormones are also extracted from genetically modified bacteria or other cell components. A growth hormone which treats stunted growth, erythropoietin, which is used in severe kidney disease are also produced in that method.

However, in those preparations, the final desired product is extracted and purified for usage. The whole genetically modified organism is not consumed in healthcare. Other than the above products, some active pharmaceutical ingredients which are available in rare plants can be produced by genetically modifying selected organisms. The bark of the Pacific Yew tree was screened and its potential anti-cancer activity was identified in 1970s. Taxol was the compound isolated from the Pacific Yew tree, which possess the activity. It was developed as an anti-cancer drug and used for treatments. It is difficult to extract taxol from Pacific Yew trees since it takes a long time to produce taxol in those trees and it only appears in bark. The scientists have used bioengineering methods; the gene, which produces taxol was incorporated in suitable cells and the cells are grown to isolate taxol.

It is obvious that we are using genetically modified products in healthcare in an appropriate way. In the future also, those products and new products will be available in the market but people should be convinced to use only qualified and registered healthcare products otherwise the quality of the products cannot be guaranteed and may lead to unwanted effects. If the insulin or taxol is not purified correctly, it can contain other compounds which may harm the consumer. Therefore the quality of the product should be thoroughly monitored during the

manufacturing process. Rules and regulations should be there to confirm that the GM products in healthcare is a blessing and not a curse.

References

- 1.Genetically modified foods- Genetic Science Learning centre-learn.genetics.utah.edu> Genetic science and society.
- 2.How do they make insulin from recombinant DNA –www.nlm.gov/exhibition- recombinant DNA technology.
- 3.Paclitaxel Production Through Plant Cell Culture: An Exciting Approach to Harnessing Biodiversity, K. Venkat - Phyton, Inc., 95 Brown Road, Ithaca, NY USA and Rutgers University, New Brunswick, NJ USA.

**Eating Our Way to the Prevention of Disease :
are Edible Vaccines the Future in Immunization?**

Kithmini Siridewa, PhD.

Dept. of Biochemistry and Molecular Biology,

Faculty of Medicine, Colombo.

A vaccine is a biological preparation that improves immunity to a particular disease. It contains an agent that resembles a disease-causing microorganism and is often made from weakened or killed forms of the microbe, its toxins or one of its surface proteins. The agent in a vaccine is not strong enough to produce the disease's harmful effects, but it stimulates the body's immune system to produce antibodies which recognize and destroy microorganisms that could lead to diseases.

Nowadays scientists can transfer genes from one organism to another unrelated organism, producing what is known as a “genetically modified organism” or “transgenic animal/plant”.

In the edible vaccines, transgenic plants are used as vaccine production systems. The genes encoding antigens of bacterial and viral pathogens can be expressed in plants in a form in

which they retain native immunogenic properties. However, they have no way of establishing infection and therefore safety is assured. When such plant materials containing the vaccine (antigenic proteins) are consumed, the tough outer wall of plant cells apparently serve as temporary armor for the antigens, keeping them relatively safe from gastric secretions. When the wall finally begins to break up in the intestines, the cells gradually release their antigenic cargo into the bloodstream conferring the immunity against diseases.

Plants including bananas, potatoes and tomatoes, as well as lettuce, rice, wheat, soybeans and corn which are grown extensively throughout the developing world, are used to produce edible vaccines. The first human clinical trial took place in 1997, a vaccine against the toxin from the bacteria *E.coli* was produced in potato. Ingestion of this transgenic potato resulted in satisfactory immunization with no adverse effects. Edible vaccines are currently being developed for Hepatitis B virus, *Vibrio cholera*, Rabies virus, the Respiratory syncytial virus, Measles virus and the Norwalk virus. Currently these edible vaccines are undergoing studies in various animals. Some of these vaccines have also been checked for their efficacy in humans.

Edible vaccines are attractive for many reasons. The cost associated with the production and administration of the vaccine is low, since the vaccine can be ingested directly, and the production can be rapidly scaled-up when the need arises. An edible vaccine is likely to reach more individuals in developing countries because it can be grown locally and do not require special storage conditions. Since syringes and needles are not used, chances of infections due to lack of sterilization is also less.

However, long-term reactions to edible vaccines are yet to be determined. The main aspects for safety are plant/crops (food) contamination through cross pollination and environmental release of biopharmaceuticals by transgenic plant debris.

Therefore, edible vaccines in transgenic plants should be strictly confined to laboratory tissue culture, growth chambers or high-security greenhouses for biosafety.

Thus, although it is the future vaccine, still some challenges are yet to be overcome before an edible vaccine can become a reality.

Genetic Engineering: A Versatile Tool in Modern Medicine

Dr Mayuri Napagoda

Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, University of Ruhuna

Genetic manipulation was just a science fiction in early 20th century, but turned into a reality over the last few decades with the development of gene cloning techniques and discovery of novel tools capable of modifying and combining genes and returning them to living cells. The terms “genetic engineering” or “recombinant DNA technology” are used to describe the above approach and it has revolutionized the modern medicine owing to direct applications in the fields of medical diagnosis, prognosis, and therapies.

Construction of a recombinant DNA molecule involves the specific cleavage of DNA with restriction endonucleases and insertion of the desired DNA fragments into a vector, usually a small autonomously replicating DNA molecule such as bacterial plasmids. This recombinant vector is then added to bacterial hosts, which take it up in a process called transformation and ultimately express the introduced gene in the host. Thus it has converted microorganisms such as bacteria into bio-reactors for the production of pharmaceuticals in commercial scale.

The first genetically engineered pharmaceutical product was human insulin (known as Humulin), approved by the United States Food and Drug Administration (FDA) in 1982. It successfully replaced bovine and porcine insulin which was used to treat diabetes patients for more than half a century. Humulin was synthesized by the insertion of a insulin gene into a suitable vector followed by the introduction of the recombinant vector into *Escherichia coli*, an inhabitant of the human digestive tract that functioned as the “factory” used in the genetic engineering of insulin. Another early application of recombinant DNA technology in the production of bio-pharmaceuticals was to create human growth hormone as a replacement for a drug that was previously extracted from human cadavers. In 1986, the FDA approved the first genetically engineered vaccine for humans, for hepatitis B. Since these early applications of the technology in medicine, the use of genetic engineering has expanded to supply many drugs and vaccines such as calcitonin, parathyroid hormone, glucagons, interferons, interleukins, granulocyte colony stimulating factor, plasminogen activator and vaccines against human papilloma virus (Shivanand and Noopur, 2010). In addition to the utilization of microorganisms, the usage of plants for the production of human therapeutic proteins, has received worldwide interest. A number of therapeutic proteins have been produced in

transgenic plants, some of which have been through pre-clinical or clinical trials and are close to commercialization. For example, tobacco-derived antibodies have been tested and used to combat the outbreak of Ebola virus in Africa in 2014. Similarly, genetically engineered immunoadhesin produced in transgenic tobacco has exhibited strong binding to Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV), thus prevented the virus from infecting lung cells. The enzyme, Elelyso (taliglucerase alfa) was produced using carrot cells and approved for human use by the FDA to treat adult patients with Gaucher disease (Yao *et al*, 2015). These evidences support that plants would be a promising system for the production of human pharmaceutical proteins on a large scale, and at a low cost.

In the late 1980's, an alternative technique referred as polymerase chain reaction (PCR) was developed for the amplification of DNA in billion-folds within a short period of time without the need of living bacteria or other cells. PCR has revolutionized the field of medical diagnosis as well as forensic medicine over the recent past. The dramatic amplification of DNA by PCR allows the analysis of disease genes in extremely small samples of DNA, for example; only a small number of fetal cells are required from amniotic fluid in order to determine the presence of specific genes responsible for hereditary diseases. On the other hand, PCR is emerging as a novel tool in the detection of infectious diseases in microbiology, virology, parasitology and dentistry for the detection of *Mycobacterium tuberculosis*, Hepatitis B virus, Influenza A H1N1 virus, Parvo virus B19 (Valones *et al*, 2009; Boehm, 1989) etc and the technique has been currently employed in Sri Lanka as well.

In the current era of medicine, gene therapy has emerged as a treatment option for life-threatening hereditary disorders. The technique is based on the insertion of genes into an individual's cells and tissues to replace a deleterious mutant allele with a functional one. The first human to receive gene therapy treatment was a four-year old girl of Sri Lankan origin born with severe combined immune-deficiency disease. Since this successful story in 1990, gene therapy has made substantive progress and apparently offers some hope for patients with cystic fibrosis, sickle cell disease, muscular dystrophy etc. (Herzog, Cao, Srivastava 2010; Keeler, Mallah, Flotte, 2017) Throughout the years, a number of gene therapy products have been added to the market and demonstrated reasonable success. The first adeno-associated virus(AAV) vector gene therapy product approved in the USA was introduced in November 2017 under the name “Luxturna” for the treatment of inherited retinal dystrophy (<http://ir.sparktx.com> 2017). Thus, more successful protocols

are expected to emerge in the near future to deliver 'cures' for some terminal or severely disabling conditions.

The above mentioned evidences undoubtedly convince that a new era of medicine has dawn due to genetic engineering tools. In parallel with the rapid developments in this field, pros and cons should be clearly identified and the ethical and legal issues regarding the implementation need to be addressed (Alexander, 2003). Then only it can continue to bring enormous benefits to humankind.

References:

1. Shivanand, P., Noopur, S. (2010). Recombinant DNA technology: Applications in the field of biotechnology and crime sciences. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 1(1), 43-49
2. Yao, J, Weng, Y, Dickey, A, Wang, K.Y. (2015). Plants as factories for human pharmaceuticals: Applications and challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 28549–28565
3. Valones, M. A. A., Guimarães, R. L., Brandão, L. A. C., de Souza, P. R. E., Carvalho, A., Crovela, S. (2009). Principles and applications of polymerase chain reaction in medical diagnostic fields: A review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 40(1),1-11
4. Boehm, C.D. (1989). Use of polymerase chain reaction for diagnosis of inherited disorders. *Clinical Chemistry* 35(9):1843-1848
5. Herzog, R. W., Cao, O., Srivastava, A. (2010). Two decades of clinical gene therapy - Success is finally mounting. *Discovery Medicine*, 9(45),105–111.
6. Keeler, A.M., Mallah, M.K.E.I., Flotte, T.R. (2017). Gene therapy 2017: Progress and future directions. *Clinical and Translational Science*,10 (4),242–248
7. <http://ir.sparktx.com/news-releases/news-release-details/fda-approves-spark-therapeutics-luxturnatm-voretigene-neparvove>. Accessed on 28.12.2017
8. Alexander, D.R. (2003). Uses and abuses of genetic engineering. *Postgraduate Medical Journal*, 79, 249-251

RNA Interference and Biosafety in GM Crops

By Dr H. Herath,

Department of Botany, Faculty of Science, University of Kelaniya, Sri Lanka.

RNA interference (RNAi) is a natural biological mechanism for sequence-specific gene silencing induced in response to double-stranded RNA (dsRNA). The dsRNA is processed into small interfering RNA (siRNA) by RNase III enzymes Dicer and Drosha. siRNAs are unwound by RNA-induced silencing complex (RISC) and single-stranded siRNA hybridizes with complementary mRNA. Nucleolytic degradation of target mRNA by RNase H enzyme Argonaute in RISC results in gene silencing.

In living cells, dsRNA could be produced by RNA dependent RNA polymerization as in the case of viral infections. In plants, virus-induced gene silencing (VIGS), mediates virus resistance. dsRNA produced by hybridization of transcripts from repetitive sequences such as transposons and endogenous transcripts containing complementary inverted repeats that can fold to form dsRNA hairpins, direct mRNA degradation. Artificial introduction of long dsRNAs, siRNAs or constructs expressing hairpin RNAs has also been used to inactivate gene expression, in cultured cells and in living organisms such as *Caenorhabditis elegans*.

The high degree of sequence specificity is the main advantage of RNAi. Therefore, RNAi is a powerful exploratory tool for genome-wide identification of gene function, developing treatments for viral infections and cancers and in agriculture. Crop resistance could be achieved by a plant delivering a dsRNA that targets a gene of a pathogen and induces a lethal or highly damaging RNAi effect on the pathogen, in the absence of an endogenous target gene without damaging to the plant.

RNAi has the potential to improve public acceptance to GM crops. This is because dsRNA does not encode a message for a novel functional protein, instead, it reduces target gene expression. Therefore, in RNAi-mediated resistance, non-target effects should be lower than those of highly specific transgenic proteins such as β -endotoxins of *Bacillus thuringiensis* (Bt), which are already deployed widely to control insects in some crops. In addition, dsRNA is not new to the human diet. Virus-infected crops, that produce molecules similar to those used in RNAi technology, are commonly consumed. Non-target species that feed on the plant can be protected by using dsRNA

that has no effect when ingested by non-target species by avoiding targeting genes that is highly conserved across plant and animal kingdoms. Delivering dsRNA by using promoters that are active only within tissues not consumed by humans and animals may also offer biosafety. Grafting transgenic rootstocks with a non-transgenic scion or vice versa may also reduce any risk factors.

Presence of many small RNAs in rice grains with sequence identity to regions in human and several animal genomes have been found (Heisel *et al.*, 2008) which supports the idea that there has been safe consumption of RNA by humans and animals over a long period of time. Nucleic acids are natural components of all animal and plant-related foods and also have a long history of safe consumption. There are biological barriers (such as salivary RNases in the mouth, acidic pH and digestive enzymes in the stomach, endosomal and lysosomal degradation) for cellular uptake of nucleic acids from foods and rapid catabolism and/or excretion of nucleic acids. Therefore it can be suggested that crops using RNA-mediated gene regulation may be safe for human and animal consumption (Petrick *et al.*, 2013).

References:

1. Bakhetia, M., Charlton, W. L., Urwin, P. E., McPherson, M. J., & Atkinson, H. J. (2005). RNA interference and plant parasitic nematodes. *Trends in Plant Science*, 10(8), 362-367. doi:10.1016/j.tplants.2005.06.007
2. Casacuberta, J. M., Devos, Y., Du Jardin, P., Ramon, M., Vaucheret, H., & Nogue, F. (2015). Biotechnological uses of RNAi in plants: risk assessment considerations. *Trends in Biotechnology*, 33(3), 145-147.
3. Elbashir, S. M., Harborth, J., Lendeckel, W., Yalcin, A., Weber, K., & Tuschl, T. (2001). Duplexes of 21-nucleotide RNAs mediate RNA interference in cultured mammalian cells. *Nature*, 411(6836), 494-498. doi:10.1038/35078107
4. Fire, A., Xu, S., Montgomery, M. K., Kostas, S. A., Driver, S. E., & Mello, C. C. (1998). Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*. *Nature*, 391(6669), 806-811. doi:10.1038/35888
5. Fosu-Nyarko, J., & Jones, M. G. (2015). Chapter fourteen-Application of biotechnology for nematode control in crop plants. *Advances in Botanical Research*, 73, 339-376. doi:10.1016/bs.abr.2014.12.012

6. Heisel, S. E., Zhang, Y., Allen, E., Guo, L., Reynolds, T. L., Yang, X., ... & Roberts, J. K. (2008). Characterization of unique small RNA populations from rice grain. *PLoS One*, 3(8), e2871. doi.org/10.1371/journal.pone.0002871
7. Lilley, C. J., Urwin, P. E., Johnston, K. A., & Atkinson, H. J. (2004). Preferential expression of a plant cystatin at nematode feeding sites confers resistance to *Meloidogyne incognita* and *Globodera pallida*. *Plant Biotechnology Journal*, 2(1), 3-12. doi: 10.1046/j.1467-7652.2003.00037.x
8. Meister, G., & Tuschl, T. (2004). Mechanisms of gene silencing by double-stranded RNA. *Nature*, 431(7006), 343-349. doi:10.1038/nature02873
9. Petrick, J. S., Brower-Toland, B., Jackson, A. L., & Kier, L. D. (2013). Safety assessment of food and feed from biotechnology-derived crops employing RNA-mediated gene regulation to achieve desired traits: a scientific review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 66(2), 167-176. doi.org/10.1016/j.yrtph.2013.03.008
10. Tan, J. A. C., Jones, M. G. K., & Fosu-Nyarko, J. (2013). Gene silencing in root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) significantly reduces reproduction in a plant host. *Experimental Parasitology*, 133(2), 166-178. doi:10.1016/j.exppara.2012.11.011

GMO, Agriculture and Biosafety

V.N.D. Bulathsinalage

**Board of Study in Plant Protection
Post-Graduate Institute of Agriculture,
University of Peradeniya,
Peradeniya.**

Agriculture is one of the fields where Genetically Modified Organisms (GMOs) can be used as a powerful biotechnological tool to address emerging global challenges. One of the biggest challenges faced by the present-day agriculturists is the providing of sufficient amount of nutritionally-rich food to the ever-growing world population amidst the biotic and abiotic threats including the adverse effects caused by climate change.

To this end, GMOs have become a powerful arsenal. However, safety and ethical validity of the use of GMOs is a public concern. Over the recent past, scientists have been able to produce GM crops and GM animals giving better yields and higher quality food products to meet the emerging needs of the present world. In addition, GMOs can be used to produce crops having higher resistance to pest and diseases and also against numerous abiotic stress conditions caused by the climate change and many other anthropogenic misbehaves. Enhancing of the nutritional and organoleptic properties of food products is another miracle that can be achieved through this magical tool. Therefore, GMOs help to alleviate the world hunger and malnutrition while becoming an effective alternative to the heavy usage of hazardous agrochemicals and the environmental and health hazards caused by the indiscriminate use of agrochemicals. Moreover, some agricultural GMOs can be developed to cut down the cost of food production and they can be enriched with medical benefits, better ornamental values and many other desirable attributes for better survival under non-conducive environments.

Since the introduction of the first commercialized genetically-modified crop in early 1990, which was a tobacco plant resistant to virus, several other genetically-modified (transgenic) crops have been introduced to the market with the approval of the Food and Drug Administration, USA. 'Flavour Saver tomato' which has the delayed-ripening ability, canola with modified oil composition, Bt Corn, Bt Cotton and Bt Potato having the resistance to insect pests, cotton resistant to the herbicide bromoxynil, soybeans resistant to the herbicide glyphosate, squash resistant to virus are to name a few of the approved GM crops which have the approval to cultivate in large scale. The list has been increasing as there are some GM crops which will be useful as medicines, vaccines, foods and food ingredients, feeds and fibers are currently in the pipeline.

Despite the benefits of GMOs, there is another side of the coin. Even though, the production of GMOs seems to be a theoretically simple procedure it could be associated with tremendous unintended risks. Safety risk to human and animal at the short run and long run is the biggest concern as production of GMOs is an act which is going against the will of Mother Nature. Most of the general public is not very comfortable with the principle of developing GMOs by inserting 'alien' genes into plants and animals of agricultural use. Especially when the gene of interest comes from an unknown/unfamiliar origin, it's consequences on toxicity and

allergenicity are not clear. For example, there are reports on unintended allergic reactions which appeared in people who consumed GM soybean modified by inserting a gene from Brazil nut gene (though the gene of interest did not code for any known allergens). Moreover, bean plants which were genetically-modified for higher cysteine and methionine content had to be discarded due to highly allergenic nature of the expressed protein.

Reasons for such unintentional situations can be explained simply. Each gene is having its ideal expression pattern mostly at its original genetic environment. Therefore, once we introduce a gene forcefully into an organism that gene may over, under or differently-expressed in the new genetic environment. As a result, malfunctioning of some other original genes and deletion of some genes in the transgenic organism are possibilities. Hence, structural and functional alterations leading to allergies and toxicities are possible in organisms who consume the GM crops or foods. In addition, there is a tendency of introducing these transgenes into some non-target organisms through horizontal gene transfer. Thus, development of antibiotic resistance, pesticide resistance, enhancing of pathogenicity are possible risks that could be aroused unexpectedly. Ultimately, development of invasive species, emerging of totally new pests and diseases, creation of negative impacts on ecological balance and evolution could happen.

Therefore, development and the usage of GMOs useful for the betterment of the field of agriculture should be done wisely and safely despite their strength to address present-day global challenges. Once the GM crops and animals are introduced to outer environment, it is too late to rectify the repercussions.

Even though, one might suggest GMOs as the best option to solve the global issues, challenges can be expected in the areas of safety testing, regulation, policy making, tracing the GMOs in food and feed and labeling of GM food. Thus, clear guidelines and strict regulation are essential. Above all, winning the public trust and changing the attitudes of the public toward GMOs is another hurdle. At present, several guidelines and regulations have been declared by several worldwide bio-safety agencies and authorities. According to them, it is important to carry out these GMO related research under the controlled and contained environments with prior approval of the relevant regulatory authorities. No solution to any given problem can be perfect and it is not an exception with GMOs. Therefore, production and usage of GMOs should be done

wisely with proper awareness on biosafety related issues associated with them and under the proper regulation of authorized regulatory bodies.

Biosafety Education in the State Universities of Sri Lanka

Ryan Rienzie

Postgraduate Institute of Agriculture and Faculty of Agriculture

University of Peradeniya

Peradeniya 20400, Sri Lanka

Biosafety as a major aspect of biotechnology: Biotechnology is one of the key technologies contributing for the development of agriculture at global scale. Policy makers of Sri Lanka have identified the role of biotechnology in the development of agriculture in the country. However, other than the wider use of plant tissue culture in large scale, a technique of biotechnology, use of advanced techniques such as recombinant DNA technology and use of biotechnology tools in plant and animal breeding and plant protection is still confined to laboratories. Therefore it cannot yet foresee any commercial outcome from advanced techniques of biotechnology. With the embracement of a new and promising technology, always there are associated risks of which the magnitude of impact is varying. At the same time biotechnology is rapidly developing in association with other novel technologies such as nanotechnology day by day. Therefore, it is worthwhile to open the issues such as safety aspects associated with any novel technology for the general public and interested parties to discuss and reach desirable judgement regarding the acceptability. Due to the debatable concerns regarding the genetically modified organisms and the food derived from them, the term “biosafety” came into consideration. Biosafety deals with any aspect of safety issues associated with the potential or actual effects of genetically modified organisms on the ecosystem (Teng, 2008). This article briefly discusses the overview, constraints and implications for effective promotion of biosafety education in Sri Lanka with special reference to the university education system.

Initiation of biosafety education in Sri Lanka: In Sri Lanka, even though the terms were discussing at certain platforms since early 1990s, a leap was made since late 1990s with the Cartagena Protocol and as a result, a bloom in the developing countries to consider the biosafety

aspects was seen and biosafety was incorporated into their biotechnology research systems. The Sri Lankan government also took the initiative to train the personnel involved in biotechnology research and teaching of the country. Promotion of bioethics and biosafety in the life sciences was initiated by the establishment of the National Bioethics Committee in 2003 under the National Science Foundation (NSF) and it promoted the teaching of bioethics in the life sciences faculties of universities. After 2004, under the biosafety framework of Sri Lanka, the biosafety education was prioritized, under which the awareness programmes were conducted for the general public. With the introduction of biotechnology policy in Sri Lanka, biotechnology education was prioritized. Under the objective of “promoting public awareness and position of biotechnology in society and incorporation of important aspects of biotechnology including biosafety into the curricula of schools and the universities”, research and teaching of biotechnology and biosafety were incorporated into the curricula in many undergraduate and post graduate courses, while upgrading the quality of the already existing courses.

Presently there are a number of undergraduate and postgraduate level biotechnology courses offered by the universities in the country. These courses are offered under the curricula of degree programs in disciplines of agriculture and related fields (including food science), biotechnology, environmental science and recently in the curricula of the technology degree programmes. Furthermore, biotechnology is being broadly thought in a number of Master’s degree programmes offered under the disciplines of agriculture and science. The curricula of the undergraduate degree programmes on agricultural and related sciences, science/ applied science and technology faculties and the Masters level programmes (science and agriculture) in the state universities include biotechnology and related courses. Many curricula include the biosafety and bioethics aspects under the BSc courses, embedded in most of the biotechnology courses (biological science, agricultural science, food science etc.). However, a question arises whether this broader aspect could be covered within the allocated time slots in each course.

Interestingly, a few courses are specifically designed to deliver the key aspects of biosafety and bioethics. For instance, Ruhuna University offers courses on bioethics for the BSc degrees under the Faculties of Agriculture and Science. Moreover, University of Sri Jayewardenepura also offers a bioethics and biosafety course under the degree programs offered by the Faculty of Science (BSc Sp. in plant biotechnology/ plant biology/microbiology), while

University of Kelaniya offers a course on ethics of biotechnology, biosafety and intellectual property rights under the degree programs of BSc biochemistry/ microbiology/ molecular biology and biotechnology/ environmental conservation and management. Furthermore, University of Peradeniya offers a course on biosafety issues in biotechnology under the B.Sc (Sp.) degree programme in biotechnology offered by the Faculty of Science.

At postgraduate level also, the degree programmes on agriculture, biotechnology, molecular biology and life sciences are offering courses that covers biosafety at a broader level. For instance, Postgraduate Institute of Agriculture offers a degree program on biotechnology in which it offers a course on genetically modified organisms, food, feed and processed products and biosafety. Other than that, the theme is more or less covered in other biotechnology courses.

