

**M.Karabayev, K.Iskandarova, Y.Zelenskiy,
A.Baitassov, R.Zhapayev**



**BIOTECHNOLOGY EFFICIENCY FOR BREEDING AND
PLANT GENETIC RESOURCES IN KAZAKHSTAN:
CURRENT STATE AND WAYS TO IMPROVE**



Astana 2011

**International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)
National Center for Biotechnology (NCB), Kazakhstan**

Abstract: This publication describes current status and outlooks of plant genetic resources, breeding and biotechnology in Kazakhstan needs assessment results, and priority activities for their development and effective interaction. The presented analytical review was carried out within the framework of the UN Food and Agricultural Organisation (FAO) Project TCP/KAZ/3202 “Strengthening the Plant Biotechnology Capacity for Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture in Kazakhstan”, 2010-2011. The Project was implemented by the National Center for Biotechnology of the Republic of Kazakhstan, “KazAgroInnovation” JSC, and CIMMYT-Kazakhstan.

Correct citation: Karabayev, M.K., K.A. Iskandarova, Yu.I. Zelenskiy, A.A. Baitassov, R.K. Zhapayev. 2011. Biotechnology Efficiency for Breeding and Plant Genetic Resources in Kazakhstan: Current State and Ways to Improve. CIMMYT-Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. 82 p.

© CIMMYT-Kazakhstan, 2011

Contents

	INTRODUCTION	5
1	STATUS OF PLANT GENETIC RESOURCES, BREEDING AND BIOTECHNOLOGY IN KAZAKHSTAN	7
1.1	Status of Plant Genetic Resources Conservation and Use in Kazakhstan	7
1.2	Status of Crops Breeding and Seed Production in Kazakhstan	11
1.3	Status of Biotechnology Development in Kazakhstan	14
2	PRIORITY TASKS AND ACTIVITIES IN BREEDING, BIOTECHNOLOGY AND PLANT GENETIC RESOURCES IN KAZAKHSTAN	16
2.1	Priority Agricultural Crops in Kazakhstan	16
2.2	The Most Important Biotic and Abiotic Environmental Factors Limiting Agricultural Production in Kazakhstan	18
2.3	Priority Activities Aimed at Conservation and Use of Plant Genetic Resources in Kazakhstan	21
2.4	Important Activities on Plant Breeding and Seed Production Improvement in Kazakhstan	23
2.5	Priority Areas of Biotechnology to Address Breeding Issues and Sustainable Use of PGR in Kazakhstan	27
2.6	Improving Technical Skills and Building Scientific Capacity	29
3	ARRANGEMENTS, FORMATS AND APPROACHES TO IMPROVING EFFICIENCY OF BIOTECHNOLOGIES FOR BREEDING AND PGR RELATED ISSUES IN KAZAKHSTAN	31
3.1	Funding	31
3.2	Cooperation, Partnership, Coordination and Management	33
3.3	Regulatory and Legal Aspects	34
3.4	International Cooperation	35
4	CONCLUSION	37

LIST of ABBREVIATIONS

ARI	-	Agricultural Research Institute
AVRDC	-	The World Vegetable Center
BGRI	-	Borlaug Global Rust Initiative
CAC	-	Central Asia and the Caucasus
CATCN-PGR	-	Central Asian and Transcaucasian Network on Plant Genetic Resources
CGIAR	-	Consultative Group on International Agricultural Research
CIMMYT	-	International Maize and Wheat Improvement Center
CIP	-	International Potato Center
FAO	-	Food and Agriculture Organization
GCDT	-	Global Crop Diversity Trust
Global Plan	-	Global Plan of Action on Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
ICARDA	-	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
IFPRI	-	International Food Policy Research Institute
ITPGRFA	-	International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
IPGRI	-	International Plant Genetic Resources Institute
ISTA	-	International Seed Testing Association
IRRI	-	International Rice Research Institute
KAI	-	“KazAgroInnovation” JSC
MoA	-	Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan
MoES	-	Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
NARS	-	National Agriculture Research System
NCB	-	National Center for Biotechnology of the Republic of Kazakhstan
PGR	-	Plant Genetic Resources
RI	-	Research Institute
RNA	-	Ribonucleic acids
UN	-	United Nations
UPOV	-	International Union on Protection of New Plant
USSR	-	Union of the Soviet Socialist Republics
VIR	-	Vavilov Institute of Plant Industry, St. Petersburg, Russia
WTO	-	World Trade Organization