Constraints:

It can be observed that except the university students who are following biotechnology or related courses for a special degree/ major at undergraduate level or postgraduate programme which contains biotechnology, other students, are not having an exact idea about the concepts. With respect to the general public this situation will be worse. Therefore, in general we understand existence of a large knowledge and communication gap for which it is needed to put a greater effort to fulfill. Therefore, it is noteworthy to stress that this message should be reached up to other disciplines with non-science core such as management and social sciences. So that the students with different backgrounds are enabled to look at through different perspectives other than the view of science. It must be stated here that most international universities overseas are offering information courses on biosafety and bioethics issues in general to non-science based students at undergraduate level.

Future prospectus and implications:

Taking the recent trends and novel concerns of biosafety into consideration, a new approach has been initiated by the Government of Sri Lanka; that is to draft a Bio Safety Bill to minimize damage caused to biodiversity by the release of organisms created by gene technology. While mainstreaming the biotechnology into the food production in the country, the government has an obligation to reveal the issues related to biosafety as they directly link with living beings. Sri Lanka possesses a well-trained university faculty members on biotechnology under various scopes (agriculture, food science etc.) and together with that, state university system deliver

rigorous theoretical and practical education which itself is a strength to promote biosafety education. Biosafety aspects should be disseminated to other students who are following non-science degree programmes, for which a strong strategic plan is needed to be created.

References

1. Gunasekare, MTK (2011). Status and future perspectives in agriculture biotechnology, biosafety and biosecurity in Sri Lanka, in; Expert consultation of agricultural biotechnology, biosafety and biosecurity, 27-28 October 2011, Taiwan Agricultural Research Institute, Chinese Taipei.
2. Fernando, S., Amerasinghe, P., Fernando, K., Hirimburegama, K., Perera, A., Ramasamy, R., Widanapathirana, G.S., Yasawardena, S. (2004). Towards promoting the development of biotechnology industries in Sri Lanka, National Science Foundation (2004).
3. Teng, P.P.S. 2008. Review article: An Asian perspective on GMO and biotechnology issues. Asia Pacific Journal Clinical Nutritional 17: 237-240.

ජෛව සුරක්ෂිතතාවය ආමන්ත්‍රණයේදී මහජන දැනුවත්භාවය හා මහජන සහභාගිත්වයේ කාර්යභාරය

අශේන් සෝමසිරි හා ආචාර්ය මති කන්දයියා

විද්‍යා පාසැල, ව්‍යාපාර කළමනාකරණ විද්‍යාලය

ජාන විකරණය කරන ලද ජීවීන් (GMOs) හෝ සජීවී විකරණය කරන ලද ජීවීන් (LMOs) සාමාන්‍ය ජනතාව අතර පරිභෝජනය සඳහා හානිකර බවට අපකීර්තිමත් මතයක් ඇති අතර ඇතැම් විට නිරූපණය කරනු ලබන්නේ අයහපත් දෙයක් වශයෙනි. මෙය මහජන දැනුවත්භාවයක් නොමැති වීම හා සෘජුවම සම්බන්ධ කළ හැකිය. මහජන දැනුවත්භාවය ඇති කිරීම සඳහා ජනමාධ්‍ය යොදාගැනීම කළ හැකි වුවද, ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ සිදුවීම් ආමන්ත්‍රණයේදී මහජන සහභාගිත්වය ලබාගැනීම තුළින් වඩාත් ඵලදායී මහජන දැනුවත්භාවයක් ලබාගැනීමට අවස්ථාවක් ලැබේ. ජෛව සුරක්ෂිතතාවය අර්ථදක්වා ඇත්තේ මානව හා සත්ත්ව සෞඛ්‍යය ආරක්ෂා කිරීමේ හා පරිසරය ආරක්ෂා කිරීමේ අරමුණෙන් යුතුව, ජාන විකරණය කළ ජීවීන් පිළිබඳ පර්යේෂණ පැවැත්වීම, නිෂ්පාදනය, ඉගැන්වීම, භාවිතය, තාක්ෂණය සංවර්ධනය හා සේවා සැපයීමේදී ඇති විය හැකි අවදානම් තත්ත්ව වැළැක්වීම,

අවමකිරීම හා මූලික ප්‍රධාන දූෂිත සඳහා කේන්ද්‍රගත වූ ක්‍රියාකාරකම් සමූහයක් වශයෙනි (Ferreira *et al*, 2012). ඕනෑම නියාමන රාමුවක් සාර්ථක ලෙස ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා මහජන සහභාගිත්වය අතිශයින් වැදගත් වන බැවින් ජෛව සුරක්ෂිතතාව යන අර්ථදැක්වීම යටතේ සාකච්ඡා කරනු ලබන ක්‍රියාමාර්ග බලාත්මක කිරීම සඳහා වූ නියෝග ක්‍රියාත්මක කිරීමේදී ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ මහජන දැනුවත්භාවය ඉතා වැදගත් වේ.

පරිසරය පිළිබඳව හා හානිකර විය හැකි ද්‍රව්‍ය හා ක්‍රියාකාරකම් පිළිබඳව තොරතුරු ලබාගැනීම සඳහා මහජනතාවට අවස්ථාව සලසා දී ඇති අවස්ථාවලදී යෝග්‍ය මට්ටම්වලදී මහජන සහභාගිත්වයේ ඇති වැදගත්කම, පරිසරය හා සංවර්ධනය පිළිබඳ රියෝ ප්‍රකාශනය, ආර්භස් සම්මුතිය හා ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ කාට්‍රේනා සන්ධානය වැනි ජාත්‍යන්තර එකඟතා මගින් අවධාරණය කරනු ලබන්නේ මේ හේතුව නිසාය (UNESCO, 1992; Convention on access to information, 1998; Cartagena protocol, 2003). එවැනි තොරතුරු එකතුකිරීමට හා බෙදාහැරීම සඳහා රාජ්‍ය බලධාරීන්ටද බැඳීමක් තිබිය යුතුය. මහජනතාවට බලපාන කරුණු සම්බන්ධ වන සුදුසු අවස්ථාවලදී ප්‍රතිපත්ති සම්පාදනය හා තීරණ ගැනීමේ ක්‍රියාවලිවලට මහජනතාව සම්බන්ධ විය යුතු වේ.

මහජන සහභාගිත්වය තුළින් දැනුවත්භාවය ඇති කිරීමේදී, සමාජයේ සියලු ස්තරවලට තොරතුරු ලැබෙන බව තහවුරු කිරීම සඳහා රජය මගින් පළමුව පියවර ගත යුත්තේය. එසේ නොමැති වුවහොත් තොරතුරු බෙදාහැරීම සමාජයේ ඇතැම් කොටස්වලට පමණක් සීමා විය හැකි අතර එය අසාධාරණ ක්‍රියාවලියක් විය හැකිය. මේ නිසා අවශ්‍ය තොරතුරු සාප්‍රවම පාර්ශ්වවලට සන්නිවේදනය කිරීම සඳහා පියවර ගත යුත්තේ නොඑසේ නම් ඔවුන් තොරතුරු නොදැන සිටිය හැකි නිසාය. සිදුවිය හැකි බලපෑම් සම්බන්ධව මහජනතාවට තොරතුරු ලබාදීම හා දැනුවත්භාවය ඇති කිරීම සඳහා මූලික වශයෙන් යොදාගත හැකි පියවර අතර මහජන සම්මන්ත්‍රණ, වැඩමුළු, මණ්ඩල සාකච්ඡා, ප්‍රජා වැඩසටහන්, ප්‍රසිද්ධ විවාද වැනි ක්‍රියාමාර්ග තිබේ. එවිට ප්‍රතිපත්ති සම්පාදනය හා තීරණ ගැනීමේ අදියරවලට සම්බන්ධ වීම සඳහා ප්‍රමාණවත් තරම් දැනුමක් ලබාගැනීමට මහජනතාවට ලබාගත හැකිවනු ඇත. ගොවීන් හා පාරිභෝගිකයන් වැනි මූලික පාර්ශ්වකරුවන් ජාන විකරණය කරන ලද ජීවීන් පිළිබඳව ප්‍රමාණවත් දැනුමක් ලැබීම අත්‍යවශ්‍ය වන අතර, එමගින් ජාන විකරණය කරන ලද ජීවීන් භාවිතය පිළිබඳව ඔවුන්ගේ ස්ථාවරය දැනුවත් තීරණයක් බවට පත්කිරීමට හැකියාව ලැබිය හැකිය (United Nations Environmental Protection Agency, 2017).

ජාන විකරණය කළ ජීවීන්ගේ භාවිතයේ බලපෑම සිදුවන්නේ පරිසරයට පමණක් නොව, සමාජ, ආර්ථික, දේශපාලන හා සංස්කෘතික පරිසරය යන සියල්ලටම වන බැවින් ප්‍රතිපත්ති සම්පාදනයේදී හා තීරණ ගැනීමේ අදියරවලදී මහජන සහභාගිත්වය වැදගත් වේ. නියාමන රාමුවක් ක්‍රියාත්මක කිරීමේ මූලික අවස්ථාවේදී ජෛව විවිධත්වය භාවිත කිරීම ස්ථාපිත කිරීම සඳහා ආහාර සුරක්ෂිතතාවය, සංස්කෘතික අඛණ්ඩතාවය හා දරිද්‍රතාවය අවම කිරීම වැනි කරුණුවලදී මහජන අදහස් සලකා බැලිය යුතු වේ. මේ නිසා නියාමන රාමුව ක්‍රියාත්මක කිරීමට හා ස්ථාපිත කිරීමට පළමුව පුළුල් මහජන

සමීක්ෂණයක් පැවැත්විය යුතු වෙයි. මෙයට ජනතාව විසින් යෝජනා කරනු ලබන විකල්ප හා කැමැත්ත ඇතුළත් විය යුතුය. මෙය වැදගත් වන්නේ නියාමන රාමුව හා ජාන විකරණය පිළිබඳ තාක්ෂණය මහජනතාව නොසලකා හැර ක්‍රියාත්මක කළහොත් එය සදාචාරාත්මක, ආචාරධර්මීය හා සමාජ-ආර්ථික කරුණු ගණනාවකට බලපාන්නක් වීමට නියතවම හැකියාව ඇති නිසාය. මේ නිසා ජාන විකරණය කළ ජීවින් වැනි තාක්ෂණය පිළිබඳ අවධානය යනු නියාමන අධිකාරීන් විසින් තනිව තීරණය කළ යුතු දේ නොව මහජනතාව විසින් තීරණය කළ යුත්තකි. (Lim and Ching, 2009; Richardson and Razaque, 2006).

පෞරුෂ සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ නියාමන පද්ධතියක් ක්‍රියාත්මක කිරීමෙන් පසුව හා එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස සිදුකරනු ලබන ජාන විකරණය කළ ජීවින් ස්ථාපිත කිරීමෙන් පසුව, මෙසේ ස්ථාපිත කළ ජාන විකරණය කළ ජීවින් නිරීක්ෂණය කිරීමේ ක්‍රියාවලියේදී මහජන සහභාගිත්වය අතිශයින් උපකාරී විය හැකිය. දත්ත එකතු කිරීමට හා විශ්ලේෂණය කිරීමට මහජනතාව යොදාගතහැකි අතර, මහජනතාව වෙතින් රැස්කරන ලද දත්ත යොදාගනිමින් ස්ථාපිත කරන ලද ක්‍රමවේද වෙනස් කිරීම සහ අවධාන වේ නම්, නියාමන රාමුව හෝ ප්‍රතිපත්තිවල වෙනස්කම් සිදුකිරීම සිදු කළ හැකිය. ස්ථාපිත කරන ලද ජාන විකරණය කරන ලද ජීවින්ගේ සාර්ථකත්වය පිළිබඳව පක්ෂග්‍රාහී වූ අදහසක් මහජනතාව අතර නොමැති බැවින්, ලබාගන්නා ලද දත්ත වඩාත් නිවැරදි හා අපක්ෂපාතී වීමට නැඹුරු වෙයි. එසේම නිරීක්ෂණ ක්‍රියාවලිය සඳහා මහජනතාවගේ මැදිහත්වීම නිසා ඒ සඳහා රජයකට දැරීමට සිදු වන ආර්ථික පිරිවැය ද අඩු වනු ඇත (Lim and Ching, 2009).

මූලාශ්‍රය

1. Ferreira J, Borém A, Gomes W, Setotaw T, Cancado G. Biosafety and Detection of Genetically Modified Organisms 2012. 427-48 p.
2. UNESCO. The Rio declaration on environment and development. 1992.
3. Convention on access to information, public participation in decision making and access to justice in environmental matters, (1998).
4. Cartagena Protocol on Biosafety, Article 23. Public Awareness and Participation (2003).
5. United States Environmental Protection Agency. Public Participation Guide: Introduction to Public Participation 2017 [Available from: <https://www.epa.gov/international-cooperation/public-participation-guide-introduction-public-participation>].
6. Lim Li. Ching. Public Participation in Biosafety Issues 2009. Available from: <http://genok.no/wp-content/uploads/2013/04/Chapter-34.pdf>.
7. J. Richardson B, Razaque J. Public Participation in Environmental Decision Making 2006.

සෞඛ්‍යාරක්ෂාව සඳහා ජාන විකරණය කළ නිෂ්පාදන

එම්. එච්. ඒ. ටී. මධුෂානි

ඖෂධ විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, පේරාදෙණිය විශ්ව විද්‍යාලය

ජාන විකරණය කළ නිෂ්පාදන යනුවෙන් පැවසුවිට ඔබේ මනසට පැමිණෙන්නේ කුමක්ද? ඔබට ඇතැම් විට සිතෙන්නේ “දෙවියනේ, ජාන විකරණය කළ නිෂ්පාදන භාවිතය භයානකද” යනුවෙන් විය හැකිය. ඇතැම් විට ඔබ “ජාන විකරණය කළ නිෂ්පාදන යනු මොනවාද” යනුවෙන් ඇසිය හැකිය. මේවා සමාජයට හඳුන්වා දෙන ලද්දේ ජාන විකරණය කළ ජීවී නිෂ්පාදන යනුවෙනි. ජාන විකරණය කරන ලද ජීවීන් යනු ස්වාභාවිකව සිදු නොවන ආකාරයෙන් ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍ය (බොහෝ අවස්ථාවලදී DNA) වෙනස් කරන ලද ජීවීන් විශේෂයකි.

සමාජය කතා කරනුයේ ජාන විකරණය කළ ආහාර පිළිබඳවය. ඒවා ජාන ඉංජිනේරුමය ආහාර හා ජීව ඉංජිනේරුමය ආහාර ලෙසද හැඳින්වෙයි. ජාන තාක්ෂණය භාවිත කරමින් නිෂ්පාදනය කරන ලද යම් ආකාරයක අගය එකතු කරන ලද ආහාර වෙළෙඳපොළේ දැකිය හැකිය. විටමින් ඒ සහිත රත් පැහැති සහල් ජාන විකරණය කරන ලද ආහාර සඳහා නිදසුනකි. මෙය නිපදවන ලද්දේ දුප්පත් දරුවන් සඳහා පහසුවෙන් පෝෂක ලබාගැනීම පහසු කරවනු පිණිසය. කෙසේ වෙතත්, ජාන විකරණය කළ නිෂ්පාදන සෞඛ්‍යයට හිතකර නොවන බවටත්, අනාගතයේදී රෝග ඇති කළ හැකි බවටත් සමාජයේ මතයක් පවතී. මේ නිසා ජනතාව ඒවා භාවිතයට බියෙන් පසුවෙති.

පෛව-ඉංජිනේරු ක්‍රම භාවිත කරමින් නිෂ්පාදනය කරන ලද ඖෂධ විවිධ වර්ග ගණනාවක් අප විසින් භාවිත කරනු ලබන බව ඔබ දන්නවාද? වර්තමානයේදී දියවැඩියාව සුලභ රෝගයක් බවට පත්ව ඇති අතර, ඉන්සියුලින් යනු බොහෝ දියවැඩියා රෝගීන් විසින් භාවිත කරන්නකි. අතීතයේදී සතුන්ගේ අග්න්‍යාශය මිරිකා ලබා ගන්නා ලද උගුරු හා ගව ඉන්සියුලින් භාවිත කරනු ලැබුවද අද නූතන ලෝකයේ මානව ඉන්සියුලින් ලබාගත හැකිය. මානව ඉන්සියුලින් නිෂ්පාදනය කරනු ලබන ක්‍රමය ගැන ඔබ කවදා හෝ සිතා තිබේද? මානව අග්න්‍යාශය මිරිකා ඉන්සියුලින් ලබා ගැනීම සිදු කළ නොහැකි බව පැහැදිලිය.

මානව ඉන්සියුලින් ලබාගනු ලබන්නේ *Escherichia coli* බැක්ටීරියාව වෙතිනි. සාමාන්‍ය *E. coli* ඉන්සියුලින් නිපදවනු නොලබන නමුත්, විද්‍යාඥයන් විසින් ඉන්සියුලින් නිෂ්පාදනය ආරම්භ කර පහසුකම් සලසන මානව ජානයක් *E. coli* බැක්ටීරියාවේ DNA වෙත එක් කර විකරණය කිරීම සිදු කර ඇත. මේ නිසා ජාන විකරණය කළ *E. coli* බැක්ටීරියාව ප්‍රශස්ත පාරිසරික තත්ත්ව යටතේ ඉන්සියුලින් නිෂ්පාදනය කරයි. ඉන්සියුලින් පමණක් නොව ප්‍රතිජීවක, විටමින්, එන්සයිම හා හෝමෝන වැනි වෙනත් ඖෂධීය නිෂ්පාදනද ජාන විකරණය කළ බැක්ටීරියා හා වෙනත් සෛල සංසටක මගින් ලබාගනු ලැබේ. කුරු වූ වර්ධනය සඳහා ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහා යොදාගන්නා එරිත්‍රොප්‍රෝටීන් නම් වර්ධක

හෝමෝනය, දරුණු වෘක්ක රෝගය සඳහාද යොදාගන්නා අතර නිෂ්පාදනය කරනු ලබන්නේ ද මේ ක්‍රමයටය.

කෙසේ වෙතත්, මේ සැකැස්මවලදී අවසන් අපේක්ෂිත නිෂ්පාදනය ලබාගෙන භාවිතය සඳහා පවිත්‍රකරණය කරනු ලැබේ. සෞඛ්‍යමය භාවිතයේදී ජාන විකරණය කළ ජීවියා සම්පූර්ණයෙන්ම පරිභෝජනය කරනු නොලැබේ. ඉහත කී නිෂ්පාදනවල හැරුණු විට දුර්ලභ ශාකවල පමණක් ඇතුළත් වන ඇතැම් සක්‍රිය ඖෂධීය සංඝටක තෝරාගත් ජීවීන් ජාන විකරණය කිරීමෙන් නිෂ්පාදනය කළ හැකිය. පැසිෆික් යූ ශාකයේ පොත්තේ පිළිකා නාශක හැකියාව හඳුනාගන්නා ලද්දේ 1970 ගණන්වලදීය. ටැක්සෝල් යනු පැසිෆික් යූ ගසෙන් හඳුනාගෙන වෙන් කරගන්නා ලද සංයෝගයයි. එය පිළිකා නාශක ඖසුවක් ලෙස දියුණු කරන ලද අතර ප්‍රතිකාර සඳහා භාවිත කරන ලදී. ටැක්සෝල් ගසෙහි පොත්තේ පමණක් ඇති වන නිසාත්, ගසේ නිෂ්පාදනය වීම සඳහා දිගු කාලයක් ගත වන නිසාත්, පැසිෆික් යූ ගසෙන් ටැක්සෝල් ලබාගැනීම පහසු කාර්යයක් නොවේ. මේ නිසා විද්‍යාඥයින් ජෛවඉංජිනේරු ක්‍රම භාවිත කරමින් ටැක්සෝල් නිපදවන ජානය සුදුසු සෛලයකට බද්ධ කර එම සෛල ටැක්සෝල් නිස්සාරණය කිරීම සඳහා වර්ධනය කරනු ලැබේ.

අප ජාන විකරණය කරන ලද නිෂ්පාදන යෝග්‍ය ආකාරයෙන් යොදාගන්නා බව පැහැදිලිය. අනාගතයේදීද එවැනි නිෂ්පාදන හා නව නිෂ්පාදන වෙළෙඳපොළට පැමිණෙනු ඇති බැවින් ජනතාව යෝග්‍යතාවක් සහිත හා ලියාපදිංචි සෞඛ්‍ය නිෂ්පාදන පමණක් භාවිත කිරීම සඳහා දැනුවත් විය යුතුය. නොඑසේ නම් නිෂ්පාදනවල ගුණාත්මක බව සහතික කරනු නොහැකි වීමෙන් අනවශ්‍ය අහිතකර බලපෑම්වලට හේතු විය හැකිය. ඉන්සියුලින් හා ටැක්සෝල් නිවැරදි ආකාරයට පවිත්‍ර කර නොමැති නම් ඒවායේ පාරිභෝගිකයාට හානි සිදු කළ හැකි වෙනත් රසායනික සංයෝග ඇතුළත් විය හැකිය. මේ නිසා නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය ඇතුළතදී අදාළ නිෂ්පාදනයේ ගුණාත්මක භාවය මනාව නිරීක්ෂණයට ලක් කළ යුතු වේ. සෞඛ්‍ය අංශයේ ජාන විකරණය කළ නිෂ්පාදන ආශීර්වාදයක් මිස සාපයක් නොවන බව තහවුරු කිරීම පිණිස නීති හා නියෝග තිබිය යුතුය.

මූලාශ්‍රය

- 1.Genetically modified foods- Genetic Science Learning centre-learn.genetics.utah.edu> Genetic science and society.
- 2.How do they make insulin from recombinant DNA –www.nlm.gov/exhibition- recombinant DNA technology.
- 3.Paclitaxel Production Through Plant Cell Culture: An Exciting Approach to Harnessing Biodiversity, K. Venkat - Phyton, Inc., 95 Brown Road, Ithaca, NY USA and Rutgers University, New Brunswick, NJ USA.

රෝග වැළැක්වීම සඳහා ආහාරයට ගැනීම: ප්‍රතිශක්තිකරණයේ අනාගතය ආහාරයට සුදුසු එන්නත්ද?

ආචාර්ය කිත්මිණි සිරිදේව

ජෛවරසායන හා අනුකෘත විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය

වෛද්‍ය පීඨය, කොළඹ

එන්නතක් යනු කිසියම් රෝගයක් සඳහා ඇති ප්‍රතිශක්තිය වර්ධනය කිරීම සඳහා යොදාගන්නා ජෛව විද්‍යාත්මක මිශ්‍රණයකි. එයට රෝගයක් ඇතිකරන ක්ෂුද්‍රජීවියකු හා සමාන දෙයක් ඇතුළත් වන අතර, එය ඇතැම් විට සකස් කර ඇත්තේ දුර්වල කරන ලද හෝ මරා දමන ලද ක්ෂුද්‍රජීවියාගෙන් හෝ එහි විෂවලින් හෝ එහි මතුපිට ඇති ප්‍රෝටීනයකිනි. එන්නතක ඇති කාරකයට රෝගයේ හයානක ප්‍රතිඵල ඇති කිරීමට තරම් ශක්තියක් නොමැත. එහෙත් එමගින් ශරීරයේ ප්‍රතිශක්ති පද්ධතිය උත්තේජනය කර ප්‍රතිදේහ නිෂ්පාදනය කිරීම සඳහා පෙළඹවිය හැකිය. එමගින් රෝග ඇති කිරීමට හේතුවන ක්ෂුද්‍රජීවීන් හඳුනාගෙන විනාශ කළ හැකිය.

වර්තමානයේදී විද්‍යාඥයින්ට එක් ජීවියකුගේ සිට ඊට සම්බන්ධයක් නොමැති වෙනත් ජීවියකුට ජාන මාරු කළ හැකි අතර එමගින් නිපදවෙන්නේ “ජාන විකරණය කළ ජීවීන්” හෙවත් “පාරජනක සතුන්/ශාක” යනුවෙන් දන්නා දෙයයි.

ආහාරයට ගතහැකි (edible) එන්නත්වලදී, එන්නත් නිපදවන පද්ධති ලෙස පාරජනක ශාක යොදා ගැනෙයි. බැක්ටීරියා හා වෛරස රෝගකාරක විෂබීජවලට එරෙහි ප්‍රතිදේහජනක කේතාංකනය කරන ජාන, ස්වභාවික ප්‍රතිදේහජනක ලක්ෂණ පවත්නා ආකාරයෙන් ශාකවලදී ප්‍රකාශ කළ හැකිය. කෙසේ වෙතත් ඒවාට කිසිදු ආකාරයකින් රෝගයක් ඇති කළ නොහැකි බැවින් සුරක්ෂිතතාවය තහවුරු කර තිබේ. මෙවැනි එන්නත් අඩංගු (ප්‍රතිදේහ ජනක ප්‍රෝටීන) ශාකමය ද්‍රව්‍යයක් පරිභෝජනයට ගත් විට ශාක සෛලවල දැඩි පිටත සෛල බිත්තිය ප්‍රතිදේහජනකවලට තාවකාලික ආරක්ෂක ආවරණයක් ලෙස ක්‍රියාකර ඒවා ආහාරමාර්ගයේ සුවචලින් සාපේක්ෂව ආරක්ෂා කරයි. එහෙත් අවසානයේදී අන්ත්‍රවලදී සෛල බිත්තිය බිඳවැටෙන විට සෛලවල ඇති ප්‍රතිදේහජනක රුධිර ප්‍රවාහයට නිකුත් වෙයි. එවිට රෝගයකට එරෙහි ප්‍රතිශක්තිකරණයක් ලැබේ.