INTRODUCTION

As a land resource rich country with a rather well developed agricultural infrastructure and significant scientific capacity, Kazakhstan has huge possibilities for becoming a world leading exporter of high quality grain and other agricultural products. It would also be able to ensure its own food security which is the crucial component of economic security for any country. In future, Kazakhstan can also become one of the most important regions to ensure global food security. Based on the official estimates, by 2025 it will be necessary to produce about 3 billion ton of cereals grains globally to provide 8 billion people with food; besides that, the annual growth of wheat production, being the most important agricultural crop, should be at least 2%. Despite the variations in the scenarios of changes in the environmental, climatic, economic and social and demographic conditions in various parts of the world, the general trend will include increasing temperatures, reducing water supply, more frequent droughts, land degradation, emergent dangerous disease races and increasing use of agricultural products for biofuel and livestock production needs.

There is no doubt that successful overcoming these negative factors and sustainable development of agricultural production both in Kazakhstan and globally will largely depend on new technologies and scientific development.

At present the yields of agricultural crops in Kazakhstan are among the lowest in the world. For instance, yield of spring wheat which is the major export crop in the country is 1 ton per hectare on average. According to this parameter, Kazakhstan is at the bottom positions in the list, jointly with Mongolia, Libya and Bolivia, whereas the closest neighbours such as Russia and China obtain yields which are 2 and 4 times higher, respectively. To a large extent this is a result of the soil and climatic conditions of Kazakhstan where there are many sharply contrasting ecologic zones of high risk agriculture. However it must be noted that in Kazakhstan there is still an untapped capacity for improving plant productivity, in particular there is a room for improving agricultural production infrastructure and introduction of modern biology and biotechnology breeding methods.

The initial conception and further development of biotechnology which is defined as “industrial use of biological systems and processes” were based on ideas and methods of molecular and cell biology, molecular genetics, microbiology, virology, biochemistry and physiology. These areas of science contributed to the development of new methods and techniques

for agricultural plant variety improvement as well as conservation and sustainable use of plant genetic resources (PGR). For instance, they include haploid breeding, development and use of molecular and biochemical markers of valuable commercial properties and related physiological processes and indicators, molecular-genetic characterization of PGR, cells and tissues cryoconservation of valuable genotypes, etc. Using these methods jointly with traditional breeding approaches provides great opportunities for further plant improvement and increase of agricultural production.

Thus, for Kazakhstan one of the most crucial tasks today is to increase yields of agricultural crops through development of new varieties based on the advanced biotechnologies and PGR mobilisation. One of the major limiting factors in that regard is a weak linkage between biotechnology, breeding and PGR utilization. Kazakhstan is rather well positioned in all of the fields mentioned above; however until now they have been developing without a strong interaction. Biotechnological methods and findings in most cases do not leave the walls of laboratories. Breeders virtually do not use biotechnology in their breeding activities. Also, biotechnology and molecular biology are almost not used for PGR identification, research and use for breeding.

In 2010-2011, a UN Food and Agricultural Organisation Project TCP/KAZ/3202 “Strengthening the Plant Biotechnology Capacity for Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture in Kazakhstan” was implemented. Project implementing parties included Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (MoES), National Center for Biotechnology of the Republic of Kazakhstan (NCB), Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan (MoA), JSC “KazAgroInnovation” of MoA (KAI) and International Wheat and Maize Improvement Center (CIMMYT).

Under the project, the current status and outlooks of breeding, biotechnology and PGR in Kazakhstan were evaluated; crucial issues and priority activities for their development were defined jointly with the approaches aimed at improving and strengthening their interaction. In 2010-2011, about 40 leading scientists and practitioners visited all the leading scientific organisations in the field of biotechnologies, breeding and PGR, based in the Central, Northern, North-Western, South-Eastern, Southern and South-Western Kazakhstan. While visiting the sites, the scientists learned about the status of the issues considered and conducted monitoring based on the questionnaire developed specifically for this purpose. Besides that, reports and documentation of international projects

and organisations were considered. The major findings of this work are covered by the present document.