කෙසෙල්, අර්තාපල් හා තක්කාලි මෙන්ම සලාද, සහල්, තිරිඟු, සෝයා බෝංචි හා ඉරිඟු වැනි දියුණුවන ලෝකයේ විශාල ලෙස වචනු ලබන භෝග වර්ග ආහාරයට ගතහැකි එන්නත් නිෂ්පාදනය සඳහා යොදාගනු ලැබේ. මේ පිළිබඳ පළමු මානව සායනික පර්යේෂණය සිදුකරන ලද්දේ 1997දී වන අතර, *E.coli* බැක්ටීරියාවෙන් නිපදවෙන විෂට එරෙහිව එන්නතක් අර්තාපල් යොදාගනිමින් නිෂ්පාදනය කරන ලදී. මේ පාරජනක අර්තාපල් ආහාරයට ගැනීමෙන් තෘප්තියට පත් විය හැකි ප්‍රතිශක්තිකරණයක් අහිතකර ප්‍රතිඵලයක් නොමැතිව දැකිය හැකි විය. ඒ අනුව මේ වන විට හෙපටයිටිස් බී වයිරසය, කොලරා වයිරසය (*Vibrio cholera*), ජලහිතිකා වයිරසය, ශ්වසන සංසෛලීය වයිරසය, සරම්ප වයිරසය හා නෝර්වෝක් වයිරසය යන රෝගවලට එරෙහිව ආහාරයට ගත හැකි එන්නත් දියුණු කර ඇත.

වර්තමානය වන විට මේ ආහාරයට ගත හැකි එන්නත් විවිධ සතුන් යොදාගනිමින් අධ්‍යයනවලට ලක් කෙරෙමින් පවතී. මේ ඇතැම් එන්නත්වල සඵලත්වය සඳහා මිනිසුන් ආශ්‍රයෙන්ද පරීක්ෂා කර බලා තිබේ.

ආහාරයට ගත හැකි එන්නත් කරුණු රැසක් නිසා ආකර්ෂණීය වෙයි. එන්නත නිෂ්පාදනය හා පාලනය කිරීම සඳහා වැයවන මුදල අඩු වන අතර එන්නත සෘජුවම ශරීරගත කළ හැකි වෙයි. එසේම අවශ්‍යතාවය පවතින්නේ නම් නිෂ්පාදනය වේගවත් කළ හැකිය. මෙම ආහාරයට ගත හැකි එන්නත් දියුණුවන රටවල වෙසෙන වැඩි ජනතාවකට ලබා ගැනීමට අවස්ථාවක් ඇත්තේ ඒවා ප්‍රාදේශීය වශයෙන් වගා කළ හැකි නිසාත්, විශේෂ ගබඩා තත්ත්ව අවශ්‍ය නොවීමත් නිසාය. විශේෂ එන්නත් සිරිංන්ජර හෝ ඉදිකටු භාවිත නොවන අතර, මේ නිසා විෂබීජහරණය නොමැති වීමෙන් වෙනත් අයට රෝග වැළැදීමට ඇති අවස්ථාවද අඩු වෙයි.

එන්නත්වල දිගු-කාලීන ප්‍රතික්‍රියා තවමත් තීරණය කර නොමැත. සුරක්ෂිතතාවය සඳහා වැදගත් ප්‍රධාන අංග වන්නේ පර පරාගනය හරහා ශාක/හෝග (ආහාර) දූෂණයට ලක්වීම හා පාරජනක ශාක ශේෂ මගින් ජෛවඖෂධ පරිසරයට නිකුත් වීම යන කරුණුය.

මේ නිසා ආහාරයට ගතහැකි එන්නත් ලබාගන්නා පාරජනක ශාක පරීක්ෂණාගාර තත්ත්ව යටතේ සිදුකරන පටකරෝපණයට, වර්ධන කුටීර හෝ අධි ආරක්ෂිත හරිතාගාරවලට දැඩිව සීමා කිරීම ජෛව සුරක්ෂිතතාව සඳහා වැදගත් වේ.

මේ තත්ත්වය නිසා අනාගත එන්නත එය වුවද, ආහාරයට ගත හැකි එන්නත් යථාර්ථයක් බවට පත්වීමට පෙර ජය ගත යුතු අභියෝග කිහිපයක් තවමත් ඇති බව පැහැදිලිය.

ජාන ඉංජිනේරුවිද්‍යාව: නූතන වෛද්‍ය විද්‍යාවේ නිපුණ මෙවලමක්
ආචාර්ය/වෛද්‍ය මයුරි නාපාගොඩ
ජෛවරසායන අධ්‍යයනාංශය, වෛද්‍ය පීඨය, රුහුණ විශ්වවිද්‍යාලය

ජාන වෙනස් කිරීම 20 වැනි සියවස මුල් භාගයේදී හුදෙක් විද්‍යා ප්‍රබන්ධයක් පමණක් විය. එහෙත් එය පසුගිය දශක කිහිපයක කාලය ඇතුළතදී යථාර්ථයක් බවට පත්ව ඇත්තේ ජාන ක්ලෝනකරණ තාක්ෂණයේ වර්ධනය හා ජාන වෙනස් කිරීමේ හා සම්බන්ධකිරීමේ හා ඒවා නැවත ජීවී සෛලවලට එක් කිරීම පිළිබඳව නවීන මෙවලම් සොයාගැනීම නිසාය. “ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාව” හෝ “ප්‍රතිසංයෝජන DNA තාක්ෂණය” වැනි යෙදුම් යොදාගනු ලබන්නේ ඉහත ප්‍රවේශය විස්තර කිරීම සඳහාය. එය වෛද්‍ය විකිත්සාව, රෝග විග්‍රහය හා ප්‍රතිකාරකිරීම වැනි අංශවලට ඇති සෘජු යෙදවුම් නිසා නූතන වෛද්‍ය විද්‍යාවේ විප්ලවීය වෙනසක් සිදුකර ඇත.

ප්‍රතිසංයෝජන DNA අණුවක් ගොඩනැගීමේ ක්‍රියාවලියේදී රෙස්ට්‍රික්ෂන් එන්ඩොනියුක්ලියේස් සීමා එන්සයිමය මගින් DNA විශේෂිත බන්ධයක් හා අපේකෂිත DNA කොටස් වාහකයෙකුට ඇතුළු කිරීමක් සිදු වේ. සාමාන්‍යයෙන් ඒ බැක්ටීරියා ප්ලාස්මිඩ වැනි ස්වයං බහුගුණීකරණය වන DNA අණුවකි. මෙම ප්‍රතිසංයෝජන වාහකයා ඉන්පසුව බැක්ටීරියා ධාරකයකුට ඇතුළු කරනු ලැබෙන්නේ පරිණාමනය නම් ක්‍රියාවලියක් හරහා වන අතර අවසානයේදී හඳුන්වාදුන් ජානය ධාරකයා තුළ ප්‍රකාශනය වේ. මේ නිසා එය බැක්ටීරියා වැනි ක්ෂුද්‍රජීවීන්, වාණිජ පරිමාණයේ ඖෂධ නිෂ්පාදනය කරන ජෛව ප්‍රතික්‍රියාකාරකයින් බවට පත් කර ඇත.

ජාන විකරණය කරන ලද පළමු ඖෂධ නිෂ්පාදනය මානව ඉන්සියුලින් (හිමියුලින් ලෙස දන්නා) වන අතර, එය ඇමරිකාවේ ආහාර හා ඖෂධ පරිපාලනයේ (FDA) අනුමැතිය ලැබූයේ 1982 වර්ෂයේදීය. එමගින් අඩසියවසක් පමණ කාලයක් තිස්සේ දියවැඩියා රෝගීන්ට ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහා යොදාගත් ගව හා ඌරු ඉන්සියුලින් සාර්ථකව ප්‍රතිස්ථාපනය කළේය. හිමියුලින් නිෂ්පාදනය කරන ලද්දේ ඉන්සියුලින් ජානයක් සුදුසු වාහකයෙකුහට ඇතුළත් කොට එම ප්‍රතිසංයෝජන වාහකයා *Escherichia coli* බැක්ටීරියාවට ඇතුළත් කිරීමෙනි. මෙම බැක්ටීරියාව මානව ආහාර මාර්ගයේ ජීවත්වන්නක් වන අතර, ඉන්සියුලින් ජාන ඉංජිනේරුකරණයේදී “කම්හල” ලෙස ක්‍රියා කළේය.

ජෛව ඖෂධ නිෂ්පාදනය හා සම්බන්ධව තවත් මුල්කාලීන ප්‍රතිසංයෝජන DNA තාක්ෂණයේ යොදාගැනීමක් වනුයේ ඊට ඉහතදී මානව මාතෘරීචලින් නිස්සාරණය කරගන්නා ලද ඖෂධයක් වෙනුවට භාවිත කිරීම සඳහා මානව වර්ධක හෝර්මෝනය නිපදවීමයි. 1986 වර්ෂයේදී FDA ආයතනය මිනිසුන් සඳහා වන පළමු ජාන ඉංජිනේරුමය එන්නත වූ හෙපටයිටිස් බී සඳහා වූ එන්නත අනුමත කළේය. වෛද්‍ය විද්‍යාව හා සම්බන්ධ මේ මුල් යෙදවුම් වලින් පසුව ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාව ඖෂධ හා එන්නත් වර්ග රාශියක් සැපයීම සඳහා ව්‍යාප්ත වී තිබේ. මේ අතර කැල්සිටොනින්, පැරා තයිරොයිඩ් හෝර්මෝනය, ශල්‍යකගොන්, ඉන්ටෙරොන්, ඉන්ටර්ලියුකින්, කණිකාමය සෛල ජනපද උත්තේජන සාධකය, ප්ලාස්මිනෝජන් සක්‍රියකය හා මානව පැපිලෝමා වයිරස මීට අයත්ය (Shivanand and Noopur, 2010). ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදාගැනීමට අමතරව, මානව විකිත්සිය හෝර්මෝන නිෂ්පාදනය සඳහා ශාක යොදාගැනීම ලෝකය පුරා අවධානයට ලක්ව ඇති කරුණකි. විකිත්සිය ප්‍රෝටීන වර්ග ගණනාවක් පාරජනක ශාකවල නිෂ්පාදනය කර ඇති අතර, මේ අතරින් ඇතැම් ඒවා පූර්ව සායන හා සායන පරීක්ෂා කිරීමට සමත්ව ඇති අතර, වාණිජමය නිෂ්පාදනයට ලක්වීමටද ආසන්නව තිබේ.

නිදසුනක් ලෙස ගත් විට දුම්කොළවලින් ලබාගත් ප්‍රතිදේහ පරීක්ෂා කර 2004 වර්ෂයේදී අප්‍රිකාවේ එබෝලා වෛරස මර්දනය කිරීම සඳහා යොදාගන්නා ලදී. මේ හා සමානව, පාරජනක දුම්කොළවලින් නිපදවන ලද ජාන ඉංජිනේරුමය වශයෙන් වෙනස් කරන ලද ඉමියුනොඇඩ්හෙසින් අණු මැදපෙරදිග ශ්වසන රෝගය කොරෝනා වයිරසය (MERS-CoV) සඳහා දැඩි බැඳීමක් පෙන් වූ අතර, එම වෛරසය පෙනහළු සෛලවලට බැඳීම වළක්වාලන ලදී. එලිලයිසෝ (Elelyso - taliglucerase alfa) නම් එන්සයිම කැරට් සෛල යොදාගනිමින් නිපදවන ලද අතර, එය මානව භාවිතය සඳහා FDA මගින් අනුමත කරන

ලද්දේ ගවුචර්ගේ රෝගයෙන් පෙළෙන වැඩිහිටි රෝගීන් සඳහාය (Yao *et al*, 2015). මේ සාධක අනුව පෙනෙන්නේ මහා පරිමාණයෙන් මානව ඖෂධ ප්‍රෝටීන අඩු වියදමකින් නිෂ්පාදනය සඳහා ශාක අපේක්ෂා තැබිය හැකි පද්ධතියක් විය හැකි බවයි.

1980 ගණන්වල අගභාගයේදී සජීවී බැක්ටීරියා හෝ වෙනත් සෛල නොමැතිව, කෙටිකාලයක් ඇතුළත බිලියන ගණනකින් DNA ප්‍රගුණනය කළ හැකි ක්‍රමවේදයක් පොලිමරේස් දාම ප්‍රතික්‍රියාව (PCR) නම් විකල්ප තාක්ෂණයක් යොදාගනිමින් දියුණු කරන ලදී. මෙම PCR තාක්ෂණය මෑත කාලයේදී වෛද්‍ය විකිත්සාව මෙන්ම අධිකරණ වෛද්‍ය විද්‍යාවද විප්ලවීය වෙනසකට ලක් කර තිබේ. PCR මගින් DNA ප්‍රගුණනය කළ හැකි නිසා රෝග ජාන විශ්ලේෂණය කිරීම ඉතා කුඩා DNA නිදර්ශකයක් මගින් වුවත් සිදු කළ හැකි වෙයි. නිදසුනක් ලෙස ගතහොත් පාරම්පරිකව එන රෝග සඳහා වගකිවයුතු විශේෂිත ජාන හඳුනාගැනීම සඳහා කලලාවාරික තරලයෙන් අවශ්‍ය වන්නේ කලල සෛල සුළු සංඛ්‍යාවක් පමණකි. අනෙක් අතට, PCR නව්‍ය මෙවලමක් ලෙස ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාවේදී, වයිරසවේදයේදී, පරපෝෂිතවේදයේදී හා දත්ත විද්‍යාවේදී බෝවන රෝග හඳුනාගැනීම සඳහා භාවිත වේ. ඒ ක්ෂයරෝගය (*Mycobacterium tuberculosis*), හෙපටයිටිස් බී වයිරසය, ඉන්ෆ්ලුවන්සා AH1N1 වයිරසය, පාවෝ වයිරසය B19 (Valones *et al*, 2009; Boehm, 1989) ආදිය දැක්විය හැකිය. වර්තමානයේදී ශ්‍රී ලංකාවේදී මේ තාක්ෂණය භාවිතයට ගනු ලැබේ.

වර්තමානයේ සෞඛ්‍ය ක්ෂේත්‍රයේ ජාන විකිත්සාව ඉස්මතුව ඇත්තේ ජීවිතයට බලපෑම් කළ හැකි පාරම්පරිකව උරුමවන ආබාධවලට ප්‍රතිකාරයක් ලෙසිනි. මේ තාක්ෂණයට පදනම්ව ඇත්තේ යම් අයෙකුගේ සෛල හා පටක තුළ දැකිය හැකි හානිකර නිලීන ඇලීලයක් වෙනුවට ක්‍රියාකාරී එකක් ඇතුළු කිරීම සඳහා කටයුතු කිරීමෙනි. ජාන විකිත්සාව ලබාදුන් පළමු මානවයා වූයේ ශ්‍රී ලාංකික සම්භවයක් ඇති සිව් හැවිරිදි දරියකි. ඇය සංයුක්ත ප්‍රතිශක්ති උෞතනා රෝගයෙන් දැඩිව පෙළෙමින් සිටියාය. 1990දී සිදු වූ මේ සාර්ථක සිදුවීමෙන් පසුව, ජාන විකිත්සාව සැලකිය යුතු තරම් ප්‍රගතියක් අත්පත් කරගෙන ඇති අතර, කෝෂ්ඨක ෆයිබ්‍රෝසියාව වැනි රෝගවලින් පෙළෙන රෝගීන්ට යම් බලාපොරොත්තුවක්ද වෙයි (Herzog, Cao, Srivastava, 2010; Keeler, Mallah, Flotte, 2017). ගත වූ කාලයේදී ජාන ප්‍රතිකාර නිෂ්පාදන ගණනාවක් වෙළෙඳපොළට එකතු වී සාධාරණ සාර්ථකත්වයක් පෙන්වා ඇත. පළමු ඇඩ්නො-ආශ්‍රිත වයිරස (AAV) වාහක ජාන විකිත්සාව නිෂ්පාදනය ඇමරිකාවේ අනුමැතියට ලක්ව හඳුන්වා දෙන ලද්දේ 2017 නොවැම්බර් මාසයේ වන අතර ඒ 'ලක්ස්ටර්නා' යන නාමයෙනි. මෙය ප්‍රවේණිගත දෘෂ්ටිවිතාන දූෂිතර්පනය තත්ත්වය සඳහා ප්‍රතිකාර ලෙස භාවිත වේ (<http://ir.sparktx.com> 2017). ඇතැම් ආන්තික රෝග හා දැඩි ආබාධිත තත්ත්ව සඳහා ප්‍රතිකාර වශයෙන් වඩා සාර්ථක නියමාවලියක් නුදුරු අනාගතයේදී ඇති වනු ඇතැයි අපේක්ෂිතය.

ඉහත සඳහන් කරන ලද සාක්ෂි අනුව පෙනෙන්නේ ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාත්මක මෙවලම් හේතුවෙන් වෛද්‍ය විද්‍යාවේ නව යුගයක් උදාවෙමින් ඇති බවයි. මෙම ක්ෂේත්‍රයේ වේගවත් දියුණුව හා සමාන්තරව, ඊට පක්ෂව හා විපක්ෂව ඇති හේතු පැහැදිලිව හඳුනාගත යුතු වෙයි. එසේම ක්‍රියාත්මක කිරීම

හා සම්බන්ධ ආචාරධර්මය හා නීතිමය කරුණු ද ආමන්ත්‍රණය කළ යුතුය (Alexander, 2003). මානව සංහතියට විශාල යහපතක් ගෙන ඒමට එයට හැකියාව ලැබෙන්නේ එවිටය.

මූලාශ්‍රය

1. Shivanand, P., Noopur, S. (2010) . Recombinant DNA technology: Applications in the field of biotechnology and crime sciences. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 1(1), 43-49
2. Yao, J, Weng, Y, Dickey, A, Wang, K.Y. (2015). Plants as Factories for Human Pharmaceuticals: Applications and Challenges. International Journal of Molecular Sciences, 16, 28549–28565
3. Valones, M. A. A., Guimarães, R. L., Brandão, L. A. C., de Souza, P. R. E., Carvalho, A., Crovela, S. (2009). Principles and applications of polymerase chain reaction in medical diagnostic fields: A review. Brazilian Journal of Microbiology, 40(1),1-11
4. Boehm, C.D. (1989). Use of polymerase chain reaction for diagnosis of inherited disorders. Clinical Chemistry 35(9):1843-1848
5. Herzog, R. W., Cao, O., Srivastava, A. (2010). Two decades of clinical gene therapy - Success is finally mounting. Discovery Medicine, 9(45),105–111.
6. Keeler, A.M., Mallah, M.K.E.I., Flotte, T.R. (2017). Gene therapy 2017: Progress and future directions. Clinical and Translational Science,10 (4),242–248
7. <http://ir.sparktx.com/news-releases/news-release-details/fda-approves-spark-therapeutics-luxturnatm-voretigene-neparvove>. Accessed on 28.12.2017
8. Alexander, D.R. (2003). Uses and abuses of genetic engineering. Postgraduate Medical Journal, 79, 249-251

RNA නිරෝධනය හා ජාන විකරනය කළ හෝගවල ජෛව සුරක්ෂිතතාවය

ආචාර්ය එච්. හේරත්

උද්භිද විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, විද්‍යා පීඨය, කැලණිය විශ්ව විද්‍යාලය

ද්විත්ව දාම RNA (dsRNA) සඳහා ප්‍රතිචාරයක් ලෙස අනුක්‍රම විශේෂිත ජාන මන්දකරණය සඳහා ක්‍රියාත්මක වන ස්වාභාවික ජීව විද්‍යාත්මක යාන්ත්‍රණයක් ලෙස RNA නිරෝධනය (RNAi) හැඳින්විය හැකිය.

ඩයිසර් හා ඩ්‍රෝෂා නම් RNase III එන්සයිම මගින් ද්විත්ව දාම RNA කුඩා නිරෝධන RNA (siRNA) බවට සකස් කරනු ලැබේ. මෙම කුඩා නිරෝධන RNA, RNA-ප්‍රේරිත මන්දකරණ සංකීර්ණයකින් නිදහස්ව ඇති අතර තනි දාම කුඩා නිරෝධන RNA, අනුපූරක mRNA සමග දෙමුහුන් වේ. RNAase H එන්සයිම ආගොනෝට් නිසා ඉලක්ක mRNA වල සිදුවන නියුක්ලියෝලික හායනය නිසා ජාන මන්දකරණය සිදු වේ.

සජීවී සෛලවල ද්විත්ව දාම RNA (dsRNA) නිෂ්පාදනය වීම RNA මත යැපෙන RNA නිරෝධනය යනු බහුඅවයවීකරණයේ ප්‍රතිඵලයක් වන අතර, ඒ වෛරස ආසාදන තත්ත්ව වැනි අවස්ථාවලදීය. ශාකවලදී වෛරස ප්‍රේරණය මගින් සිදුවන ජාන මන්දකරණයේදී වෛරස ප්‍රතිරෝධය සමථයකට පත් කරයි. පිළියුම් අනුක්‍රමවලින් තැනෙන ප්‍රතිලේඛ දෙමුහුන් වීමෙන් නිපදවෙන ද්විත්ව දාම RNA ට්‍රාන්ස්පෝසෝන හා අන්තර්ජන්‍ය ප්‍රතිලේඛ වැනි අනුපූරක අපව්‍යාන පිළියුම් වැනි දේ ද්විත්ව දාම RNA තැනීමට හා mRNA හායනයට හේතු විය හැකිය. *Caenorhabditis elegans* වැනි ජීවී හා සජීවී ජෛව සෛලවල, කෘතීම පරිසරයන් තුළ ඇතුළත් කරන ලද දිගු RNA සහ siRNA හෝ අනෙක් ද්විත්ව දාම dsRNA, එහි ජාන ස්වාභාවයන් අකර්මණය කිරීම සඳහා උපයෝගී කරගනු ලබයි.

RNA නිරෝධනයේ ප්‍රධාන වාසිය වන්නේ ඉහළ අනුක්‍රම විශිෂ්ටතාවයක් තිබීමයි. මේ නිසා RNA නිරෝධනය යනු ජාන ක්‍රියාකාරීත්වය හඳුනාගැනීමේදී ජෙනෝම මට්ටමේ ප්‍රබල ගවේෂක මෙවලමකි. එමගින් වයිරස ආසාදනවලට, පිළිකාවලට මෙන්ම කෘෂිකර්මයටද ප්‍රතිකාර වර්ධනය කළ හැකිය. ශාකයට හානියක් නොමැතිව, අන්තර්ජන්‍ය ඉලක්ක ජානයක් නොමැතිව, රෝගකාරකයෙකුට එරෙහිව ද්විත්ව දාම RNA ලබාදෙන, රෝගකාරකයෙකුට එරෙහිව මරණීය හෝ ඉතා දැඩි හානියක් ඇතිකරන RNA නිරෝධනයක් ලබාදෙන ශාකයක් මගින් හෝග ප්‍රතිරෝධය අත්පත් කරගත හැකිය.

RNA නිරෝධනයට ජාන විකරණය කළ හෝග පිළිබඳ මහජන පිළිගැනීම දියුණු කිරීමට හැකියාව තිබේ. ඒ ද්විත්ව දාම RNA වලට නව ක්‍රියාකාරී ප්‍රෝටීනයක් සඳහා බෙතයක් නොතිබීම නිසා එය ඉලක්ක ජාන ප්‍රකාශනය අඩු කිරීමයි. මේ වන විටද ඇතැම් හෝගවල කෘමීන් පාලනය සඳහා පුළුල්ව යොදාගෙන ඇති ඉහළ විශේෂිතතාවයක් සහිත *Bacillus thuringiensis* (Bt) වෙතින් ලබාගන්නා β -එන්ඩොටොක්සින් වැනි පාරජනක ප්‍රෝටීනවලට වඩා මේ නිසා RNA නිරෝධනය මැදිහත් වූ ප්‍රතිරෝධයේ ඉලක්ක නොවන බලපෑම් අඩුය. මීට අමතරව ද්විත්ව දාම RNA මිනිස් ආහාරයට අළුත් දෙයක් නොවේ. RNA නිරෝධනය තාක්ෂණයට සමාන අණු නිපදවනු ලබන වයිරස වැළඳුණු හෝග සුලභව පරිභෝජනය කරනු ලැබේ. ශාක මත යැපෙන ඉලක්ක නොවන විශේෂ ද්විත්ව දාම RNA යොදාගනිමින් ආරක්ෂා කළ හැකිය. ඒ ඉලක්ක නොවන විශේෂවල ශරීරගත වූ විට බලපෑමක් නොවන නිසා වන අතර, ඒ ඉලක්ක ජාන මගහැරීමෙනි. මිනිසුන් හා සතුන් ආහාරයට නොගන්නා පටක තුළ සක්‍රිය වන ද්විත්ව දාම RNA ප්‍රවර්ධක මගින් ලබාදීමද ජෛව සුරක්ෂිතතාවය ලබා දෙන්නකි. පාරජනක ග්‍රාහකයකට පාරජනක නොවන අනුජයක් බද්ධ කිරීම හෝ එහි ප්‍රතිලෝමය මගින්ද අවදානම් සහිත බව අඩු කළ හැකිය.

මානව හා සත්ත්ව ජෙනෝමවල ප්‍රදේශ හා හඳුනාගත හැකි අනුක්‍රම සහිත බොහෝ කුඩා RNA සහල් කණිකාවල තිබීම (Heisel *et al.*, 2008) දීර්ඝ කාලයක සිට මිනිසුන් හා සතුන්ට RNA ආහාරයට ගැනීම ආරක්ෂිත බවට ඇති අදහසට සහායක් ලැබෙයි. නියුක්ලෙයික් අම්ල යනු සියලු සත්ත්ව හා ශාක ආශ්‍රිත ආහාරවල අන්තර්ගත දෙයක් වන අතර, ඒවා ආහාරයට ගැනීම ආරක්ෂිත බවට දිගු ඉතිහාසයක්ද වෙයි. න්‍යෂ්ටික අම්ල සෛල මගින් අවශෝෂණය කිරීමට ජෛවවිද්‍යාත්මක බාධක ඇති අතර (මුඛයේ ඇති බේට RNase, ආමාශයේ ආම්ලික pH අගය හා ජීරණ එන්සයිම, එන්ඩොසෝම හා ලයිසොසෝම හායනය වැනි), කඩිනමින් අපවෘත්තිය හා/හෝ බහිසුවය ද සිදු වේ. මේ නිසා, RNA-මැදිහත් වූ ජාන නියාමනයක් සිදුවන ශාක මානව හා සත්ත්ව පරිභෝජනය සඳහා ආරක්ෂිත බව යෝජනා කළ හැකිය (Petrick *et al.*, 2013).

මූලාශ්‍රය

1. Bakhetia, M., Charlton, W. L., Urwin, P. E., McPherson, M. J., & Atkinson, H. J. (2005). RNA interference and plant parasitic nematodes. *Trends in Plant Science*, 10(8), 362-367. doi:10.1016/j.tplants.2005.06.007
2. Casacuberta, J. M., Devos, Y., Du Jardin, P., Ramon, M., Vaucheret, H., & Nogue, F. (2015). Biotechnological uses of RNAi in plants: risk assessment considerations. *Trends in biotechnology*, 33(3), 145-147.
3. Elbashir, S. M., Harborth, J., Lendeckel, W., Yalcin, A., Weber, K., & Tuschl, T. (2001). Duplexes of 21-nucleotide RNAs mediate RNA interference in cultured mammalian cells. *Nature*, 411(6836), 494-498. doi:10.1038/35078107
4. Fire, A., Xu, S., Montgomery, M. K., Kostas, S. A., Driver, S. E., & Mello, C. C. (1998). Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*. *Nature*, 391(6669), 806-811. doi:10.1038/35888
5. Fosu-Nyarko, J., & Jones, M. G. (2015). Chapter fourteen-Application of biotechnology for nematode control in crop plants. *Advances in Botanical Research*, 73, 339-376. doi:10.1016/bs.abr.2014.12.012
6. Heisel, S. E., Zhang, Y., Allen, E., Guo, L., Reynolds, T. L., Yang, X., ... & Roberts, J. K. (2008). Characterization of unique small RNA populations from rice grain. *PLoS One*, 3(8), e2871. doi.org/10.1371/journal.pone.0002871

7. Lilley, C. J., Urwin, P. E., Johnston, K. A., & Atkinson, H. J. (2004). Preferential expression of a plant cystatin at nematode feeding sites confers resistance to *Meloidogyne incognita* and *Globodera pallida*. *Plant Biotechnology Journal*, 2(1), 3-12. doi: 10.1046/j.1467-7652.2003.00037.x

8. Meister, G., & Tuschl, T. (2004). Mechanisms of gene silencing by double-stranded RNA. *Nature*, 431(7006), 343-349. doi:10.1038/nature02873

9. Petrick, J. S., Brower-Toland, B., Jackson, A. L., & Kier, L. D. (2013). Safety assessment of food and feed from biotechnology-derived crops employing RNA-mediated gene regulation to achieve desired traits: a scientific review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 66(2), 167-176. doi.org/10.1016/j.yrtph.2013.03.008

10. Tan, J. A. C., Jones, M. G. K., & Fosu-Nyarko, J. (2013). Gene silencing in root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) significantly reduces reproduction in a plant host. *Experimental Parasitology*, 133(2), 166-178. doi:10.1016/j.exppara.2012.11.011

ජාන විකරණය කළ ජීවීන්, කෘෂිකර්මය හා ජෛව සුරක්ෂිතතාවය
ඩී. එන්. ඩී. බුලත්සිංහලගේ
ශාක ආරක්ෂණය පිලිබඳ අධ්‍යයන මණ්ඩලය
කෘෂිකර්ම පශ්චාත් උපාධි ආයතනය
පේරාදෙණිය විශ්ව විද්‍යාලය
පේරාදෙණිය

නැගී එන ගෝලීය අභියෝග ආමන්ත්‍රණය සඳහා ජෛව තාක්ෂණික මෙවලමක් ලෙස ජාන විකරණය කළ ජීවීන් ප්‍රබලව යොදාගත හැකි එක් අංශයක් ලෙස කෘෂිකර්මය හැඳින්විය හැකිය. දේශගුණ වෙනස්වීම මගින් ඇතිකරන අහිතකර බලපෑම් ඇතුළුව ජීවී හා අජීවී තර්ජන අතරතුර දිගින් දිගටම ඉහළ යනු ලෝක ජනගහනයට අවශ්‍ය පෝෂකවලින් පොහොසත් ආහාර ප්‍රමාණවත් තරමින් ලබාදීම වර්තමාන කෘෂිවිද්‍යාඥයන් මුහුණ දී ඇති විශාලතම අභියෝගයකි.

මේ කරුණ සම්බන්ධව ගත් විට ජාන විකරණය කළ ජීවීන් බලවත් ආයුධයකි. කෙසේ වෙතත් ජාන විකරණය කරන ලද ජීවීන් භාවිත කිරීමේ ආරක්ෂිත බව හා ආචාරධර්මීය වලංගුතාවය මහජන අවධානය යොමු වූ කරුණකි. වර්තමාන ලෝකයේ නැගී එන අවශ්‍යතා සම්පූර්ණ කිරීම සඳහා වඩා යහපත් අස්වැන්නක් හා ඉහළ තත්ත්වයේ ආහාර නිෂ්පාදනයක් ලබා දෙන ජාන විකරණය කළ හෝග හා සතුන් නිපදවීමට මැන අතීතයේදී විද්‍යාඥයින්ට හැකියාව ලැබී ඇත. මීට අමතරව, පළිබෝධ හා රෝගවලට එරෙහිව ඉහළ ප්‍රතිරෝධයක් දැක්වන හෝග නිපදවීමට හා දේශගුණ වෙනස් වීම හා අනෙක්

මානව මූලික අයහපත් හැසිරීම් නිසා ඇතිවන අජීවී ආතති තත්ත්වවලට ඔරොත්තු දෙන හෝග නිපදවීමට ජාන විකරණය කළ ජීවීන් යොදාගත හැකිය. ආහාර නිෂ්පාදනවල පෝෂක හා ඉන්ද්‍රිය පිනවන ස්වභාවය ඉහළ නැංවීම මේ මැජික් මෙවලම මගින් අත්පත් කරගත හැකි විස්මයජනක තත්ත්වයයි. මේ නිසා ජාන විකරණය කළ ජීවීන් ලෝකයේ සාගින්න හා මන්දපෝෂණය අඩු කිරීම සඳහා හේතු වේ. එසේම ඒවා උපද්‍රවකාරී කෘෂි රසායන ද්‍රව්‍ය අධික ලෙස භාවිතයට එරෙහි විකල්පයක්ද වන අතර, අධික ලෙස කෘෂි රසායන භාවිතයෙන් ඇති වන පාරිසරික හා සෞඛ්‍යමය හානි වැළැක්වීම සඳහා ද විසඳුමක් වෙයි. ඇතැම් කෘෂිකාර්මික ජාන විකරණය කළ ජීවීන් මගින් ආහාර නිෂ්පාදනයේ වියදම අඩු කළ හැකි වනු ඇත. එසේම ඒවා සුදුසු නොවන පරිසර තත්ත්ව යටතේ වුවද වඩා පැවැත්ම තහවුරු කිරීමට හේතුවන ආකාරයෙන් සෞඛ්‍යමය ප්‍රයෝජනවලින්, සෞන්දර්ය වටිනාකම්වලින් හා වෙනත් විවිධ අවශ්‍ය ගුණාංගවලින් පොහොසත් කළ හැකි වනු ඇත.

වාණිජකරණය වූ පළමු ජාන විකරණය කළ හෝගය වූ වයිරසයකට ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන දුම්කොළ ශාකය 1990 මුල් භාගයේදී හඳුන්වාදීමෙන් පසුව තවත් බොහෝ ජාන විකරණය කළ (පාරජනක) හෝග වර්ග ගණනාවක් ඇමරිකාවේ ආහාර හා ඖෂධ අධිකාරියේ අනුමැතිය ඇතිව වෙළෙඳපොළට නිකුත් කර තිබේ. ' Flavour Saver tomato' නම් ඉදිම පමා වීමේ හැකියාව ඇති තක්කාලි ප්‍රභේදය, වෙනස් කළ තෙල් සංයුතියක් සහිත කැනෝලා, කෘමි පළිබෝධකයින්ට ප්‍රතිරෝධීතාවයක් පෙන්වන Bt ඉරිඟු, Bt කපු හා Bt අර්තාපල්, බ්‍රොමොක්සිල් වල්පැළෑටිනාශකයට ප්‍රතිරෝධී වන කපු, ග්ලයිපොසෝට් සඳහා ප්‍රතිරෝධී වන සෝයා බෝංචි, වයිරස් සඳහා ප්‍රතිරෝධී ස්කොෂ් ආදිය මහා පරිමාණයෙන් වගා කිරීම සඳහා අනුමැතිය ලබා ඇති ජාන විකරණය කර ඇති හෝග වර්ග අතර වෙයි. ඖෂධ, එන්නත්, ආහාර හා ආහාර අන්තර්ගත ද්‍රව්‍ය, සත්ත්ව ආහාර හා කෙඳි ආදී වශයෙන් වැදගත් ජාන විකරණය කළ හෝග වර්ග මේ වන විට සුදානම් වෙමින් ඇති බැවින් මේ ලැයිස්තුව වර්ධනය වෙමින් තිබෙන්නකි.

ජාන විකරණය කළ ජීවීන්ගේ ප්‍රයෝජන තිබුණද එම කාසියේ අනෙක් පැත්තක්ද තිබේ. ජාන විකරණය කළ ජීවීන් නිෂ්පාදනය කිරීම සෛද්ධාන්තිකව සරළ ක්‍රියාවලියක් සේ පෙනුනද, එය අනපේක්ෂිත අවදානම් රැසකින් යුක්ත විය හැකිය. මිනිසුන්ට හා සතුන්ට ඇති ආරක්ෂිත බවේ තර්ජනය කෙටිකාලීන වශයෙන් වැදගත් වන අතර, ජාන විකරණය කළ ජීවීන් සම්බන්ධව දිගුකාලීන වශයෙන් වැදගත් වන කරුණ වන්නේ එය ස්වභාවධර්මයට එරෙහිව යන්නක් වීමය. කෘෂිකර්මය සඳහා යොදාගන්නා ශාක හා සතුන්ට වෙනත් ආගන්තුක ජීවියකුගේ ජාන ඇතුළත් කර ජාන විකරණය කළ ජීවියකු තැනීමේ සිද්ධාන්තය බොහෝ සාමාන්‍ය ජනතාවගේ තෘප්තියට එතරම් හේතු නොවෙයි. විශේෂයෙන් මේ අවධානයට ලක්වන ජානය ලබාගන්නේ එතරම් නොදන්නා ප්‍රභවයකින් වන්නේ නම් හා එහි විෂභාවයේ හා අසාත්මිකතාවයේ ප්‍රතිඵල පැහැදිලි නොවන අවස්ථාවලදී මේ තත්ත්වය විශේෂයෙන් දැකිය හැකිය. නිදසුනක් ලෙස ගත්විට, බ්‍රසීල් නට ශාකයෙන් ලබාගත් ජානයකින් ජාන විකරණය කළ සෝයා බෝංචි ආහාරයට ගත් ඇතැම් පුද්ගලයින් තුළ අනපේක්ෂිත ආකාරයේ අසාත්මිකතා ලක්ෂණ ඇති වූ අවස්ථා වාර්තා වී තිබේ (එහෙත් වාර්තා වී ඇති කිසිදු අසාත්මිකතාවයක්

සඳහා එසේ ලබාගත් ජානය කේතයක් වී නැත). එසේම ඉහළ සිස්ටින් හා මෙතයිනින් ප්‍රමාණයක් ලබාගැනීම සඳහා ජාන විකරණය කරන ලද බෝංචි පැළෑටි ඒවායේ දැකිය හැකි වූ ප්‍රෝටීනවල තිබූ ඉහළ අසාත්මිකතා ස්වභාවය නිසා ඉවත දැමීමට සිදු විය.

එවැනි අනපේක්ෂිත තත්ත්ව සඳහා හේතු සරලව පැහැදිලි කළ හැකිය. සෑම ජානයකටම එහි පරිපූර්ණ ප්‍රකාශක රටාවක් ඇති අතර, ඒ එහි මුල් ප්‍රවේණික පරිසරයේය. අප යම් ජානයක් ජීවියකුට බලෙන් හඳුන්වා දුන් විට, එම ජානය එම නව ප්‍රවේණික පරිසරයේදී අධි, අව හෝ වෙනස් ආකාරයෙන් ප්‍රකාශනය විය හැකිය. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස, ඇතැම් වෙනත් මුල් ජාන ක්‍රමවත්ව ක්‍රියා නොකිරීමක් හා ඇතැම් ජාන ලෝපනයවීමක් පාරජනක ජීවියෙකු තුළ සිදු විය හැකිය. මේ නිසා, ඇති වන ව්‍යුහාත්මක හා ක්‍රියාකාරීත්වයේ වෙනස්කම් හේතුවෙන් ජාන විකරණය කළ හෝග හෝ ආහාර පරිභෝජනය කරන්නෙකු තුළ අසාත්මිකතා හා විෂතාවයක් ඇති වීමට අවස්ථාව තිබේ. මීට අමතරව මෙම පාර ජාන ඉලක්ක නොවන ජීවීන්ට හඳුන්වාදීමේ ප්‍රවණතාවයක් පවත්නා අතර ඒ හරස් ජාන හුවමාරුවක් තුළිනි. මේ නිසා ප්‍රතිජීවකවලට ප්‍රතිරෝධයක් වර්ධනය වීම, පළිබෝධනාශක ප්‍රතිරෝධයක් ඇති වීම, විෂබීජවල විෂතාවයේ වර්ධනය වීම අනපේක්ෂිත ලෙස වර්ධනය විය හැකි අවදානම් අතර වෙයි. අවසාන වශයෙන් ගත් විට, ආක්‍රමණික විශේෂ වර්ධනය වීම, සම්පූර්ණයෙන්ම නව පළිබෝධ හා රෝග වර්ධනය වීම, පාරිසරික තුලනය මත නිශේධනීය බලපෑම් ඇති වීම හා පරිණාමය ඇති විය හැකිය.

මේ නිසා වර්තමාන ලෝකයේ අභියෝග ජයගැනීම සඳහා ඒවාට ලබා දිය හැකි ශක්තිය කෙතරම් වුවද, කෘෂිකර්ම ක්ෂේත්‍රයේ යහපත උදෙසා ජාන විකරණය කරන ලද ජීවීන් වර්ධනය හා භාවිත කිරීම සිදු කළ යුත්තේ නැණවත්ව හා සුරක්ෂිතවය. ජාන විකරණය කළ හෝග හා සතුන් බාහිර පරිසරයට හඳුන්වාදුන් පසුව එහි ප්‍රතිඵල නිවැරදි කිරීමට ප්‍රමාද වැඩිය.

ගෝලීය ප්‍රශ්න විසඳීම සඳහා ඇති හොඳම විකල්පය ලෙස යමෙකුට ජාන විකරණය කළ ජීවීන් යෝජනා කළ හැකි වුවද, ආරක්ෂිත පරීක්ෂාව, පාලනය, ප්‍රතිපත්ති සැකසීම, ආහාරවල ජාන විකරණය කළ ජීවීන් හඳුනාගැනීම හා ජාන විකරණය කළ ආහාර ලේබල් කිරීම වැනි අංශවල අභියෝග මතුවීම දැකිය හැකිය. මේ නිසා පැහැදිලි මාර්ගෝපදේශ හා දැඩි නියාමනයක් පැවතීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. සියල්ලටම වඩා වැදගත් වන්නේ මහජන විශ්වාසය දිනාගැනීම හා ජාන විකරණය කළ ජීවීන් පිළිබඳ මහජන ආකල්ප වෙනස් කිරීමයි. වර්තමානය වන විට ජගත් මට්ටමේ ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ ආයතන හා බලධාරීන් විසින් මාර්ගෝපදේශ හා රෙගුලාසි ගණනාවක් නිකුත් කර ඇත. ඔවුන්ට අනුව, මේ ජාන විකරණය කළ ජීවීන් සම්බන්ධ පර්යේෂණ, අදාළ නියාමන අධිකාරීන්ගෙන් ලබාගත් පූර්ව අවසර යටතේ පාලන හා වැසුණු පරිසර තත්ත්ව යටතේ සිදුකිරීම වැදගත් වේ. සෑම ප්‍රශ්නයක් සඳහාම ලබා දී ඇති විසඳුම් පරිපූර්ණ වූවක් නොවන අතර, එය ජාන විකරණය කළ ජීවීන් සම්බන්ධවද පොදු වේ. මේ නිසා ජාන විකරණය කළ ජීවීන් නිෂ්පාදනය කිරීම හා භාවිතය නැණවත්ව හා ඒවා ආශ්‍රිතව ඇති ජෛව සුරක්ෂිතතාවය සම්බන්ධ කරුණු පිළිබඳව මනා දැනුවත්භාවයක් ඇතිව හා බලයලත් නියාමන ආයතනවල නිසි නියාමනයක් යටතේ සිදු කළ යුතුය.

ශ්‍රී ලංකාවේ රාජ්‍ය විශ්ව විද්‍යාලවල ජෛව සුරක්ෂිතතා අධ්‍යාපනය

රයන් රියන්සි

කෘෂිකර්මය පිළිබඳ පශ්චාත් උපාධි ආයතනය හා කෘෂිකර්ම පීඨය

ජෛරාදේශීය විශ්ව විද්‍යාලය 20400

ජෛරාදේශීය, ශ්‍රී ලංකාව

ජෛව සුරක්ෂිතතාවය ජෛව තාක්ෂණයේ ප්‍රධාන අංශයක් ලෙස: ජෛව තාක්ෂණය ජගත් මට්ටමින් කෘෂිකාර්මික ක්ෂේත්‍රයේ දියුණුවට දායක වන්නා වූ ප්‍රධාන තාක්ෂණයක් ලෙස දැක්විය හැකිය. ශ්‍රී ලංකාවේ ප්‍රතිපත්ති සම්පාදකයන්ද කෘෂිකර්මයේ සංවර්ධනය සඳහා ජෛව තාක්ෂණයේ ඇති කාර්යභාරය හඳුනාගෙන තිබේ. එහෙත් ජෛව තාක්ෂණයේ ක්‍රමවේදයක් වන ශාක පටක රෝපණය මහා පරිමාණයෙන් භාවිත කරනවා හැරෙන්නට, ප්‍රතිසංයෝජන DNA තාක්ෂණය හා ශාක හා සත්ත්ව අභිජනනයේදී හා ශාක ආරක්ෂාව සඳහා ජෛව තාක්ෂණය යොදාගැනීම වැනි උසස් මට්ටමේ තාක්ෂණය යොදාගැනීම තවමත් පරීක්ෂණාගාර තුළට සීමා වී තිබේ.

මේ නිසා උසස් ජෛව තාක්ෂණික ක්‍රමවේදවලින් වාණිජමය ප්‍රතිදානයක් තවමත් දැකීමට නොහැකිය. නව හා අපේක්ෂා තැබිය හැකි තාක්ෂණයක් පිළිගැනීම සමගම ඒ හා සම්බන්ධ වූ අවදානම් සහිත තත්ත්ව තිබිය හැකි අතර ඒවායේ බලපෑම වෙනස් විය හැකිය. මේ අතර කාලයේදී ජෛව තාක්ෂණයට වෙනත් නව තාක්ෂණයක් වූ නිනිති තාක්ෂණය වැනි තාක්ෂණයක් ඇසුරේ දිනෙන් දින දියුණු විය. මේ නිසා ඕනෑම නව තාක්ෂණයක් පිළිබඳව ආරක්ෂාව වැනි අංශ සම්බන්ධ කරුණු ගැන සාකච්ඡාවක් ආරම්භ කිරීම ගැන මහජනතාව හා උනන්දුවක් දක්වන කණ්ඩායම් සම්බන්ධ කරගැනීම හා එම තාක්ෂණයේ පිළිගත හැකි බව ගැන සුදුසු නිගමනයකට එළඹීම වැදගත් වේ. ජාතික විකරණය කළ ජීවින්ගේ හා ඒවායින් ලබාගත් ආහාරවල පැවැති මතභේදාත්මක ස්වභාවය හේතුවෙන් “ජෛව සුරක්ෂිතතාවය” යන යෙදුම සැලකිල්ලට පැමිණියේය. ජෛව සුරක්ෂිතතාවයට ජාතික විකරණය කළ ජීවින් මගින් පරිසර පද්ධති මත ඇති කළ හැකි හෝ ඇති කරන බලපෑම් ඇතුළත් වේ (Teng, 2008). මෙම ලිපිය මගින් ශ්‍රී ලංකාවේ විශ්වවිද්‍යාල පද්ධතිය පිළිබඳව අවධානය යොමු කරමින් ශ්‍රී ලංකාව තුළ ජෛව සුරක්ෂිතතා අධ්‍යාපනය ඵලදායී ලෙස ප්‍රවර්ධනය කිරීමේ කටයුතුවල සීමා, බලපෑම් හා සාරාංශයක් පිළිබඳව සාකච්ඡා කරනු ලැබේ.

ශ්‍රී ලංකාවේ ජෛව සුරක්ෂිතතා අධ්‍යාපනයේ ආරම්භය: 1990 ගණන්වල ආරම්භයේ සිට ඇතැම් මට්ටම්වලදී ඊට අදාළ යෙදුම් ආදිය සාකච්ඡාවට ගන්නා ලද නමුදු 1990 ගණන්වල අගදී ඉදිරි පිම්මක්ගන්නා ලද්දේ කාටපෙනා සන්ධානය සමගිනි. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස දියුණුවන රටවල් ජෛව සුරක්ෂිතතාවය ඔවුන්ගේ ජෛව තාක්ෂණ පර්යේෂණ පද්ධතිවලට එකතු කරගන්නා ලදී. ශ්‍රී ලංකා රජයද ජෛව තාක්ෂණ පර්යේෂණවල හා අධ්‍යාපනයේ යෙදී සිටින පුද්ගලයින් පුහුණුකිරීම සඳහා කටයුතු ආරම්භ කළේය. 2003 වර්ෂයේදී ජාතික විද්‍යා පදනම යටතේ ජාතික ජෛව ආචාරධර්ම කමිටුව ඇතිකිරීමෙන් ජීව විද්‍යාවල ජෛව ආචාරධර්ම හා ජෛව සුරක්ෂිතතාව ප්‍රවර්ධනය කරන ලද අතර,

එමගින් විශ්ව විද්‍යාලවල ජීව විද්‍යා පීඨවල ජෛව ආචාරධර්ම ඉගැන්වීම ප්‍රවර්ධනය කරන ලදී. 2004 වර්ෂයෙන් පසුව, ශ්‍රී ලංකාවේ ජෛව සුරක්ෂිතතා රාමුව යටතේ ජෛව සුරක්ෂිතතා අධ්‍යාපනයට ප්‍රමුඛතාව ලබාදෙන ලද අතර, ඒ යටතේ මහජනතාව ඉලක්ක කරගත් දැනුවත් කිරීමේ වැඩසටහන්ද ක්‍රියාත්මක කරන ලදී. ශ්‍රී ලංකාවට ජෛවතාක්ෂණ ප්‍රතිපත්තියක් හඳුන්වාදුන් පසුව ජෛව තාක්ෂණ අධ්‍යාපනය ප්‍රමුඛතාගත කරන ලදී. "මහජන දැනුවත්භාවය හා ජෛව තාක්ෂණය පිළිබඳ සමාජයේ ඇති ස්ථානය ප්‍රවර්ධනය හා, ජෛව සුරක්ෂිතතාවය ඇතුළුව ජෛවතාක්ෂණයේ වැදගත් අංශ පාසැල් හා විශ්වවිද්‍යාල විෂයමාලා තුළට අන්තර්ග්‍රහණය කිරීම" නම් පරමාර්ථය යටතේ ජෛව තාක්ෂණය හා ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ පර්යේෂණ පැවැත්වීම හා ඉගැන්වීම බොහෝ උපාධි හා පශ්චාත් උපාධි පාඨමාලාවල විෂයමාලාවලට ඇතුළත් කරන ලද අතර, දැනටමත් පවත්නා පාඨමාලාවල ගුණාත්මක බව ඉහළ නංවන ලදී.