1 STATUS OF PLANT GENETIC RESOURCES, BREEDING AND BIOTECHNOLOGY IN KAZAKHSTAN

1.1 Status of PGR Conservation and Use

Among the first scientists to recognise and prove that PGR were to be collected, conserved and studied was the great scientist Nikolai I. Vavilov. Nikolai Vavilov developed the scientific theory of plant introduction based on the numerous original data on botanical geography, plant evolution, and sequence of variability stages characteristic of domestic and wild plants in space and time. That was an enormous contribution to the global science. Many of Vavilov's works, especially those devoted to the centres of plant origin are still highly relevant. Nikolai Vavilov and his school had made an invaluable contribution to PGR research and conservation in the Central Asian region including Kazakhstan.

Global community became much more focused on PGR issues in the end of 1970-es. The first international discussion on legal and policy issues related to PGR mobilisation was held at XX FAO Conference in 1979. The International Treaty on Plant Genetic Resources was adopted in 1983 and signed by 113 countries of the world. During the UN Conference on Environment and Development held in Rio de Janeiro in 1992, Biodiversity Convention was adopted which has been signed by 170 countries as of today, including Kazakhstan. The next factor which contributed to the consolidation of the global community in this regard was the VI FAO Conference on PGR held in 1996 in Leipzig. The outputs of the Conference were Leipzig Declaration on PGR Conservation and Sustainable Use for Food and Agriculture signed by 154 countries and Global Action Plan on PGR Conservation and Sustainable Use for Food and Agriculture. These events demonstrated that the global community recognised the fact that PGR have to be conserved by the whole humankind rather than one or several countries.

Until 1990-es, it was the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR) in Saint Petersburg which had branches in various regions including Central Asia and the Caucasus. After the independence, the linkages between former USSR Republics were virtually broken. There was a material threat of losing the PGR collections in those countries. Because of economic difficulties, virtually all plant samples were stored in room conditions and at

room temperature at the research institutes which meant that seeds had to be sown every 3-4 years to keep their germinating capacity.

In December 1995 there was a first meeting of representatives of CAC countries and Centres of the Consultative Group of International Agricultural Research (ICARDA, CIMMYT, IFPRI and others) aimed at identification of agricultural priorities. It was decided that PGR conservation was one of the top priorities. In 1996, Central Asian PGR Network was established which was later on in 1999 transformed into the Central Asian and Trans-Caucasian Network on Plant Genetic Resources embracing all 8 countries of the Central Asia and the Caucasus. Since 1998, expeditions to collect local cultivars and their wild relatives were organised, which involved CAC scientists and CGIAR Centres representatives. In each country of the region, the leading research institutes responsible for conservation, documenting and study of plant genetic resources were identified. In Kazakhstan, such responsibility was delegated to the Kazakh Research Institute of Farming and Crop Production. PGR storage facilities were being rehabilitated in many research institutes of the country. As of today, in most RIs of the country there are functioning storage facilities with temperature regulation function. In most cases those are medium term storage facilities with temperature regulation up to +4⁰ C. It is planned in future to develop long-term storage facilities and use cryopreservation methods. On the whole, a very relevant issue for Kazakhstan is establishment of the National Plant and Animals genetic Resource Storage (Genebank) for long-term storage of the biological materials.

At present there are several national and international projects on collection, conservation, research and use of PGR implemented in Kazakhstan and CAC region on the whole. Under those projects, PGR banks received the necessary equipment and facilities; at present the work on stock taking and documentation of agricultural crops collections is being completed. It is planned that ultimately all crop collections will be stored in the specialised banks meeting *ex situ* conservation requirements. There are also several projects on *in situ* germplasm conservation currently implemented in Kazakhstan. It is important also that *in situ* and *ex situ* conservation methods complement each other in a harmonious way and serve the common purpose, namely conservation, rehabilitation and sustainable use of PGR for preservation of biodiversity, agricultural development, and food production.

For Kazakhstan it is extremely important to establish close and active collaboration with Vavilov Institute of Plant Industry (VIR). At present VIR stores 21965 accessions collected in Kazakhstan and CAC Region which

are stored in the medium term storage facility of VIR. The breakdown of the accessions by crops is as follows:

- cereals - 9590 accessions;
- vegetables - 4488 accessions;
- forage crops - 3706 accessions;
- fruits - 1603 accessions;
- technical crops - 1358 accessions;
- legumes - 847 accessions;
- medicine and aromatic plants - 373 accessions.