වර්තමානය වන විට ජෛවතාක්ෂණය පිළිබඳ විශ්ව විද්‍යාල මගින් පිරිනමන උපාධි හා පශ්චාත් උපාධි පාඨමාලා ගණනාවක් මෙරට තිබේ. මේ පාඨමාලා විවිධ විෂය යටතේ ඉදිරිපත් වන ඒවා වන අතර, කෘෂිකර්මය හා අදාළ විෂයයන් (ආහාර විද්‍යාව ඇතුළුව), ජෛව තාක්ෂණය, පාරිසරික විද්‍යාව හා වඩාත් මෑතදී ඉදිරිපත් වූ තාක්ෂණික උපාධි පාඨමාලා ඊට ඇතුළත් වෙයි. මීට අමතරව, ජෛව තාක්ෂණය පශ්චාත් උපාධි/විද්‍යාපති උපාධි මට්ටමේ වැඩසටහන් ගණනාවක උගන්වනු ලැබෙන අතර ඒ කෘෂිකර්මය හා විද්‍යා විෂය සම්බන්ධවය. ශ්‍රී ලංකාවේ රාජ්‍ය විශ්ව විද්‍යාලවල ක්‍රියාත්මක කෘෂිකර්මය හා ආශ්‍රිත විද්‍යා, විද්‍යා/ ව්‍යවහාරික විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨවල උපාධි මට්ටමේ හා පශ්චාත් උපාධි/විද්‍යාපති උපාධි මට්ටමේ වැඩසටහන් (විද්‍යා සහ කෘෂිකාර්මික)වල ජෛව තාක්ෂණය හා අදාළ වෙනත් පාඨමාලා ක්‍රියාත්මක වේ. බොහෝ විෂයමාලාවල ජෛව සුරක්ෂිතතාවය හා ජෛව ආචාරධර්ම වැනි අංග විද්‍යාවේදී පාඨමාලා තුළට අයත් කර ඇති අතර, ඒ බොහෝ ජෛව තාක්ෂණ පාඨමාලා යටතේය (ජීව විද්‍යා, කෘෂි විද්‍යා, ආහාර විද්‍යා ආදී). කෙසේ වෙතත්, මේ එක් එක් පාඨමාලාවේ වෙන්කර ඇති කාලසමාවේදී අදාළ පුළුල් අංශය ආවරණය කළ හැකිද යන ගැටලුව මෙහිදී පැන නගියි.

ඇතැම් පාඨමාලා ජෛව සුරක්ෂිතතාවයේ හා ජෛව ආචාරධර්මවල මූලික කරුණු පිළිබඳව සාකච්ඡා කිරීම සඳහා විශේෂයෙන් නිර්මාණය වී තිබීම වැදගත් කරුණකි. නිදසුනක් ලෙස ගතහොත්, රුහුණ විශ්ව විද්‍යාලයේ කෘෂිකර්ම පීඨයේ හා විද්‍යා පීඨය මගින් ජෛව ආචාරධර්ම පිළිබඳව පාඨමාලා විද්‍යාපති උපාධි යටතේ පිරිනමයි. එමෙන්ම ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්ව විද්‍යාලයද එහි විද්‍යා පීඨය මගින් ලබාදෙන උපාධි පාඨමාලා (ශාක ජෛව තාක්ෂණය/ ශාක ජීවවිද්‍යාව/ ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාව යන විද්‍යාවේදී උපාධි) යටතේ ජෛව ආචාරධර්ම හා ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ පාඨමාලාවක් ඇතුළත් කරන අතර, කැලණිය විශ්ව විද්‍යාලයද ජෛව තාක්ෂණය, ජෛව සුරක්ෂිතතාවය හා ප්‍රකාශන අයිතිය පිළිබඳ ආචාරධර්ම පාඨමාලාවක් ඇතුළත් කර ඇත්තේ ජෛවරසායනවිද්‍යාව/ ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාව/ අණුක ජීවවිද්‍යාව හා ජෛවතාක්ෂණය/ පරිසර සංරක්ෂණය හා කළමනාකරණය යන විද්‍යාපති පාඨමාලා යටතේය. මීට අමතරව පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලයෙන් ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ පාඨමාලාවක් එහි විද්‍යා පීඨයේ විද්‍යාවේදී විශේෂ උපාධිය යටතේ ඉදිරිපත් කරයි.

පශ්චාත් උපාධි මට්ටමින් ගත් විට කෘෂිකර්මය, ජෛව තාක්ෂණය, අණුක ජීවවිද්‍යාව හා ජෛවීය විද්‍යා විෂයවල උපාධි පාඨමාලාවලද ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පුළුල් ආකාරයෙන් ආවරණය කරනු ලැබේ. නිදසුනක් ලෙස ගතහොත් කෘෂිකර්ම පශ්චාත් උපාධි ආයතනය මගින් ඉදිරිපත් කරන ජෛව තාක්ෂණය පිළිබඳ උපාධි වැඩසටහනේ ජාන විකරණය කළ ජීවීන්, ආහාර, සත්ත්ව ආහාර හා සැකසූ ආකාර සහ ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ පාඨමාලාවක් ඇතුළත් වේ. මේ හරුණු විට මෙම තේමාව වෙනත් ජෛව තාක්ෂණ පාඨමාලාවල අඩු-වැඩි වශයෙන් ආවරණය වේ.

සීමා:

මේ අනුව නිරීක්ෂණය කළ හැක්කේ ප්‍රථම උපාධියට ජෛව තාක්ෂණය හෝ වෙනත් සම්බන්ධයක් ඇති විශේෂ උපාධි හදාරණ හෝ ජෛවතාක්ෂණය සහිත පශ්චාත් උපාධි පාඨමාලා හදාරණ විශ්වවිද්‍යාල සිසුන් හරුණු විට අනෙක් සිසුන්ට මේ සංකල්ප සම්බන්ධව නිශ්චිත අදහසක් නොමැති බවයි. සාමාන්‍ය ජනතාව සම්බන්ධව ගත් විට මේ තත්ත්වය වඩාත් අයහපත් තත්ත්වයක් ගනියි. මේ නිසා සාමාන්‍යයෙන් අප හඳුනාගන්නේ විශාල දැනුම හා සන්නිවේදන හිදසක් පවත්වා බවත් එය සැලකිය යුතු උත්සාහයක් ගෙන සම්පූර්ණ කළ යුතු එකක් වන බවත්ය. මේ නිසා මෙම පණිවුඩය විද්‍යා විෂයවලින් බාහිර කළමනාකරණ හා සමාජීය විද්‍යා වැනි වෙනත් විෂය වෙත යොමු වීමේ වැදගත්කමක් තිබේ. එමගින් එකිනෙකට වෙනස් පසුබිමක් සහිත සිසුන් විද්‍යාත්මක දෘෂ්ටිකෝණයෙන් හැර වෙනත් දෘෂ්ටිකෝණවලින් මේ දෙස බැලීමට හැකියාවක් ලැබෙයි. මේ පිළිබඳව සඳහන් කළ යුත්තේ, බොහෝ ජාත්‍යන්තර විශ්ව විද්‍යාල ජෛව සුරක්ෂිතතාවය හා ජෛව ආචාරධර්ම පිළිබඳ තොරතුරු පාඨමාලා විද්‍යා විෂය නොවන සිසුන් වෙත පළමු උපාධි මට්ටමේදී පිරිනමන බවයි.

අනාගත විවරණය සහ එහි ප්‍රතිඵල

ජෛව සුරක්ෂිතතාවයේ මැනකාලීන ප්‍රවණතා හා නව්‍යතා පිළිබඳව සැලකීමේදී ශ්‍රී ලංකා රජය නව ප්‍රවේශයක් ආරම්භ කර තිබේ. ඒ, ජාන තාක්ෂණය භාවිතයෙන් බිහිකරන ලද ජීවීන් නිදහස් කිරීමෙන් ජෛව විවිධත්වයට විය හැකි හානිය අවම කිරීම සඳහා වූ ජෛව සුරක්ෂිතතා කෙටුම්පතක් සකස්කිරීමය. රටේ ආහාර නිෂ්පාදනය සඳහා ජෛව තාක්ෂණය මුඛ්‍යාධාරාගත කරන අතර, රජයට ජෛව සුරක්ෂිතතාවය පිළිබඳ කරුණු හෙළි කිරීමට වගකීමක් ඇත්තේ ඒවා ජීවීන් හා සෘජුව බැඳී පවත්නා නිසාය. ශ්‍රී ලංකාව ජෛව තාක්ෂණය හා සම්බන්ධ විවිධ විෂය ක්ෂේත්‍රවල (කෘෂිකර්මය, ආහාර විද්‍යාව ආදී) හොඳින් පුහුණු වූ විශ්ව විද්‍යාල ආචාර්ය මණ්ඩලයක් සිටින රටක් වන අතර, ඒ හා සමග රාජ්‍ය විශ්වවිද්‍යාල පද්ධතිය සංකීර්ණ ජෛව තාක්ෂණ පාඨමාලා පිරිනමන අතර ඒවාට ජෛව සුරක්ෂිතතාවය ඇතුළත්ය. ජෛව සුරක්ෂිතතාවයේ වැදගත්කම දන්නා අතර, මෙය විශ්ව විද්‍යාල පද්ධතියේ අනෙක් විද්‍යා-නොවන විෂයධාරාවල ඉගැන්වීම සඳහා පියවර ගැනීමද අත්‍යවශ්‍ය වන අතර මේ සඳහා ශක්තිමත් උපායමාර්ගික සැලසුමක් අවශ්‍ය වේ.

1. Gunasekare, MTK (2011). Status and Future Perspectives in Agriculture Biotechnology, Biosafety and Biosecurity in Sri Lanka, in; Expert consultation of agricultural biotechnology, biosafety and biosecurity, 27-28 October 2011, Taiwan Agricultural Research Institute, Chinese Taipei.
2. Fernando, S., Amerasinghe, P., Fernando, K., Hirimburegama, K., Perera, A., Ramasamy, R., Widanapathirana, G.S., Yasawardena, S. (2004). Towards Promoting the Development of Biotechnology Industries in Sri Lanka, National Science Foundation (2004).
3. Teng, P.P.S. 2008. Review article: An Asian perspective on GMO and Biotechnology issues. Asia Pacific Journal Clinical Nutritional 17: 237-240.

உயிரியல்பாதுகாப்பு தொடர்பான விடயங்களை வெளிப்படுத்துவதில் பொது மக்களின் விழிப்புணர்வு மற்றும் பொது மக்களின் பங்குபற்றலின் பங்களிப்பும்

அஷானி சோமசிறி மற்றும் கலாநிதி மதி கந்தையா

விஞ்ஞான கல்லூரி, வர்த்தக முகாமைத்துவ கல்லூரி

மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள் (GMOs) அல்லது வாழும் மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள் (LMOs) பொது மக்களிடையே ஒரு களங்கத்திற்குட்பட்ட விடயமாக காணப்படுகின்றதுடன் நுகர்வுக்கு ஆபத்தானதாக கருதப்படுவதனால் அது ஒரு வில்லனாகவே பார்க்கப்படுகின்றது. இது பொது மக்களிடையே விழிப்புணர்வு இல்லாத ஒரு தன்மையுடன் நேரடியாக தொடர்பு படுத்தப்படலாம். பொது மக்களிடையே விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்துவதில் தகவல் தொழிநுட்ப ஊடகங்கள் மூலமான செயற்பாடுகள் மேற்கொள்ளப்படலாம் எனினும், மிகவும் திறனுள்ள பொது விழிப்புணர்வு ஏற்படுத்தும் ஒரு முறையாக அமைவது உயிரியல்பாதுகாப்பு தொடர்பான விடயங்களை அடையாளப்படுத்துவதில் பொது மக்களின் பங்குபற்றலை பெற்றுக்கொள்வதாகும். வரைவிலக்கணத்தின்படி, உயிரியல் பாதுகாப்பு எனப்படுவது மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகளுடன் (GMOs) தொடர்புடைய ஆராய்ச்சி, உற்பத்தி, பயன்பாடு, தொழிநுட்ப அபிவிருத்தி மற்றும் சேவைகள் என்பவற்றை மனிதன் மற்றும் மிருகங்களின் பாதுகாப்பு மற்றும் சூழல் பாதுகாப்பு என்பவற்றை இலக்காக கொண்டு தடுத்தல், குறைத்தல் மற்றும் வெளியேற்றுதல் என்பவற்றில் கவனம் செலுத்தும் ஒரு தொகுதி நடவடிக்கைகள் ஆகும் (Ferreira *et al*, 2012) . உயிரியல்பாதுகாப்பு தொடர்பாக பொது மக்களின் விழிப்புணர்வு

உயிரியல்பாதுகாப்பின் வரைவிலக்கணத்தின் கீழ் நடவடிக்கைகளை நடைமுறைப்படுத்தும் விதிமுறைகளை அமுலாக்குவதில் அதிமுக்கியமானதாகும் ஏனெனில் எந்தவொரு விதிமுறைப்படுத்தும் வேலைத்திட்டத்தினதும் வெற்றிகரமான அமுலாக்கத்திற்காக பொது மக்களின் ஈடுபாடு அதிகூடிய முக்கியத்துவமுடையதாகும்.

இக்காரணத்தினால், சூழல் மற்றும் அபிவிருத்திதொடர்பான ரியோ (Rio) பிரகடனம், உயிரியல்பாதுகாப்பு தொடர்பான 'ஆர்ஹஸ்' (Aarhus) பிரகடனம் மற்றும் 'கார்டஜீனா (Cartagena) நெறிமுறை' போன்ற சர்வதேச உடன்படிக்கைகள் பொருத்தமான மட்டங்களில் பொது மக்களின் பங்குபற்றலின் முக்கியத்துவத்தை வலியுறுத்துவதுடன் இங்கு பொது மக்கள் சூழல் மற்றும் சாத்தியமான ஆபத்தான பொருட்கள் மற்றும் நெயற்பாடுகள் தொடர்பான தகவல்களை பெற்றுக்கொள்வதற்கு அனுமதிக்கப்படுகின்றார்கள் (UNESCO, 1992; Convention on access to information, 1998; Cartagena protocol, 2003). அரசு அதிகாரசபைகள் இவ்வாறான தகவல்களை சேகரித்து வழங்குவதற்கான தமது கடமைப்பாடுகளை கொண்டிருக்கவேண்டும். பொது மக்களும் கூட அவர்களுக்கு பொருந்தக்கூடிய விடயங்களில் பொருத்தமான கட்டங்களில் கொள்கை வகுத்தல் மற்றும் முடிவுகளை மேற்கொள்ளல் செயன்முறைகளில் பங்குகொள்ள வேண்டும்.

பொது மக்களின் பங்குபற்றல் மூலம் விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்துவதற்கு, அரசாங்கமானது முதலில் பொது மக்களுக்கு கிடைக்கப்பெறும் தகவல்கள் சமூகத்தின் அனைத்து மட்டங்களுக்கும் சென்றடைவதை நிச்சயப்படுத்துவதற்கான நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளவேண்டும். அவ்வாறில்லையெனில், தகவல் பரிமாற்றம் ஆனது சமூகத்தின் ஒரு குறித்த பகுதியினருக்கு மட்டும் மட்டுப்படுத்தப்பட்டு இச்செயன்முறையை பக்கசார்பானதொன்றாக மாறும். ஆகவே, தேவையான தகவல்களை நேரடியாக தெரியப்படுத்தாவிட்டால் அதனைப்பற்றிய அறிவைப் பெற்றுக்கொள்ள முடியாத பகுதியினருக்கு வழங்குவதற்கான நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும். பொது கருத்தரங்குகள், பயிற்சிமுகாம்கள், குழு கலந்துரையாடல்கள், சமுதாய வெளிப்பாட்டு நிகழ்ச்சித்திட்டங்கள், பொது விவாதங்கள் என்பன பொது மக்களுக்கு சாத்தியமான பிரச்சினைகள் தொடர்பாக முன்னதாகவே அறிவுறுத்துவதற்கும் விழிப்புணர்வு ஊட்டுவதற்கும் பயன்படுத்தக்கூடிய ஒரு சில வழிமுறைகளாக காணப்படுவதுடன் இதன் மூலம் பொது மக்கள் கொள்கை வகுத்தல் மற்றும் முடிவுகளை மேற்கொள்ளும் கட்டங்களில் பங்குபற்றுவதற்கான போதுமானளவு அறிவினைப் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடியதாக இருக்கும். இங்கு விவசாயிகள் மற்றும் நுகர்வோர் போன்ற பிரதான பங்குதாரர்கள் GMOகள் தொடர்பாக போதுமானளவு அறிவினை பெற்றிருப்பது அத்தியாவசியமானதாகும் என்பதுடன், அதன் மூலம் GMOகளின் பயன்பாடு தொடர்பான அவர்களுடைய நிலைப்பாடு தொடர்பாக தகவலறிந்த முடிவுகளை எடுப்பதற்கு அவர்களுடைய கருத்துக்கள் மாறுபடலாம். (United Nations Environmental Protection Agency, 2017)

கொள்கை வகுத்தல் மற்றும் முடிவுகளை மேற்கொள்ளும் கட்டங்களில் பொது மக்களின் பங்குபற்றலின் முக்கியத்துவம் ஆனது ஒரு GMOஇன் பயன்பாடானது சூழலை மட்டும் பாதிக்காது, ஆனால் சமூக, பொருளாதார, அரசியல் மற்றும் கலாச்சார சூழல்களையும் பாதிக்கும் என்பதாகும். ஒழுங்குமுறை கட்டமைப்பொன்றின் அமுல்படுத்தலின் ஆரம்ப கட்டத்தில், உணவு பாதுகாப்பு, கலாச்சார ஒருங்கிணைவு மற்றும் வறுமை ஒழிப்பு என்பன தொடர்பான பொது மக்களின் கருத்து உயிர்ப்பல்வகைமையின் பயன்பாட்டினை நிலைநிறுத்துவதில் கவனத்தில் கொள்ளப்படவேண்டும். ஆகவே, இதனை நிலைநிறுத்துவதற்கு முன்னர் கட்டமைப்பினை ஆமல்படுத்துவதற்கு முன்னர் ஒரு பரந்தளவிலான பொது ஆய்கொன்று மேற்கொள்ளப்படவேண்டும். இது பொது மக்களினால் முன்வைக்கப்படும் மாற்று வழிகள் மற்றும் சந்தர்ப்பங்களையும் உள்ளடக்கியதாக இருக்க வேண்டும். இது மிக முக்கியமானது ஏனெனில், ஒழுங்குமுறை கட்டமைப்பு மற்றும் GMO தொழிநுட்பங்கள் பொது மக்களை கவனத்தில் கொள்ளாது அமுல்படுத்தப்படுமானால், அது எவ்வித மாறுதலுமின்றி பலவகையான தார்மீக, நெறிமுறை மற்றும் சமூக-பொருளாதார சிக்கல்களுக்கு இட்டுச்செல்லும். ஆகவே, GMOகள் போன்ற தொழிநுட்பங்களுக்கான தேவை தனியாக ஒழுங்குமுறைப்படுத்தும் அதிகாரசபைகளினால் மட்டுமல்லாது பொது மக்களினால் தீர்மானிக்கப்படவேண்டும் (Lim and Ching, 2009; Richardson and Razzaque, 2006).

உயிரியல்பாதுகாப்பிற்கான ஒரு ஒழுங்குமுறைப்படுத்தும் முறைமையின் அமுலாக்கம் மற்றும் அதனை தொடர்ந்த GMOகளின் ஸ்தாபனம் என்பவற்றை தொடர்ந்து ஸ்தாபிக்கப்பட்ட GMOகளின் கண்காணிப்பு செயன்முறைகளில் பொது மக்களின் பங்குபற்றல் தீவிரமாக உதவுவதாக அமையும். பொது மக்கள் தரவுளை சேகரிப்பதற்கும் அவற்றை பகுப்பாய்வு செய்வதற்கும் பயன்படுத்தப்படலாம் என்பதுடன், பொது மக்களிடமிருந்து பெறப்பட்ட தகவல்களை ஸ்தாபிக்கப்பட்ட செயன்முறைகளை மாற்றியமைப்பதற்கும் தேவையேற்படின் ஒழுங்குமுறை கட்டமைப்பு அல்லது கொள்கைகளில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவதற்கும் பயன்படுத்தப்படலாம். ஸ்தாபிக்கப்பட்ட GMOகளின் வெற்றி தொடர்பாக பொது மக்கள் பக்கசார்பான கருத்துக்களை பகிரமாட்டார்கள் என்பதால், பெற்றுக்கொள்ளப்பட்ட தரவுகள் மிகவும் சரியானதாகவும் பக்கசார்பற்றதாகவும் காணப்படும். அத்துடன், கண்காணிப்புச் செயன்முறையில் பொது மக்களின் ஈடுபாடு, கண்காணிப்பு செயன்முறையில் ஈடுபட்டிருக்கும் அரசாங்கத்தின் பொருளாதார சமையினை குறைக்கும் (Lim and Ching, 2009).

உசாத்துணைகள்:

1. Ferreira J, Borém A, Gomes W, Setotaw T, Cancado G. Biosafety and Detection of Genetically Modified Organisms 2012. 427-48 p.
2. UNESCO. The Rio declaration on environment and development. 1992.

3. Convention on access to information, public participation in decision making and access to justice in environmental matters, (1998).
4. Cartagena Protocol on Biosafety, Article 23. Public Awareness and Participation (2003).
5. United States Environmental Protection Agency. Public Participation Guide: Introduction to Public Participation 2017 [Available from: <https://www.epa.gov/international-cooperation/public-participation-guide-introduction-public-participation>].
6. Lim Li. Ching. Public Participation in Biosafety Issues 2009. Available from: <http://genok.no/wp-content/uploads/2013/04/Chapter-34.pdf>.
7. J. Richardson B, Razzaque J. Public Participation in Environmental Decision Making 2006.

சுகாதார துறையில் பரம்பரையலகு மாற்றியமைக்கப்பட்ட உற்பத்திப்பொருட்கள்

எம்.எச்.ஏ.டி. மதுஷானி

மருந்தாக்கவியல் திணைக்களம், பேராதனைப் பல்கலைக்கழகம்.

மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட உற்பத்திப்பொருட்கள் என்றவுடன் உங்களுடைய மனதில் எவ்வாறான எண்ணம் உதிக்கின்றது..?. நீங்கள் நினைக்கலாம் “அடக் கடவுளே, GM உற்பத்திப்பொருட்கள் எங்களுக்கு ஆபத்தானவை”. சில நேரங்களில் நீங்கள் கேட்கலாம் “மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட உற்பத்திப் பொருட்கள் என்றால் என்ன?. அவை சமூகத்திற்கு GMO உற்பத்திப்பொருட்களாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டவை. மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள் எனப்படுபவை, அவற்றின் மரபணுக்கள் (பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் DNA) இயற்கையான முறையில் அல்லாமல் மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள் ஆகும்.

சமூகம் GM உணவு பற்றி கலந்தரையாடுகின்றது. அவை மரபணுரீதியாக பொறியியல்படுத்தப்பட்ட உணவுகளாகவும் உயிரியல் பொறியியல்படுத்தப்பட்ட உணவுகளாகவும் காணப்படுகின்றன. சில வகையான பெறுமதி சேர்க்கப்பட்ட உணவுகள் சந்தையில் கிடைக்கப்பெறுகின்றன, அவை மரபணு தொழிநுட்பத்தை பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்பட்டவையாகும். விட்டமின் உடனான தங்க நிற அரிசி GM உணவுக்கு ஓர் உதாரணமாகும். இது ஏழைச் சிறுவர்கள் இலகுவாக போசணையை பெற்றுக்கொள்ளும் நோக்கத்திற்காக உற்பத்திசெய்யப்பட்டதாகும். எனினும், GM உற்பத்திப்பொருட்கள் ஆரோக்கியத்திற்கு நல்லதல்ல எனவும் அவை எதிர்காலத்தில் நோய்களை ஏற்படுத்தும் எனவும் சமூகத்தில் ஓர் கருத்தி நிலவிவருகின்றது. எனவேதான் மக்கள் அதனை பயன்படுத்துவதற்கு அச்சப்படுகின்றார்கள்.

உயிரியல்-பொறியியல் முறைமைகளை பயன்படுத்தி தயாரிப்பட்டுள்ள பல வகையான மருந்து பொருட்களை நாம் பயன்படுத்துகின்றோம் என்பது உங்களுக்கு தெரியுமா. தற்போதைய காலத்தில், வெல்ல நீரிழிவு நோயானது ஒரு பொதுவான நோயாக மாறிவருகின்றதுடன், பெரும்பாலான நோயாளிகளினால் இன்சலின் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. கடந்த காலங்களில் மிருகங்களின் சதையியை அரைத்து அதிலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளப்பட்ட 'போர்சின்' மற்றும் 'போவின்' இன்சலின் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தாலும் தற்போது நவீன உலகில் மனித இன்சலின் கிடைக்கப்பெறுகின்றது. மனித இன்சலின் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றது என்பதை நீங்கள் எப்போதாவது யோசித்திருக்கின்றீர்களா? மனித சதையியை அரைத்து மனித இன்சலினை பெற்றுக்கொள்வதென்பது ஒருபோதும் சாத்தியமாகாது.

மனித இன்சலின் ஆனது *Escherichia coli* எனும் பற்றீரியாவிலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றது. சாதாரண *E. coli* ஆனது இன்சலினை உற்பத்தி செய்வதில்லை ஆனால் விஞ்ஞானிகள் *E. coli* இன் DNAயை இன்சலின் உற்பத்தியை தூண்டி தொடர்ச்செய்ய உதவும் மனித பரம்பரையலகின் மூலம் மாற்றியமைத்துள்ளனர். அதனால் மரபணு ரீதியாக மாற்றியமைக்கப்பட்ட *E. coli* பற்றீரியா சாதகமான சூழல் நிபந்தனைகளின் கீழ் இன்சலினை உற்பத்தி செய்யும். இன்சலின் மட்டுமல்லாது, பிறபொருளெதிரிகள், விட்டமின்கள், நொதியங்கள் மற்றும் ஹார்மோன்கள் போன்ற வேறு சில மருத்துவ உற்பத்தி பொருட்களும் கூட மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட பற்றீரியா அல்லது ஏனைய கல கூறுகளில் இருந்து பெற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றன. குறள்நிலையமைக்கு சிகிச்சை செய்யக்கூடிய வளர்ச்சி ஹோர்மோன், கடுமையான சிறுநீரக நோய்களில் பயன்படுத்தப்படும் எரித்ரோபொயிடின் என்பனவும் இம்முறையினால் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

எனினும், இத்தயாரிப்புகளில், இறுதியாக விருப்பத்திற்குரிய உற்பத்திப்பொருளானது பயன்பாட்டுக்காக பிரித்தெடுக்கப்பட்டு சுத்திகரிக்கப்படுகின்றன. சுகாதார பாதுகாப்பில் மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட முழுமையான அங்கி உட்கொள்ளப்படுவதில்லை. மேலே குறிப்பிடப்பட்ட உற்பத்திப் பொருட்களைத் தவிர, மிக அரிதான தாவரங்களில் காணப்படும் சில உயிர்ப்பான மருந்தாக்கவியல் உள்ளடக்கங்கள் மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட தெரிவுசெய்யப்பட்ட அங்கிகள் மூலம் உற்பத்திசெய்யப்படலாம். பசுபிக் யீவ் மரத்தின் பட்டைகள் ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்பட்டு அதன் புற்றுநோயெதிர்ப்பு செயற்பாடு 1970களில் கண்டறியப்பட்டது. பசுபிக் யீவ் மரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட இவ்வியல்பினை கொண்ட சேர்வை டெக்சோல் எனப்படுவதாகும். இது ஒருபுற்றுநோயெதிர்ப்பு மருந்தாக அபிவிருத்தி செய்யப்பட்டு சிகிச்சைக்காக பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பசுபிக் யீவ் மரங்களில் இருந்து டெக்சோலை பிரித்தெடுப்பது மிகவும் சிரமமான காரியமாகும், ஏனெனில் இம்மரங்களில் டெக்சோல் உற்பத்திசெய்யப்படுவதற்கு மிக நீண்ட காலம் எடுக்கின்றது என்பதுடன் அது மரத்தின் பட்டையில் மட்டுமே காணப்படுகின்றது. விஞ்ஞானிகள் உயிரியல்-பொறியியல்

முறைகளை பயன்படுத்தியுள்ளனர், இதில் டெக்ஸோலை உற்பத்தி செய்யும் பரம்பரையலகினை பொருத்தமான கலங்களினுள் புகுத்தி டெக்ஸோலை பிரித்தெடுப்பதற்காக கலங்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன.

சுகாதாரசேவையில் மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட உற்பத்தி பொருட்களை நாம் மிகச்சரியான முறையில் பயன்படுத்துகின்றோம் என்பது வெளிப்படையான விடயமாகும். எதிர்காலத்திலும்கூட, இப்பொருட்களும் மற்றும் புதிய உற்பத்திபொருட்களும் சந்தையில் கிடைக்கப்பெறும் ஆனால் பொது மக்கள் தரம்மிக்க மற்றும் பதிவுசெய்யப்பட்ட சுகாதாரகாப்பு உற்பத்திப்பொருட்களை மட்டுமே பயன்படுத்துவதனை நிச்சயப்படுத்தவேண்டும் இல்லையெனில் உற்பத்திப்பொருட்களின் தரத்திற்கு உத்தரவாதம் வழங்கமுடியாது என்பதுடன் இது விரும்பத்தகாத விளைவுகளுக்கு இட்டுச்செல்லும். இன்சலின் அல்லது டெக்ஸோர் முறையாக சுத்திகரிக்கப்படாதபோது, இது நுகர்வோரை பாதிக்கக்கூடிய ஏனைய பதார்த்தங்களையும் கொண்டிருக்கலாம். ஆகவே உற்பத்தி செயன்முறையின்போது உற்பத்திப்பொருட்களின் தரமானது மிகவும் சரியான முறையில் கண்காணிக்கப்படவேண்டும். விதிகளும் விதிமுறைகளும் சுகாதாரத்துறையில் உள்ள GM உற்பத்திப்பொருட்களை நிச்சயப்படுத்துவதற்கு உரு வரமாக இருக்கவேண்டுமேயன்றி அவை சாபமாக இருக்கக்கூடாது.

உசாத்துணைகள்

1.Genetically modified foods- Genetic Science Learning centre-learn.genetics.utah.edu> Genetic science and society.

2.How do they make insulin from recombinant DNA –www.nlm.gov/exhibition- recombinant DNA technology.

3.Paclitaxel Production Through Plant Cell Culture: An Exciting Approach to Harnessing Biodiversity, K. Venkat - Phyton, Inc., 95 Brown Road, Ithaca, NY USA and Rutgers University, New Brunswick, NJ USA.

நோய்த்தடுப்பு முறையை நோக்கிய எமது உணவு முறைமைகள்: உண்ணக்கூடிய தடுப்பூசிகள்
தடுப்பு மருந்தேற்றலின் எதிர்காலமாகுமா?

கித்மினி சிறிதேவ பி.எச்.டி.

உயிரிசாயனவியல் மற்றும் மூலக்கூற்று உயிரியல் திணைக்களம்,

மருத்துவ பீடம், கொழும்பு

தடுப்பமருந்து எனப்படுவது ஒரு உயிரியல் தயாரிப்பாகும், இது ஒரு குறித்த நோய்க்கான எதிர்ப்புச் சக்தியை அதிகரிக்கும். இது நோயை ஏற்படுத்தும் நுண்ணங்கியை ஒத்த ஒருமுகவரை கொண்டிருக்கும் மற்றும் இது பெரும்பாலும் நுண்ணங்கியின் வலுவிழந்த அல்லது கொல்லப்பட்ட அமைப்பு, அதன் தொட்சின்கள் அல்லது அதன் யாதுமொரு மேற்பரப்பு புரதங்களில் இருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றது. ஒரு தடுப்பூசியில் காணப்படுகின்ற முகவர் கோயின் ஆபத்தாக அறிகுறிகளை ஏற்படுத்துவதற்கான வல்லமையை கொண்டிருக்காது, ஆனால் இது உடலின் நோயெதிர்ப்பு தொகுதியை நோயை ஏற்படுத்தும் நுண்ணங்கிகளை இனங்கண்டு அவற்றை அழிப்பதற்கான பிறபொருளெதிரிகளை சுரப்பதற்கு தூண்டும்.

தற்போதைய நாளில் விஞ்ஞானிகள் ஒரு அங்கியிலிருந்த இன்னொரு தொடர்பில்லாத அங்கிக்கு பரம்பரையலகுகளை மாற்றமுடியும் என்பதுடன், “மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள்” அல்லது “பரம்பரையலகு மாற்றப்பட்ட விலங்குகள்/தாவரங்கள்” எனப்படுவற்றை உற்பத்திசெய்யமுடியும்.

உண்ணக்கூடிய தடுப்பு மருந்துகளில், பரம்பரையலகுமாற்றத்திற்குட்பட்ட தாவரங்கள் தடுப்பு மருந்து உற்பத்தியாக்கும் தொகுதிகளாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பற்றீரியா மற்றும் வைரசு போன்ற நோயாக்கிகளின் பிறபொருள்களை குறியீட்டும் பரம்பரையலகுகள் தாவரங்களில் அவை தமக்குறிய நோயெதிர்ப்பு இயல்புகளை கொண்டிருக்கும் வகையில் வெளிப்படுத்தப்படலாம். எனினும், அவை தொற்றுதலை ஏற்படுத்துவதற்கான வழிமுறையை கொண்டிருக்காது என்பதால் பாதுகாப்பு நிச்சயப்படுத்தப்படுகின்றது.

தடுப்பமருந்துகளை (பிறபொருளெதிரியான புரதங்கள்) கொண்டுள்ள இவ்வாறான தாவரங்களை உட்கொள்ளும்போது, தாவரக்கலங்களின் வன்மையான வெளிச்சுவர் பிறபொருள்களுக்கு தற்காலிகமானதொரு கவசமாக நிச்சயம் தொழிற்படும் என்பதுடன், அது அவற்றை இரைப்பை சுரப்புகளில் இருந்து ஒப்பீட்டளவில் பாதுகாக்கக்கூடியதாக இருக்கும். இச்சுவர்கள் இறுதியில் சிறுகுடலில் உடைய ஆரம்பித்தவுடன், கலங்கள் தமது பிபொருளெதிரி சரக்குகளை குருதிகற்றோட்டத்தினுள் படிப்படியாக விடுவித்துநோய்களுக்கு எதிரான எதிர்ப்புச்சக்தியை அளிக்கின்றது.

அபிவிருத்தியடைந்துவரும் நாடுகளில் மிகச்செறிவாக வளர்க்கப்படும் வாழை, உருளைக்கிழங்கு, கீரைவகை, அரிசி, கோதுமை, சோயா அவரை மற்றும் சோளம் போன்றன உட்பட்ட தாவரங்கள் உண்ணக்கூடிய தடுப்புமருந்துகளை உற்பத்தி செய்வதில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முதலாவது மனித சிகிச்சை மாதிரி வெள்ளோட்டம் 1997 இல் நடாத்தப்பட்டது, *E.coli* பற்றீரியாவிலிருந்து வரும் தொட்சினுக்கு எதிரான ஒரு தடுப்புமருந்து உருளைக்கிழங்கில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. இந்த மரபணு மாற்றப்பட்ட உருளைக்கிழங்கினை உட்கொள்ளுவது பாதரதாரமான பாதிப்பு எதுவுமின்றி திருப்திகரமான நோயெதிர்ப்பு தன்மையை விளைவாக தந்தது. உண்ணக்கூடிய தடுப்புமருந்துகள் தற்போது ஹெப்படைட்டிஸ் பி வைரசு, ரேபிஸ் வைரசு, சுவாசத்தொகுதி சின்சிட்டியல் வைரசு, சின்னமுத்து வைரசு மற்றும் நோர்வோல்க் வைரசு என்னபவற்றுக்கு அபிவிருத்தி செய்யப்படுகின்றது. தற்போது இவ் உண்ணக்கூடிய தடுப்புமருந்துகள் பல்வேறு மிருகங்களில் ஆய்வுகளின் கீழ் உள்ளது. இவற்றுள் ஒரு சில தடுப்பு மருந்துகள் மனிதனில் அதன் திறனை சோதிப்பதற்காக பரிசோதிக்கப்பட்டும் உள்ளன.

உண்ணக்கூடிய தடுப்புமருந்துகள் பல காரணங்களுக்காக கவர்ச்சிகரமானதாக உள்ளன. தடுப்புமருந்தானது நேரடியாக உட்கொள்ளப்படலாம், மற்றும் உற்பத்தியானது தேவையேற்படும்போது சடுதியாக படியுயர்த்தப்படலாம் என்பதால் இவ் தடுப்புமருந்துகளின் உற்பத்தி மற்றும் மருந்தேற்றலுடன் தொடர்புடைய செலவுகள் மிக குறைவாகும். ஒரு உண்ணக்கூடிய தடுப்புமருந்து அபிவிருத்தியடைந்தவரும் நாடுகளில் அதிக எண்ணிக்கையான நபர்களை சென்றடையும் சாத்தியம் உள்ளது, ஏனெனில் இவை உள்ளூரிலேயே உற்பத்திசெய்யப்படலாம் என்பதுடன் விசேடமான களஞ்சிய வசதிகளின் தேவை எதுவும் ஏற்படாது. இங்கு சிரின்சுகள் மற்றும் ஊசிகள் பயன்படுத்தப்படாது என்பதால், தொற்றகற்றல் மேற்கொள்ளாததன் காரணமாக தொற்றுதல் ஏற்படுவதற்கான சாத்தியங்களும் குறைவாகும்.

எனினும், உண்ணக்கூடிய தடுப்புமருந்துகளுக்கான நீண்ட கால தாக்கங்கள் இன்னும் தீர்மானிக்கப்படவேண்டியுள்ளன. பாதுகாப்பிற்கான பிரதான விடயங்களாக அமைவது தாவரங்கள்/பயிர்கள் (உணவு) குறுக்கு மகரந்தச்சேர்க்கை மற்றும் பரம்பரையலகு பரிமாற்றத்திற்கு உட்பட்ட தாவர மீதிகளினால் உயிர்மருந்தாக்கப் பதார்த்தங்கள் சூழலுக்கு விடுவிக்கப்படுதல் என்பவற்றினால் மாசாக்கப்படுவதாகும்.

ஆகவே, பரம்பரையலகு பரிமாற்றத்திற்குட்பட்ட தாவரங்களில் உள்ள உண்ணக்கூடிய தடுப்பு மருந்துகள் உயிரியல்பாதுகாப்பிற்காக இழையவளர்ப்பு ஆய்வுகூடம், வளர்ப்பு கூடங்கள் அல்லது உயிர்ப்பாதுகாப்பு பச்சைவீடுகள் என்பவற்றுக்கு கடுமையாக மட்டுப்படுத்தப்படவேண்டும்.

அதனால், இது எதிரகால தடுப்புமருந்தாக காணப்பட்டாலும், ஒரு உண்ணக்கூடிய தடுப்புமருந்து நடைமுறைச்சாத்தியமாவதற்கு முன்னால் இன்னும் சில சவால்களில் இருந்து மீளவேண்டிய தேவையுள்ளது.

பரம்பரையலகு பொறியியல்: நவீன மருத்துவத்தில் ஒரு லாவகமான கருவி

கலாநிதி மயூரி நாபாகோட

உயிரிரசாயனவியல் திணைக்களம், மருத்துவ பீடம், றுகுணு பல்கலைக்கழகம்

பரம்பரையலகு கையாளுதல் என்பது 20ம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் ஒரு விஞ்ஞான புனைகதையாகவே காணப்பட்டது, ஆனால் கடந்த சில தசாப்தங்களில் பரம்பரையலகு குளொனிங் தொழிற்நுட்பத்தின் அபிவிருத்தி மற்றும் பரம்பரையலகுகளை மாற்றியமைப்பதுடன் அவற்றை உயிருள்ள கலங்களுக்குள் மீண்டும் செலுத்தக்கூடியளவிலான அதிநவீன உபகரணங்களின் கண்டுபிடிப்பு என்பவற்றுடன் இது ஒரு சாத்தியமான விடயமாக மாறியுள்ளது. “மரபணு பொறியியல்” அல்லது “மீளச்சேர்க்கையடைந்த DNA தொழிநுட்பம்” எனும் பதங்கள் மேலுள்ள அனுகுமுறையினை விபரிப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படுவதுடன் அது மருத்துவ நோயறிதல், முன்கணிப்பு, மற்றும் சிகிச்சைகள் என்பவற்றில் நேரடியான பிரயோகம் காரணமாக நவீன மருத்துவத்தில் ஒரு பாரிய புரட்சியை ஏற்படுத்தியுள்ளது

மீளச்சேர்க்கையடைந்த DNA மூலக்கூறு ஒன்றின் நிர்மாணமானது, மட்டுப்படுத்தப்பட்ட அக-நியுக்கிளியேசு நொதியங்கள் மூலம் DNA இன் தனித்துவமான பிளவு, மற்றும் விருப்பத்திற்குரிய DNA துண்டங்களை காவிகளினுள், வழமையாக பற்றீரியா பிளாஸ்மிட் போன்ற தானாக இரட்டிப்படையக்கூடிய சிறிய DNA மூலக்கூறுகளினுள் செலுத்துதல் என்பவற்றை உள்ளடக்கும். இம் மீளச்சேர்க்கையடைந்த காவி இப்போது பற்றீரியா விருந்துவழங்கியினுள் சேர்க்கப்படும், இது நிலைமாற்றம் என்ற செயன்முறையினூடாக மேற்கொள்ளப்படும், இறுதியாக விருந்து வழங்கியில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட பரம்பரையலகினை வெளிக்காட்டும். அதனால் இது பற்றீரியா போன்ற நுண்ணங்கிகளை வர்த்தக மட்டத்தில் மருந்து பொருட்களை உற்பத்திசெய்வதற்கான உயிரியல்-தாக்கத்தொகுதிகளாக மாற்றியமைத்துள்ளது.

முதலாவது பரம்பரையலகு பொறியியலுக்குட்படுத்தப்பட்ட மருந்தாக்கவியல் உற்பத்தியானது மனித இன்சலின் (‘ஹியுமியுலின்’ எனவும் அறியப்படுகின்றது), 1982 இல் ஐக்கிய அமெரிக்க உணவு மற்றும் மருந்து முகாமைத்துவத்தினால் (FDA) அனுமதிக்கப்பட்டது. இது அரை நூற்றாண்டுக்கும் மேலாக நீரிழிவு நோயாளிகளுக்கு சிகிச்சை அளிப்பதற்காக பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த ‘போவின்’ மற்றும் ‘போர்சின்’ இன்சலினை வெற்றிகரமாக பிரதியீடு செய்தது. ‘ஹியுமியுலின்’ ஆனது இன்சலினுக்கான பரம்பரையலகினை பொருத்தமான காவியினுள் உட்புகுத்தி அதனைத்தொடர்ந்து மீளச்சேர்வடைந்த காவியை, மனிதனின் சமிபாட்டுத்தொகுதியினுள் இயற்கையாக வாழ்கின்ற *Escherichia coli* இனுள் அறிமுகப்படுத்தி அதனை

இன்சுலினின் மரபணு பொறியியலாக்கத்தில் ஒரு “தொழிற்சாலையாக” செயற்படச்செய்து உற்பத்தியாக்கப்படுகின்றது. பல எண்ணிக்கையான சிகிச்சைக்குறிய புரதங்கள் பரம்பரையலகுமாற்றியமைக்கப்பட்ட தாவரங்களில் உற்பத்தி செய்யப்படுவதுடன், அவற்றில் சில முன்-சிகிச்சைக்குறிய அல்லது சிகிச்சைக்குறிய முன்ஆய்வுகளில் காணப்படுவதுடன் அவை வர்த்தகமயமாக்கலை நெருங்கியுள்ளன.

உயிரியல் மருந்தாக்கப்பொருள் உற்பத்தியில் மீளச்சேர்க்கை DNA தொழிநுட்பத்தின் மற்றுமொரு ஆரம்பகால பிரயோகமாக அமைவது முன்னர் உயிரற்ற மனித உடலில் இருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு மருந்தினை பிதியிடும் வகையில் மனித வளர்ச்சி ஹோர்மோனை உற்பத்தி செய்தது ஆகும். 1986 இல், FDA ஆனது முதலாவது மரபணு பொறியியல் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ஹெப்படைட்டிஸ் பி ற்கான தடுப்பு மருந்தினை அனுமதித்தது. மருத்துவத்தில் இத்தொழிநுட்பத்தின் ஆரம்பகட்ட பிரயோகங்கள் தொடங்கி, மரபணு பொறியியலின் பயன்பாடு கல்சிடோனின், பராதைரொயிட் ஹோர்மோன், குளுக்கோன்கள், இன்ட்பெரோன்கள், இன்டர்லியூக்கின்கள், பளிங்குருகல காலனி தூண்டும் காரணி, பிளாஸ்மினோஜன் உயிர்ப்பாக்கி மற்றும் மனித பெப்பிரோமா வைரசுக்கு எதிரான தடுப்புமருந்து போன்ற பல மருந்துகள் மற்றும் தடுப்புமருந்துகளை வழங்கும் அளவிற்கு விரிவடைந்துள்ளது (Shivanand and Noopur, 2010). நுண்ணங்கிகளின் பயன்பாட்டுக்கு மேலதிகமாக, மனித சிகிச்சைக்குறிய புரதங்களின் உற்பத்திக்காக தாவரங்களின் பயன்பாடு, உலகளாவிய கவனத்தை ஈர்த்துள்ளது. பல எண்ணிக்கையான சிகிச்சைக்குறிய புரதங்கள் மரபணு மாற்றப்பட்ட தாவரங்களில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுக்கொண்டிருக்கின்றன, இவற்றுள் சில சிகிச்சைக்கு முன்னரான அல்லது சிகிச்சைக்குறிய முன்னோட்ட ஆய்வுகளில் உள்ளதுடன் வர்த்தகமயமாக்கலையும் நெருங்கியுள்ளன. உதாரணமாக, புகையிலையிலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளப்பட்ட பிறபொருளெதிரிகள் 2014 இல் ஆபிரிக்காவில் ஏற்பட்ட எபோலா வைரசு தாக்கத்தினை கட்டுப்படுத்துவதற்கு சோதிக்கப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டன. அதேபோல, மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட புகையிலையில் உற்பத்திசெய்யப்பட்ட மரபணு பொறியியலுக்குட்படுத்தப்பட்ட இமியுனோயெதசின் மத்திய கிழக்கு சுவாச அறிகுறி கொரோனோ வைரசுக்கு (MERS-CoV) மிகவும் வன்மையான இணைப்பை வெளிப்படுத்தியது, அதனால் வைரசு நுரையீரல்களை தொற்றுவதிலிருந்து தடுத்தது.

நொதியம், எலிலைசோ ஆனது (டெலிகுளுசெரேஸ் அல்பா) காரட் கலங்களை பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படுவதுடன் கோச்சர் நோய்க்காக (Yao *et al*, 2015) வயது வந்தவர்களில் சிகிச்சைக்காக மனிதனில் பயன்படுத்தப்படுவதை FDA ஆனது அனுமதித்தது. இச்சான்றுகள் மூலம் மனித மருந்தாக்கவியல் புரதங்களை பாரிய அளவில், குறைந்த செலவில் உற்பத்தி செய்வதில் தாவரங்கள் நிச்சயப்படுத்தப்படக்கூடிய ஒரு மூலமாக பயன்படுத்தப்படலாம் என்பதை உறுதிப்படுத்துகின்றது.

1980களின் பிற்பகுதியில், பொலிமரேசு சங்கிலித் தாக்கம் (PCR) எனும் மாற்றுத் தொழிநுட்பம் ஒன்று உயிர்வாழும் பற்றீரியா அல்லது ஏனைய கலங்கள் இன்றி குறுகிய காலப்பகுதியில் பில்லியன் மடங்கு கூடுதலாக DNAஇன் பெருக்கமடையச்செய்வதற்கு அபிவிருத்தி செய்யப்பட்டது. PCR ஆனது கடந்த அண்மைக் காலங்களில் மருத்துவ நோயறிதல் மற்றும் குற்றவியல் மருத்துவம் ஆகிய துறைகளில் புதியதொரு புரட்சியை ஏற்படுத்தியுள்ளது எனலாம். PCR மூலம் DNA இன் அற்புதமான பெருக்கமானது மிகச்சிறிய DNA மாதிரியிலிருந்து நோய்க்குறிய பரம்பரையலகுகளை பகுப்பாய்வு செய்வதற்கான சாத்தியத்தை உறுவாக்குகின்றன: உதாரணமாக, பாரம்பரிய நோய்களுக்குறிய தனித்துவமான பரம்பரையலகுகள் காணப்படுகின்றதா என அறிவதற்கு அம்னியன் பாய்மத்திலிருந்து மகவின் ஒரு சிறிய அளவிலான கலங்களே தேவைப்படுகின்றன. மறுபக்கத்தில், PCR ஆனது நுண்ணுயிரினவியல், வைரசுவியல், ஒட்டுண்ணியியல் மற்றும் பல்மருத்துவவியல் என்பவற்றில் இனை கண்டறிவதற்கும், ஹெப்படைட்டிஸ் பி வைரசு, இன்புளுவென்சா ஏ எச்1என்1 வைரசு, பார்வோ வைரசு பி19 (Valones *et al*, 2009; Boehm, 1989) போன்ற தொற்றுதலையக்கூடிய நோய்களை அறிந்துகொள்வதற்கான ஒரு லாவகமான கருவியாக தற்போது பரிணமித்து வருகின்றதுடன், இத்தொழிநுட்பமானது இலங்கையிலும் கூட தற்போது பிரயோகிக்கப்பட்டு வருகின்றது.

மருத்துவத்தின் தற்போதைய யுகத்தில், பரம்பரையலகு சிகிச்சையானது உயிர்க்கு ஆபத்தை ஏற்படுத்தும் பரம்பரைரீதியான ஒழுங்கீனங்களுக்கான சிகிச்சை முறைமையாக வளர்ந்த வருகின்றது. இத்தொழிநுட்பமானது உர தனிநபருடைய கலத்தினுள் மற்றும் இழையத்தினுள் தொழிற்படும் நிலையிலுள்ள குறைபாடுடைய விகாரமடைந்த எதிருரு ஒன்றினை பிரதியீடு செய்யும் வகையில் பரம்பரையலகுகளை உட்புகுத்தவதனை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். பரம்பரையலகு சிகிச்சையினை பெற்றுக்கொண்ட முதலாவது மனிதன் கடஐமயான ஒன்றிணைந்த எதிர்ப்புசக்தி-குறைபாட்டு நோயை கொண்ட நான்கு வயதுடைய இலங்கையை பூர்வீகமாக கொண்ட ஒரு பெண் குழந்தையாகும். 1990இல் ஏற்பட்ட இவ் வெற்றிகரமான கதைக்கு பின்னர், பரம்பரையலகு சிகிச்சையானது குறிப்பிடத்தக்களவு வளர்ச்சி கண்டுள்ளதுடன் சிஸ்டிக் பைப்ரோசிஸ், அரிவாளுரு குருதி நோய், தசைநார் அழிவு (Herzog, Cao, Srivastava, 2010; Keeler, Mallah, Flotte, 2017) போன்ற நோய்களை உடைய நோயாளிகளுக்கு சில நம்பிக்கைகளையும் ஏற்படுத்துகின்றது என தெரிகின்றது. கடந்த சில வருடங்களில், பல எண்ணிக்கையான பரம்பரையலகு சிகிச்சை உற்பத்திப்பொருட்கள் சந்தைக்கு சேர்க்கப்பட்டுள்ளதுடன் குறிப்பிடத்தக்களவு வெற்றியையும் வெளிக்காட்டியுள்ளன. USA இல் அனுமதிக்கப்பட்ட முதலாவது அடினோ சேர்க்கப்பட்ட வைரசு (AAV) காவி பரம்பரையலகு சிகிச்சை உற்பத்திப்பொருள் 2017 நவம்பரில் “லக்ஸ்டர்னா” எனும் பெயரில் பரம்பரையியல் ரீதியாக கடத்தப்படும் விழித்திரை அழிவு (<http://ir.sparktx.com> 2017) நோய்கு சிகிச்சையழிப்பதற்காக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. அதனால், அண்மைய எதிர்காலத்தில் அதிக எண்ணிக்கையான நெறிமுறைகள் ஒரு சில கடைசியான அல்லது கடுமையான அங்கவீனத்தை

எற்படுத்தக்கூடிய நிலைமைகளை குணப்படுத்தவதற்கு வெளிக்கொணரப்படும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட சான்றுகளில் இருந்து, மரபணு பொறியியல் கரவிகள் காரணமாக மருத்துவத்தில் புதியதோர் யுகம் உதயமாகியுள்ளது என்பதை சந்தேகமின்ற நி்ருபிக்கப்பட்டுள்ளது. இத்துறையில் ஏற்படும் சடுதியான வளர்ச்சியுடன் சமாந்தரமாக, இதன் நேர் மற்றும் மறையான இயல்புகள் தெளிவாக அடையாளம் காணப்படவேண்டும் என்பதுடன், இதன் அமுலாக்கம் தொடர்பான தர்மரீதியான மற்றும் சட்டரீதியான சிக்கல்கள் அடையாளப்படுத்தப்படவேண்டியுள்ளது (Alexander 2003). அப்பொது மட்டுமே இது மனிதனுக்கு எண்ணற்ற பயன்களை கொண்டுவர முடியுமானதாக இருக்கும்.

உசாத்துணைகள்:

1. Shivanand, P., Noopur, S. (2010) . Recombinant DNA technology: Applications in the field of biotechnology and crime sciences. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 1(1), 43-49
2. Yao, J, Weng, Y, Dickey, A, Wang, K.Y. (2015). Plants as Factories for Human Pharmaceuticals: Applications and Challenges. International Journal of Molecular Sciences, 16, 28549–28565
3. Valones, M. A. A., Guimarães, R. L., Brandão, L. A. C., de Souza, P. R. E., Carvalho, A., Crovela, S. (2009). Principles and applications of polymerase chain reaction in medical diagnostic fields: A review. Brazilian Journal of Microbiology, 40(1),1-11
4. Boehm, C.D. (1989). Use of polymerase chain reaction for diagnosis of inherited disorders. Clinical Chemistry 35(9):1843-1848
5. Herzog, R. W., Cao, O., Srivastava, A. (2010). Two decades of clinical gene therapy - Success is finally mounting. Discovery Medicine, 9(45),105–111.
6. Keeler, A.M., Mallah, M.K.E.I., Flotte, T.R. (2017). Gene therapy 2017: Progress and future directions. Clinical and Translational Science,10 (4),242–248
7. <http://ir.sparktx.com/news-releases/news-release-details/fda-approves-spark-therapeutics-luxturna-tm-voretigene-neparvove>. Accessed on 28.12.2017
8. Alexander, D.R. (2003). Uses and abuses of genetic engineering. Postgraduate Medical Journal, 79, 249-251

GM பயிர்களில் RNA குறுக்கீடு மற்றும் உயிரியல் பாதுகாப்பு

கலாநிதி எச்.ஹேரத்

தாரவியல் திணைக்களம், விஞ்ஞான பீடம், களனி பல்கலைக்கழகம், இலங்கை.

RNA குறுக்கீடு (RNAi) எனப்படுவது இரட்டை இழை RNAக்கான (dsRNA) துலங்குதலில் தூண்டப்படும் தனித்துவமான பரம்பரையலகு-தொடர் அடக்குதலில் ஒரு இயற்கையான உயிரியல் பொறிமுறையாகும். dsRNA ஆனது ஆர்என்ஏசு III நொதியங்கள் டைசர் மற்றும் ட்ரோசா என்பவற்றினால் சிறிய குறுக்கீடும் RNA களாக (siRNA) மாற்றப்படும். siRNAகள் RNA -தூண்டப்பட்ட அமைதியாக்கும் கூட்டு (RISC) மூலம் பின்னல் அகற்றப்பட்டு தனியிழை siRNA கள் அதற்கு பொருந்தக்கூடிய mRNA உடன் கலப்பிற்கு உட்படுகின்றன. இலக்குக்குரிய mRNA இன் RISCஇல் RNase எச் நொதியம் மூலமான நியூக்கிளியோலைட்டிக் அமைப்பழிவு பரம்பரையலகு அமைதியாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றது.

உயிர்வாழும் கலங்களில், வைரசு தொற்றுதலில் நடைபெறுவதைப்போல dsRNA ஆனது RNAஇல் தங்கியுள்ள RNA பல்குதியாக்கத்தின் மூலம் உற்பத்திசெய்யப்படலாம். டிரான்ஸ்போசோன்கள் போன்ற மீளமீள தோன்றும் தொடர்களில் இருந்து வரும் பிரதிகள் மற்றும் ஒப்புமையுடைய தலைகீழான மீளத்தோன்றுபவைகளை கொண்டுள்ள மடிந்து dsRNA கொண்டைஊசி வளைவுகளை தோற்றுவிக்கக்கூடிய அகத்திற்குரிய பிரதிகள் கலப்பினால் உற்பத்திசெய்யப்படும் dsRNA ஆனது, mRNA இன் அமைப்பழிவுக்கு இட்டுச்செல்லும். நீண்ட dsRNAகள், siRNAகள் என்பவற்றின் அறிமுகம் அல்லது வெளிப்படுத்தும் கொண்டைஊசி வளைவு RNAகளின் நிர்மாணமானது, வளர்த்தெடுக்கப்பட்ட கலங்கள் மற்றும் *Caenorhabditis elegans* போன்ற உயிருள்ள அங்கிகளில் மரபணுக்களின் வெளிப்படுத்தலை உயிர்ப்பற்றதாக்குவதற்காகவும் பயன்படுத்தப்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன.

உயர்தரமான தொடர் தனித்துவம் RNAiஇன் பிரதான அனுகூலமாகும். ஆகவே, RNAi ஆனது மரபணுக்களின் தொழிற்பாட்டின் பரம்பரையலகு பொருட்களை கண்டறிவதற்காக, வைரசு தொற்றல் மற்றும் புற்றுநோய் என்பவற்றுக்கான சிகிச்சைகளை விருத்திசெய்தல் மற்றும் விவசாயத்தில் மிகவும் சக்திவாய்ந்த வெளிக்கொணரும் கருவியாகும். நோயாக்கிகளுக்கான பயிர் எதிர்ப்பானது, தாவரத்திற்கு ஏதும் சேதத்தை ஏற்படுத்தாமல் தாவர அகத்தினுள் இலக்காக அமையும் பரம்பரையலகுகள் இல்லாத நிலையில், நோயாக்கிகளில் மரணத்தை விளைவிக்கும் அல்லது மிகக்கடுமையான சேதத்தை ஏற்படுத்தும் RNA தலையீட்டை தூண்டக்கூடிய ஒரு நோயாக்கியின் ஒரு பரம்பரையலகினை இலக்கு வைத்து ஒரு இரட்டை இழை RNAஐ செலுத்துவதன் மூலம் ஒரு தாவரத்தினால் அடையப்படலாம்.

RNAi ஆனது GM பயிர்களுக்கான பொது மக்களின் ஏற்றுக்கொள்ளும் மனப்பாங்கை மேம்படுத்தும் சாத்தியக்கூறுகளை கொண்டுள்ளது. இது ஏனெனில் dsRNA ஆனது புதியதொரு தொழிற்படும் புரதமொன்றிற்கான செய்தியை குறியீடாக கொண்டிருக்காது என்பதுடன், அதற்கு பதிலாக, அது இலக்கு பரம்பரையலகின் வெளிப்படுத்தலை குறைக்கின்றது. ஆகவே, RNAi-ஊடகமாககொண்ட தடையில், இலக்கில்லாத பாதிப்புகள் உயர்தர தனித்துவமான மரபணு மாற்றப்பட்ட *Bacillus*

thuringiensis (Bt) இன் β-அகத்தொட்சின்கள் புரதங்களில், இவற்றுள் சில ஏற்கனவே சில பயிர்களில் பூச்சிகளை கட்டுப்படுத்த பரந்தளவில் ஈடுபடுத்தப்பட்டுள்ளது, போல் அல்லாது குறைவாகவே காணப்படவேண்டும். இதற்கு மேலதிகமாக, dsRNA ஆனது மனித உணவிற்கு ஒரு புதிதான விடயமல்ல. RNAi தொழினுட்பத்தில் பயன்படுத்தப்படும் அதே மாதிரியான மூலக்கூறுகளை உற்பத்திசெய்யும், வைரசு தொற்றுதலுக்குள்ளான பயிர்கள், பொதுவாக உட்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. தாவரத்தில் உணவூட்டும் இலக்கில்லாத இனங்கள், தாவர மற்றும் விலங்கு இராச்சியங்களில் உச்சபட்சமாக பாதுகாக்கப்பட்டுள்ள இலக்கிற்குரிய பரம்பரையலகுகளை தவிர்ப்பதன் மூலம் இலக்கற்ற இனங்களினால் உட்கொள்ளப்பட்டால் பாதிப்பு எதனையும் கொண்டிருக்காத வகையில் dsRNA ஐ பயன்படுத்துவது மூலம் பாதுகாக்கப்படலாம். மனிதன் மற்றும் விலங்குகளினால் உட்கொள்ளப்படாத இழையங்களினுள் மட்டுமே உயிர்ப்பாக காணப்படும் ஊக்குவிப்பான்களை பயன்படுத்துவதன் மூலம் dsRNA ஐ செலுத்துதல் ஆனது உயிரியல்பாதுகாப்பினை வழங்கலாம். மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட வேர்த்தொகுதிகளை மரபணு மாற்றியமைக்கப்படாத ஓட்டுக்கட்டைகளில் பதிப்பதன் மூலம் அல்லது மறுபக்கமாக செய்தல் மூலம் ஆபத்தான காரணிகள் குறைக்கப்படலாம்.

அரிசி மணிகளில் மனிதன் மற்றும் பல விலங்கு பரம்பரையலகுத்தொகுதிகளின் பகுதிகளின் தொடரை ஒத்திருக்கும் பல சிறிய RNAக்கள் காணப்படுவதானது (Heisel *et al.*, 2008) மனிதன் மற்றும் ஏனைய விலங்குகளினால் பல நெடுங்காலமாக RNAகளின் பாதுகாப்பான நுகர்வு நடைபெற்றிருக்கின்றது எனும் எண்ணத்திற்கு மேலும் வலுசேர்க்கின்றது. நியூக்கிளிக் அமிலங்கள் எல்லா தாவர மற்றும் விலங்குகளுடன் தொடர்புடைய உணவுகளிலும் காணப்படுகின்ற இயற்கையான சேர்வைகளாக காணப்படுவதுடன் இவை பாதுகாப்பான உட்கொள்ளுதலின் நீண்ட கால வரலாற்றையும் கொண்டுள்ளன. உணவிலிருந்து நியூக்கிளிக் அமிலங்கள் கலங்களினுள் உள்ளெடுக்கப்படுவதற்கும் மற்றும் இவற்றின் விரைவான அவசேபம் மற்றும்/அல்லது கழிவுகற்றல் என்பவற்றுக்கான உயிரியல் தடைகள் (வாய்க்குழியில் உமிழ்நீர் RNAக்கள், இரைப்பையில் அமில pH மற்றும் சமிபாட்டு நொதியங்கள் மற்றும் கலத்தகநுண்ணுடல்கள் மற்றும் லைசோசோம் பகுப்பு போன்ற) இங்கு காணப்படுகின்றன. ஆகவே RNA-ஊடகமாக்கப்பட்ட பரம்பரையலகு சீராக்கம் பயன்படுத்தப்பட்ட பயிர்கள் மனித மற்றும் மிருகங்களின் உட்கொள்ளுகைக்கு பாதுகாப்பானது என பரிந்துரைக்கலாம் (Petrick *et al.*, 2013).

உசாத்துணைகள்:

1. Bakhetia, M., Charlton, W. L., Urwin, P. E., McPherson, M. J., & Atkinson, H. J. (2005). RNA interference and plant parasitic nematodes. *Trends in Plant Science*, 10(8), 362-367. doi:10.1016/j.tplants.2005.06.007
2. Casacuberta, J. M., Devos, Y., Du Jardin, P., Ramon, M., Vaucheret, H., & Nogue, F. (2015). Biotechnological uses of RNAi in plants: risk assessment considerations. *Trends in biotechnology*, 33(3), 145-147.

3. Elbashir, S. M., Harborth, J., Lendeckel, W., Yalcin, A., Weber, K., & Tuschl, T. (2001). Duplexes of 21-nucleotide RNAs mediate RNA interference in cultured mammalian cells. *Nature*, 411(6836), 494-498. doi:10.1038/35078107
4. Fire, A., Xu, S., Montgomery, M. K., Kostas, S. A., Driver, S. E., & Mello, C. C. (1998). Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*. *Nature*, 391(6669), 806-811. doi:10.1038/35888
5. Fosu-Nyarko, J., & Jones, M. G. (2015). Chapter fourteen-Application of biotechnology for nematode control in crop plants. *Advances in Botanical Research*, 73, 339-376. doi:10.1016/bs.abr.2014.12.012
6. Heisel, S. E., Zhang, Y., Allen, E., Guo, L., Reynolds, T. L., Yang, X., ... & Roberts, J. K. (2008). Characterization of unique small RNA populations from rice grain. *PLoS One*, 3(8), e2871. doi.org/10.1371/journal.pone.0002871
7. Lilley, C. J., Urwin, P. E., Johnston, K. A., & Atkinson, H. J. (2004). Preferential expression of a plant cystatin at nematode feeding sites confers resistance to *Meloidogyne incognita* and *Globodera pallida*. *Plant Biotechnology Journal*, 2(1), 3-12. doi: 10.1046/j.1467-7652.2003.00037.x
8. Meister, G., & Tuschl, T. (2004). Mechanisms of gene silencing by double-stranded RNA. *Nature*, 431(7006), 343-349. doi:10.1038/nature02873
9. Petrick, J. S., Brower-Toland, B., Jackson, A. L., & Kier, L. D. (2013). Safety assessment of food and feed from biotechnology-derived crops employing RNA-mediated gene regulation to achieve desired traits: a scientific review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 66(2), 167-176. doi.org/10.1016/j.yrtph.2013.03.008
10. Tan, J. A. C., Jones, M. G. K., & Fosu-Nyarko, J. (2013). Gene silencing in root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) significantly reduces reproduction in a plant host. *Experimental Parasitology*, 133(2), 166-178. doi:10.1016/j.exppara.2012.11.011

GMO, விவசாயம் மற்றும் உயிரியல்பாதுகாப்பு

வி.என்.டி. புளத்சிங்களாகே
தாவர பாதுகாப்பிற்கான சபை
விவசாய பட்டப்பின்பிப்பு நிறுவனம்
பேராதனைப் பல்கலைக்கழகம்
பேராதனை.

விவசாயம் எனப்படுவது மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள் (GMOs) சக்திவாய்ந்த உயிர்த்தொழிநுட்பவியல் கருவியாக பயன்படுத்தி தற்போது வளர்ந்து வரும் உலகளாவிய ரீதியான சவால்களுக்கு முகம்கொடுப்பதற்கான சக்திவாய்ந்த துறைகளுள் ஒன்றாகும். தற்கால விவசாயத்துறையினரால் எதிர்கொள்ளப்படும் மிகப்பாரிய சவால்களில் ஒன்று காலநிலை மாற்றத்தினால் ஏற்படும் பாதிப்புகள் உட்பட உயிரியல் மற்றும் உயிரியலற்ற அச்சுறுத்தல்களுக்கு புறம்பாக தொடர்ச்சியாக வளர்ந்துவரும் சனத்தொகைக்கு போதுமானளவு போசணைமிக்க உணவை வழங்குவதாகும்.

இதனை முடிவுக்கு கொண்டு வருவதற்கு, GMO கள் சக்தி வாய்ந்த ஒரு ஆயுதமாக மாறி வருகின்றது. எனினும், GMO களின் பயன்பாடுகளின் பாதுகாப்பு மற்றும் தர்மநெறியின் பெறுமதி என்பது பொது மக்கள் மத்தியில் ஒரு பிரச்சினையான விடயமாகும். அண்மைய கடந்த காலங்களில், விஞ்ஞானிகள் தற்கால உலகின் வளர்ந்தவரும் தேவைகளை பூர்த்தி செய்வதற்கு சிறப்பான அறுவடை மற்றும் உயர்ந்த தரமுடைய உணவு பொருட்களை தருகின்ற GM பயிர்கள் மற்றும் GM மிருகங்களை உற்பத்தி செய்வதில் வெற்றிகண்டிருக்கின்றார்கள். மேலதிகமாக, GMOகள் பீடைகள் மற்றும் நோய்களுக்கு உயர் எதிர்ப்புடைய மற்றும் காலநிலை மாற்றத்தினால் செலுத்தப்படும் பல எண்ணிக்கையான உயிரியலற்ற அழுத்தங்கள் மற்றும் மனிதநடவடிக்கையினாலான தகாதநடவடிக்கைகள் தாங்கி வளரக்கூடிய பயிர்களை உற்பத்திசெய்வதற்கு பயன்படுத்தப்படலாம். உணவு உற்பத்திப்பொருட்களின் போசணைரீதியான மற்றும் சேதன இயல்புகளை மேம்படுத்துவதும் கூட இவ் அதிசயமான கருவியின் மூலமாக மேற்கொள்ளக்கூடிய அபூர்வசெயலாகும். ஆகவே, GMOகள் ஆபத்தான விவசாய இரசாயனங்களின் கடுமையான பயன்பாடு மற்றும் விவசாய இரசாயனங்களின் முறையற்ற பாவணையினால் ஏற்படக்கூடிய சூழல் மற்றும் சுகாதார ஆபத்துக்களை களைவதற்கான திறனுள்ள ஒரு மாற்றுவழியாக மாறும் அதேவேளை உலகின் பட்டினி மற்றும் போசணைக்குறைபாடு என்பவற்றை முற்றாகவே அகற்ற உதவுகின்றன. இவை எல்லாவற்றுக்கும் மேலாக, சில விவசாய GMOகள் உணவு உற்பத்தியின் செலவினை குறைக்கும் வகையில் அபிவிருத்தி செய்யப்படலாம் என்பதுடன், அவை மருத்தவ பயன்பாடுகள், சிறந்த அலங்கார பெறுமதிகள் மற்றும் மற்றும் பல விருப்பத்திற்குரிய குணங்களுடன் பொருத்தமற்ற சூழல் நிபந்தனைகளின் கீழ் சிறந்த வாழ்தகவினை கொண்டதாக மேம்படுத்தப்படலாம்.

1990 களின் ஆரம்பத்தில் முதலாவது வர்த்தக ரீதியான மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட பயிர், இது ஒரு வைரசுக்கு எதிர்ப்புடைய புகையிலை தாவரம்,

அறிமுகப்படுத்தப்பட்டதிலிருந்து, மற்றும் பல மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட (பரம்பரையலகு மாற்றப்பட்ட) பயிர்கள் USA இன் உணவு மற்றும் மருந்து நிர்வாகத்தின் அனுமதியுடன் சந்தைக்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. 'சுவை பாதுகாக்கும் தக்காளி' ஆனது தாமதப்படுத்திய கனியும் இயல்புடையது, மாற்றியமைக்கப்பட்ட எண்ணெய் சேர்வைக்கூட்டினை கொண்ட கனோலா, Bt சோளம், Bt பருத்தி, Bt உருளைக்கிழங்கு என்பன பூச்சிப் பீடைகளுக்கு எதிர்ப்புடையவை, களைநாசினி புரோமோக்சினைல் க்கு எதிர்ப்புடைய பருத்தி, களைநாசினி கிளைபோசேட்டுக்கு எதிர்ப்புடைய சோயா அவரை, வைரசுக்கு எதிர்ப்புடைய ஸ்குவாஸ் என்பன பாரியளவில் பயிரிடப்படுவதற்கு அனுமதியுடைய அனுமதிப்பெற்ற GM பயிர்களுக்கு ஒரு சில பெயரிடப்படக்கூடிய உதாரணங்கள் ஆகும். இங்க சில GM பயிர்கள் மருத்துவ பொருட்கள், தடுப்பு மருந்துகள், உணவுகள் மற்றும் உணவு சேர்க்கைகள், விலங்குணவுகள் மற்றும் நார்கள் என்பன தற்போது உற்பத்தி சங்கிலியில் காணப்படுவதால் இப்பட்டியல் ஆனது அதிகரித்து கொண்டே வருகின்றது.

GMOகளின் பயன்பாடுகள் ஒருபுறமிருக்க, இங்கு நாணயத்தின் மற்றுமொரு பக்கமும் இருக்கின்றது. GMOகளின் உற்பத்தியானது கொள்கையளவில் எளிமையானதொரு செயன்முறையாக காணப்பட்டாலும் அது ஆச்சரியமான பல எதிர்பார்க்காத ஆபத்துக்களுடன் கூடியதாக காணப்படலாம். GMOகளின் உற்பத்தியானது இயற்கை அன்னையின் விருப்பத்திற்கு மாறாக நடைபெறும் ஒரு செயலாகையினால் குறுகிய கால மற்றும் நீண்டகால அடிப்படையில் மனிதன் மற்றும் விலங்குகளுக்கு ஏற்படக்கூடிய பாதுகாப்பு தொடர்பான ஆபத்தே மிகப்பெரிய சிக்கலாகும். பெரும்பாலான பொது மக்கள் விவசாய பயன்பாடுகளின் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளினுள் பிற பரம்பரையலகுகளை புகுத்துவதன் மூலம் GMO களை அபிவிருத்தி செய்யும் கொள்கைகளுடன் மிகவும் ஒத்திசைவதாக காணப்படவில்லை. விசேடமாக குறித்த விருப்புக்குறிய பரம்பரையலகு பழக்கமற்ற ஒரு மூலத்திலிருந்து பெறப்படும்போது, அவற்றின் நச்சுத்தன்மை மற்றும் ஒவ்வாமை தொடர்பான பிரச்சினைகள் தெளிவற்றதாகவே காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, பிரேசில் கடலையின் மரபணுவிலிருந்து (விருப்பத்திற்குறிய இம் மரபணு எந்தவொரு தெரிந்த ஒவ்வாமையை ஏற்படுத்தும் காரணிகளுக்கும் குறியீடாக அமையாத போதிலும்) பெறப்பட்ட மரபணுவை உட்புகுத்தி மாற்றியமைக்கப்பட்ட GM சோயா அவரையை உட்கொண்ட மனிதர்களில் எதிர்பாராத ஒவ்வாமை ஏற்பட்டது தொடர்பான அறிக்கைகள் காணப்படுகின்றன. எல்லாவற்றுக்கும் மேலாக, உயர்ந்தளவிலான சிஸ்டீன் மற்றும் மெதியோனின் உள்ளடக்கத்திற்காக மரபணு-மாற்றியமைக்கப்பட்ட சோயா அவரைத் தாவரங்கள் வெளிப்படுத்தப்பட்ட புரதங்களின் உயரளவான ஒவ்வாமை தன்மை காரணமாக அவற்றை அழிக்கப்படவேண்டியதாக இருந்தது.

இவ்வாறான எதிர்பாராவிதமான நிலைமைகளுக்கான காரணங்கள் எளிமையாக விளங்கப்படுத்தப்படலாம். ஒவ்வொரு பரம்பரையலகும் பெரும்பாலும் அவற்றின் மூல மரபுரிமை சூழலில் அவற்றின் சிறந்த வெளிப்பாட்டு பாங்குகளை கொண்டிருக்கின்றன. ஆகவே, ஒரு பரம்பரையலகினை ஒரு அங்கியினுள் நாம் கட்டாயப்படுத்தி உட்புகுத்தும்போது அந்த மரபணுவானது

புதிய மரபுரிமை சூழலில் மிகையாகவோ, அதிகுறைவாகவோ அல்லது வேறுபட்ட வடிவிலோ தன்னை வெளிப்படுத்தலாம். இதன் விளைவாக, ஒரு சில மூல பரம்பரையலகுகளின் குறைதொழிற்பாடு மற்றும் மரபணு மாற்றப்பட்ட அங்கிகளில் ஒரு சில பரம்பரையலகுகளின் அழித்தல் செயற்பாடு என்பவற்றுக்கான சாத்தியங்கள் உள்ளன. அதனால், ஒவ்வாமை மற்றும் நச்சாக்கம் என்பவற்றுக்கு இட்டுச்செல்லும் கட்டமைப்புரீதியான மற்றும் தொழிற்பாட்டுரீதியான மாற்றங்கள் GM பயிர்களை அல்லது உணவுகளை உட்கொள்ளும் அங்கிகளில் ஏற்படுவதற்கான சாத்தியங்கள் உள்ளன. இதற்கு மேலதிகமாக, இவ் மாற்றியமைக்கப்பட்ட பரம்பரையலகுகள் சமாதரமான பரம்பரையலகு பரிமாற்றத்தின் ஊடாக சில இலக்கில்லாத அங்கிகளினுள்ளும் அறிமுகப்படுத்தப்படுவதற்கான சாத்தியங்கள் உள்ளன. அதனால், பிறபொருளெதிரி தடையுள்ள, பீடைநாசினி தடையுள்ள, நோயெதிர்ப்புத்தன்மையை மேம்படுத்தல் என்பவற்றின் அபிவிருத்தி என்பன எதிர்பாராதவிதமாக தூண்டப்படக்கூடிய ஆபத்தக்கள் ஆகும். இறுதியாக, ஆக்கிரமிப்பு தாவரங்களின் அபிவிருத்தி, முற்றிலுமாக புதிய பீடைகள் மற்றும் நோய்களின் உருவாக்கம், சூழல் சமநிலையில் பாதகமான தாக்கங்களின் உருவாக்கம் மற்றும் கூர்ப்பு என்பன நடைபெறலாம்.

ஆகவே, விவசாயத்துறைக்கு பயனுள்ளதாக அமையும் வகையில் அதன் மேம்பாட்டிற்காக GMO களின் அபிவிருத்தி மற்றும் பயன்பாடு, அவை தற்போதைய உலகளாவிய சவால்களை எதிர்கொள்ளும் வலிமையை கொண்டிருப்பினும், மிகவும் நேர்மையாகவும் பாதுகாப்பாகவும் மேற்கொள்ளப்படவேண்டும். GM பயிர்கள் மற்றும் விலங்குகள் வெளிச் சூழலுக்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டவுடன், அவற்றின் எதிர்விளைவுகளை சரிசெய்வதற்கு அது மிகவும் தாமதமான நிலையாகும். ஒருவர் உலகளாவிய பிரச்சினைகளை தீர்ப்பதற்கு GMOகள் மிகச்சிறந்த வாய்ப்பு என ஒருவர் பரிந்துரைத்தாலும், பாதுகாப்பான சோதனை, ஒழுங்குமுறை, கொள்கை வகுத்தல், உணவு மற்றும் தீவனங்களில் GMOகளை கண்டறிதல் மற்றும் GM உணவுகளை பெயரிடல் போன்ற விடயங்களில் சவால்கள் எதிர்கொள்ளப்படலாம். அதனால், தெளிவான வழிகாட்டல்கள் மற்றும் கடுமையான ஒழுங்குமுறைகள் அத்தியாவசியமாகும். எல்லாவற்றுக்கும் மேலாக, GMOகள் தொடர்பாக பொது மக்களின் நம்பிக்கையை வெல்லுதல் மற்றும் அது தொடர்பாக பொது மக்களின் எண்ணங்களை மாற்றுதல் என்பனவும் மற்றுமொரு தடைக்கல்லாகும். தற்போது, பல வழிகாட்டல்கள் மற்றும் ஒழுங்குவிதிகள் பல உலகளாவிய உயிரியல்-பாதுகாப்பு முகவரகங்கள் மற்றும் அதிகாரசபைளினால் பிரகடனப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவர்களுடைய கருத்துப்படி, இவ் GMOகள் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகள் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மற்றும் மூடிய சூழலினுள் குறித்த பொருத்தமான ஒழுங்குவிதிப்படுத்தும் அதிகாரசபைகளின் அனுமதியுடன் மேற்கொள்ளப்படுவது முக்கியமானதாகும். எந்தவொரு பிரச்சினைக்குமான எந்தவொரு தீர்வும் எப்போதும் மிகச்சரியானதாக அமையாது என்பதுடன் GMOகளும் அதற்கு விதிவிலக்கல்ல. ஆகவே, GMOகளின் உற்பத்தி மற்றும் பயன்பாடு மிகவும் நேர்மையாகவும், அவற்றின் உயிரியல்பாதுகாப்பு சிக்கல்கள் தொடர்பான முறையான விழிப்புணர்வுடனும் அதிகாரம்பெற்ற ஒழுங்குவிதிப்படுத்தும் நிறுவனங்களின் முறையான ஒழுங்குவிதிகளின் கீழும் மேற்கொள்ளப்படவேண்டும்.

இலங்கையின் அரசு பல்கலைக்கழகங்களில் உயிரியல்பாதுகாப்பு கல்வி

ரயன் ரியன்ஷி,

விவசாய பட்டப்பின்படிப்பு நிறுவனம் மற்றும் விவசாய பீடம், பேராதனைப் பல்கலைக்கழகம்,
பேராதனை 20400, இலங்கை.

உயிர்த்தொழிநுட்பவியலில் பிரதானதொரு இயல்பாக உயிரியல்பாதுகாப்பு.

உயிர்த்தொழிநுட்பமானது உலகளாவிய ரீதியில் விவசாயத்தின் அபிவிருத்திக்கு பங்களிப்புச்செய்யும் பிரதான தொழிநுட்பங்களுள் ஒன்றாகும். இலங்கையின் கொள்கை வகுப்பாளர்கள் நாட்டில் விவசாயத்துறையின் அபிவிருத்தியில் உயிர்த்தொழிநுட்பத்தின் பாத்திரத்தை அடையாளங்கண்ட கொண்டுள்ளனர். எனினும், உயிர்த்தொழிநுட்ப முறைகளில் ஒன்றான தாவர இழைய வளர்ப்பினை பாரிய அளவிலான முறையில் பயன்படுத்தினாலும், மீள்ச்சேர்க்கை DNA தொழிநுட்பம் மற்றும் தாவர மற்றும் விலங்கு இனப்பெருக்கங்களில் மற்றும் தாவர பாதுகாப்பில் உயிர்த்தொழிநுட்பத்தை பயன்படுத்தல் போன்றன இன்னும் ஆய்வுகூட மட்டத்திற்கே மட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஆகவே அது உயர்தரமான உயிர்த்தொழிநுட்ப பொறிமுறைகளில் இரந்த எவ்வித வர்த்தக ரீதியான வெளிப்பாடுகளையும் இன்னும் பெற்றுக்கொள்ள முடியாதுள்ளது. புதியதொரு மற்றும் நிச்சயமான தொழிநுட்பம் ஒன்றினது வருகையுடன், அதனுடன் தொடர்புபட்ட ஆபத்துக்களும் காணப்படுவதுடன் அவற்றின் தாக்கங்களின் பரிமாணங்களும் வேறுபடக்கூடியவையாக காணப்படுகின்றன. இதேவேளை, உயிர்த்தொழிநுட்பமானது நனோ தொழிநுட்பம் போன்ற அதி நவீன தொழிநுட்பங்களுடன் ஒன்றிணைந்து நாளுக்கு நாள் மிக விரைவாக அபிவிருத்தியடைகின்றது. ஆகவே, எந்தவொரு நவீன தொழிநுட்பத்தினாலும் பொது மக்களுக்கோ மற்றும் தொடர்புடைய தரப்பினர்க்கோ பாதுகாப்பு போன்ற விடயங்களை வெளிக்கொணர்வதும் அவற்றை ஏற்றுக்கொள்வது தொடர்பாக கலந்துரையாடி ஏற்றுக்கொள்வத தொடர்பான தீர்ப்புக்கு இட்டுச்செல்வது பெறுமதிமிக்கதாக இருக்கும். மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள் மற்றும் அவற்றிலிரந்த பெறப்பட்ட உணவகள் தொடர்பான அறியக்கூடியவகையிலான பிரச்சினைகள் காரணமாக, “உயிரியல்பாதுகாப்பு” எனும் பதம் கவனத்திற்கு கொண்டுவரப்பட்டது. உயிரியல்பாதுகாப்பானது மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகளின் சூழ்ந்தொகுதி மீதான சாத்தியமான அல்லது உண்மையான பாதிப்புகளுடன் தொடர்புடைய பாதுகாப்பு சிக்கல்களின் இயல்புகளுடன் செயற்படுகின்றது (Teng, 2008). இக்கட்டுரையானது இலங்கையின் கல்வித்துறையில் பல்கலைக்கழக கல்வி முறைமைக்கு விசேட கவனம் செலுத்தி உயிரியல்பாதுகாப்பு கல்வியின் திறணான ஊக்குவிப்பிற்கான மேலோட்ட விபரம், தடைகள் மற்றும் பிரச்சினைகள் என்பவற்றை சுருக்கமாக கலந்துரையாடுகின்றது.

இலங்கையில் உயிரியல்பாதுகாப்பு கல்வியின் ஆரம்பம்: இலங்கையில், 1990களில் இருந்த இப்பதங்கள் ஒரு சில மட்டங்களில் கலந்துரையாடப்பட்டு வந்தாலும், 1990களில்

கார்ட்டஜீனா நெறிமுறையின் வருகையுடன் ஒரு முன்னகர்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது எனலாம், மற்றும் இதன் விளைவாக, அபிவிருத்தியடைந்துவரும் நாடுகளில் உயிரியல்பாதுகாப்பு விடயங்களை கவனத்தில் கொள்தற்கு ஒரு எழுச்சி ஏற்பட்டதை காணக்கூடியதாக இருந்ததுடன் உயிரியல்பாதுகாப்பானது அவர்களுடைய உயிர்த்தொழிநுட்ப ஆராய்ச்சிகளினுள் உள்ளெடுக்கப்பட்டது. இலங்கை அரசாங்கமும் கூட, நாட்டில் உயிர்த்தொழிநுட்பவியல் துறை ஆராய்ச்சிகளில் மற்றும் கற்பித்தல் துறையில் ஈடுபட்டுள்ளவர்களை பயிற்றுவிப்பதற்கும் முன்னெடுப்புகளை மேற்கொண்டது. உயிரிவிஞ்ஞானங்களில் உயிரியல்தர்மங்கள் மற்றும் உயிரியல்பாதுகாப்பு என்பவற்றின் ஊக்குவிப்பானது தேசிய விஞ்ஞான அமையத்தின் கீழ் (NSF) 2003 இல் தேசிய உயிரியல்தர்மம் குழுவின் உருவாக்கத்துடன் ஆரம்பிக்கப்பட்டதுடன். அது இலங்கைப் பல்கலைக்கழகங்களின் உயிர் விஞ்ஞானங்கள் பீடங்களில் உயிரியல்தர்மங்கள் தொடர்பான துறைகளின் கற்பித்தலை ஊக்குவித்தது எனலாம். 2004 இற்கு பின்னர், இலங்கை உயிரியல்பாதுகாப்பு கட்டமைப்பின் கீழ், உயிரியல்பாதுகாப்பு கல்வி முன்னுரிமைப்படுத்தப்பட்டதுடன், அதன்கீழ் பொது மக்களுக்கான விழிப்புணர்வு நிகழ்ச்சித்திட்டங்கள் கொண்ட நடாத்தப்பட்டன. இலங்கையில் உயிர்த்தொழிநுட்பவியல் கொள்கையின் அறிமுகத்துடன், உயிர்த்தொழிநுட்பவியல் கல்வியானது முன்னுரிமைப்படுத்தப்பட்டது. “சமூகத்தில் உயிர்த்தொழிநுட்பத்தின் விழிப்புணர்வு மற்றும் தற்போதைய நிலையினை ஊக்குவித்தல், மற்றும் உயிரியல்பாதுகாப்பு உட்பட உயிர்த்தொழிநுட்பவியலின் முக்கியமான விடயங்களை பாடசாலைகள் மற்றும் பல்கலைக்கழகங்களின் பாடவிதானங்களினுள் உள்ளடக்கும்” நோக்கத்தின் கீழ், உயிர்த்தொழிநுட்பம் மற்றும் உயிரியல்பாதுகாப்பு தொடர்பான ஆராய்ச்சி மற்றும் கற்பித்தல் ஆனது ஏற்கனவே உள்ள கற்கைத்துறைகளின் தரத்தின் தரமுயர்த்தியதுடன் பல இளமானி பட்டப்படிப்பு மற்றும் முதுமானி பட்டப்பின்படிப்பு கற்கைத்துறைகளில் உள்ளீர்க்கப்பட்டன.

தற்போது நாட்டில் பல்கலைக்கழகங்களினால் பல இளமானி மற்றும் பட்டப்பின்படிப்பு முதுமானி மட்டத்திலான உயிர்த்தொழிநுட்பவியல் கற்கைகள் வழங்கப்படுகின்றன. இக்கற்கைத்துறைகள் விவசாயம் மற்றும் தொடர்புடைய துறைகள் (உணவு விஞ்ஞானம் உட்பட), உயிர்த்தொழிநுட்பம், சுற்றுச்சூழல் விஞ்ஞானம் போன்ற பாடவிதானங்களின் கீழும் மற்றும் அண்மையில் தொழிநுட்ப பட்டப்படிப்பு நிகழ்ச்சித்திட்டங்களின் கீழும் வழங்கப்படுகின்றன. மேலும், உயிர்த்தொழிநுட்பமானது விவசாயம் மற்றும் விஞ்ஞான துறைகளின் கீழ் பல முதுமானி பட்டத்தின் நிகழ்ச்சித்திட்டங்களின் கீழ் பரந்தளவில் கற்பிக்கப்பட்டு வருகின்றன. விவசாயம் மற்றும் தொடர்புடைய விஞ்ஞானங்கள், விஞ்ஞானம்/பிரயோக விஞ்ஞானம் மற்றும் தொழிநுட்ப பீடங்கள் என்பவற்றின் கீழ் உள்ள இளமானி பட்டத்திற்கான பாடவிதானங்கள் மற்றும் அரச பல்கலைக்கழகங்களில் உள்ள முதுமானி மட்ட நிகழ்ச்சித்திட்டங்கள் (விஞ்ஞானம் மற்றும் விவசாயம்) என்பனவும் உயிர்த்தொழிநுட்பம் மற்றும் தொடர்புடைய கற்கைத்துறைகளை வழங்குகின்றன. பெரும்பாலான பாடவிதானங்கள் உயிரியல்பாதுகாப்பு மற்றும் உயிரியல்தர்மங்கள்

என்பவற்றை கற்கைத்துறைகளில் உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளதுடன், பெரும்பாலான உயிர்த்தொழிநுட்ப கற்கைத்துறைகளிலும் (உயிரியல் விஞ்ஞானம், விவசாய விஞ்ஞானம், உணவு விஞ்ஞானம் போன்றவற்றில்) உட்பதிக்கப்பட்டுள்ளன. எனினும், இவ் பரந்தளவிலான விடயப்பரப்புகள் ஒவ்வொரு பாடத்துறையிலும் அதற்கென ஒதுக்கப்பட்டுள்ள காலப்பகுதிக்குள் முழுமையாக கற்பிக்கப்படமுடியுமா என்ற சந்தேகம் உள்ளது.

ஒரு சில பாடத்துறைகள் உயிரியல்பாதுகாப்பு மற்றும் உயிரியல்தர்மம் என்பவற்றின் பிரதான விடயங்களை வழங்குவதற்காகவே தனித்துவமாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது மிகவும் ஆர்வத்திற்குரியதாக காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக, ருகுணு பல்கலைக்கழகமானது விவசாய மற்றும் விஞ்ஞான பீடங்களின் கீழ் BSc பட்டத்திற்காக உயிரியல்தர்மம் தொடர்பான கற்கைத்துறைகளை வழங்குகின்றது. எல்லாவற்றுக்கும் மேலாக ஸ்ரீஜயவர்தனபுர பல்கலைக்கழகமும் கூட விஞ்ஞான பீடம் (BSc sp. தாவர உயிர்த்தொழிநுட்பம்/ தாவர உயிரியல்/நுண்ணங்கியியல்) மூலம் வழங்கப்படும் பட்டத்திற்கான நிகழ்ச்சித்திட்டங்களின் கீழ் உயிரியல்தர்மம் மற்றும் உயிரியல்பாதுகாப்பு கற்கைத்துறைகளை அளிக்கும் அதேவேளை, களனிப் பல்கலைக்கழகமானது உயிர்த்தொழிநுட்பத்தின் தர்மங்கள், உயிரியல்பாதுகாப்பு மற்றும் அறிவுசார் சொத்துரிமை போன்றவை தொடர்பான கற்கை நெறிகளை BSc உயிரிரசாயனவியல்/ நுண்ணங்கியியல்/ மூலக்கூற்று உயிரியல் மற்றும் உயிர்த்தொழிநுட்பம்/ சூழல் பாதுகாப்பு மற்றும் முகாமைத்துவம் ஆகிய பட்டத்திற்கான நிகழ்ச்சித்திட்டங்களின் கீழ் வழங்குகின்றது. மேலும், பேராதனைப் பல்கலைக்கழகமானது உயிர்த்தொழிநுட்பத்தில் உயிரியல்பாதுகாப்பு பிரச்சினைகள் தொடர்பான கற்கை நெறியை உயிர்த்தொழிநுட்பத்தில் B.Sc (Sp.) பட்டம் நிகழ்ச்சித்திட்டத்தின் கீழ் விஞ்ஞான பீடத்தின் மூலம் வழங்குகின்றது.

பட்டப்பின்படிப்பு மட்டத்திலும், விவசாயம், உயிர்த்தொழிநுட்பம், மூலக்கூற்று உயிரியல் மற்றும் வாழ்க்கை விஞ்ஞானங்கள் என்பவற்றினாலான பட்டம் வழங்கும் நிகழ்ச்சித்திட்டங்கள் உயிரியல்பாதுகாப்பினை பரந்தளவில் உள்ளடக்குகின்றன. உதாரணமாக, விவசாய பட்டப்பின்படிப்பு நிறுவனம் உயிர்த்தொழிநுட்பத்தில் பட்டத்திற்கான நிகழ்ச்சித்திட்டம் ஒன்றை கொண்டிருப்பதுடன் அதில் அது மரபணு மாற்றியமைக்கப்பட்ட அங்கிகள், உணவு, விலங்குணவு, மற்றும் பதப்படுத்தப்பட்ட உற்பத்திப்பொருட்கள் மற்றும் உயிரியல்பாதுகாப்பு என்பவற்றில் கற்கைத்துறைகளை வழங்குகின்றது. இவற்றைத்தவிர, இவ் எண்ணக்கருவானது ஏனைய உயிர்த்தொழிநுட்ப கற்கைத்துறைகளில் ஏற்க்குறைய உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளது.

வரையறைகள்:

உயிர்த்தொழிநுட்பத்தை அல்லது அதனுடன் தொடர்புடைய கற்கைத்துறைகளை விசேட பட்டத்திற்காக/ பிரதான துறையாக இளமானி பட்டத்திற்காக அல்லது உயிர்த்தொழிநுட்பத்தை உடக்கிய பட்டப்பின்படிப்பு நிகழ்ச்சித்திட்டங்களை பின்பற்றும் மாணவர்களைத்தவிர, ஏனைய மாணவர்கள், இவ் எண்ணக்கரு தொடர்பாக தெளிவானதொரு அறிவினை

கொண்டிருக்கவில்லை என்பது அவதானிக்கப்படக்கூடியதாக உள்ளது. பொது மக்களைப் பொறுத்தளவில் இந்நிலைமை இன்னும் மோசமாக உள்ளது. ஆகவே, பொதுவாக மிகப்பெரியதொரு அறிவுசார் மற்றும் தொடர்பாடல் இடைவெளி காணப்படுகின்றதென்பதும் அதனை பூர்த்திசெய்வதற்கு மிகப்பெரியளவிலான முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படவேண்டும் என்பதனையும் புரிந்துகொள்ளக்கூடியதாக உள்ளது. ஆகவே, இச்செய்தியானது முகாமைத்துவம் மற்றும் சமூக விஞ்ஞானம் போன்ற ஏனைய விஞ்ஞானமல்லாத துறைகளுக்கும் சென்றடையவேண்டும் என்தை இங்கு வலியுறுத்திக்காட்டுவது பெறுமதியுடையதாகும். இதனால் வேறுபட்ட பின்னணி உடைய மாணவர்கள் விஞ்ஞானம் தவிர்ந்த வேறுபட்ட முறைகளின் ஊடாகவும் வேறுபட்ட கருத்துக்களுடன் இவ் எண்ணக்கருவை பார்க்கக்கூடியதாக இருக்கும். இங்கு குறிப்பிடவேண்டிய மற்றுமொரு விடயம் யாதெனில் வெளிநாடுகளில் உள்ள பெரும்பாலான சர்வதேச பல்கலைக்கழகங்கள் விஞ்ஞானமில்லாத மாணவர்களுக்கு அவர்களுடைய இளமானி மட்ட பட்டத்தின்போது உயிரியல்பாதுகாப்பு மற்றும் உயிரியல்தர்மம் தொடர்பான பிரச்சினைகள் தொடர்பான தகவல் பாடத்துறைகளை வழங்குகின்றன.

எதிர்கால பாடத்துறை மற்றும் ஈடுபாடுகள்:

உயிரியல்பாதுகாப்பின் அண்மைக்கால போக்குகள் மற்றும் நவீன கவனயீர்ப்புகள் என்பவற்றை கவனத்தில் எடுத்துக்கொண்டு, இலங்கை அரசாங்கத்தினால் ஒரு புதிய அணுகுமுறை ஆரம்பிக்கப்பட்டுள்ளது: அதாவது பரம்பரையலனு தொழிநுட்பத்தின் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட அங்கிகளை விடுவிப்பதன் மூலம் உயிர்ப்பல்வகைமைக்கு ஏற்படுத்தப்படும் சேதத்தை குறைப்பதற்கான மாதிரி உயிரியல் பாதுகாப்பு அமைச்சரவை பத்திரம் ஒன்றினை முன்வைத்தலாகும். நாட்டில் உணவு உற்பத்தியில் உயிர்த்தொழிநுட்பத்தை பிரதானமாக உட்புகுத்தும் அதேவேளை, அரசாங்கமானது உயிரியல்பாதுகாப்பு, அவை உயிரங்கிகளில் நேரடியான தொடர்புகளை கொண்டிருப்பதனால், அவற்றுடன் தொடர்புடைய பிரச்சினைகளை கண்டறியும் கடமைப்பாட்டினை கொண்டுள்ளது. இலங்கையானது உயிர்த்தொழிநுட்பத்தில் வெவ்வேறு பரப்புகளின் கீழ் (விவசாயம், உணவு விஞ்ஞானம் போன்றன.) நன்கு பயிற்றப்பட்ட பல்கலைக்கழக உறுப்பினர்களை கொண்டிருப்பதுடன் இதனுடன் சேர்ந்து, அரசு பல்கலைக்கழக தொகுதியானது கடுமையான அறிமுறையளவிலான மற்றும் செய்கைமுறையிலான கல்வியை வழங்குவதுடன், இது உயிரியல்பாதுகாப்பு கல்வியை ஊக்குவிப்பதற்கு தன்னளவில் ஒரு வலிமையானதாகவும் காணப்படுகின்றது. உயிரியல் பாதுகாப்பு தொடர்பான விடயங்கள் விஞ்ஞானமற்ற பட்டம் நிகழ்ச்சித்திட்டங்களை பின்பற்றுபவர்களுக்கும் அளிக்கப்படவேண்டும், இதற்காக ஒரு வலிமையான மூலோபாய திட்டம் ஒன்றின் அபிவிருத்தி தேவைப்படுகின்றது.

உசாத்துணைகள்

1. Gunasekare, MTK (2011). Status and Future Perspectives in Agriculture Biotechnology, Biosafety and Biosecurity in Sri Lanka, in; Expert consultation of agricultural biotechnology, biosafety and biosecurity, 27-28 October 2011, Taiwan Agricultural Research Institute, Chinese Taipei.
2. Fernando, S., Amerasinghe, P., Fernando, K., Hirimburegama, K., Perera, A., Ramasamy, R., Widanapathirana, G.S., Yasawardena, S. (2004). Towards Promoting the Development of Biotechnology Industries in Sri Lanka, National Science Foundation (2004).
3. Teng, P.P.S. 2008. Review article: An Asian perspective on GMO and Biotechnology issues. Asia Pacific Journal Clinical Nutritional 17: 237-240.