Accessions from Kazakhstan and CAC region are also stored in the gene banks of ICARDA (Syria), CIMMYT (Mexico), USDA (USA), and Gatersleben (Germany).

The priority collections in Kazakhstan are those stored in the following organisations:

No	Collection holder	Number of accessions
1	Kazakh Research Institute of Farming and Crop Production, Almaty Region	15470
2	Priaralskaya Trial Station for PGR named after N.I. Vavilov, Shalkar City, Aktobe Region	9369
3	A.Baraev Scientific Production Centre for Grain Farming, Akmola Region	7197
4	Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Production, Almaty Region	11670
5	Kazakh Research Institute of Fruit and Viticulture, Almaty	3520
6	Scientific and Innovation Centre of Livestock and Veterinary, Almaty	3477
7	Karabalyk Agricultural Trial Station, Kostanay Region	1500
8	South-Western Research Institute of Livestock and Crop Production, Shymkent	1229
9	Kazakh Research Institute of Rice, Kyzylorda	1018
10	Karaganda Research Institute of Plant Production and Breeding, Karaganda Region	1013
11	Krasnovodopad Breeding and Trial Station, Southern Kazakhstan Region	779
12	Pavlodar Agricultural Research Institute, Pavlodar Region	450
13	Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty	11 187
14	Research Institute on Biosafety Problems, Zhambyl Region	18 000

Analysis of cumulative data on PGR in Kazakhstan indicates that about 59.56% of all accessions in the national gene fund are wheat; 16% - fodder grain crops; 7% - fodder crops; 6% - vegetables and melons; 3.9% - forest species; 3.4% - fruits, berries and legumes; 1.5% - rice; 1.3% - potato; 0.8% - oil bearing crops; 0.5% - arid crops, cotton and cereal crops; 0.04% - medicine plants.

In 2007, Regional Strategy for PGR Conservation and Use for Agriculture and Food in Central Asia and the Caucasus was developed and adopted. The aim of the Strategy is Conservation of is to sustain PGR at the level allowing for sustainable agricultural biodiversity, development and food production in Central Asia and the Caucasus. The partners from Kazakhstan side to implement this Regional Strategy were as follows:

- Kazakh Research Institute of Farming and Crop Production, Almaty Region;
- Baraev Scientific Production Center of Grain Farming, Akmola Region;
- South Western Research Institute of Livestock Breeding and Crop Production, Shymkent;
- Kostanay Research Institute of Agriculture, Kostanay Region;
- Scientific and Innovation Centre of Livestock and Veterinary, Almaty;
- Kazakh Research Institute of Fruit and Viticulture, Almaty;
- Kazakh Research Institute of Forestry, Akmola Region;
- Karaganda Research Institute of Crop Production and Breeding, Karaganda Region;
- Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty;
- Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty;
- Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Production, Almaty Region;
- Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine, Almaty;
- Kazakh Research Institute of Cotton, Southern Kazakhstan Region;
- Eastern Kazakhstan Research Institute of Agriculture, Eastern Kazakhstan Region;
- Pavlodar Agricultural Research Institute, Pavlodar Region;
- Kazakh Research Institute of Rice, Kyzylorda;
- Karabalyk Agricultural Trial Station, Kostanay Region;
- Krasnovodopad Agricultural Trial Station, Southern Kazakhstan Region;
- Aktobe Agricultural Trial Station, Aktobe Region;
- Priaralskaya Trial Station for PGR named after N.I. Vavilov, Shalkar City, Aktobe Region;
- Ural Agricultural Trial Station, Western Kazakhstan Region;
- Kazakh National Agricultural University, Almaty;

- Kazakh National Agrotechnical University, Astana;
- National Center for Biotechnology, Astana.

One of the important issues related to conservation and use of plant genetic resources is the necessity to improve legislation and regulatory framework in PGR area. At the national level, the modern legislation is based on the national Constitution and in general constitutes a system of legal institutes, norms and instructions aimed at conservation of biodiversity. One of the important tasks for Kazakhstan is to further develop legislation on regulation of access to PGR and obtaining benefits from using them, given that the country can act both as exporter and importer of PGR. Please see below the list of major legislative documents and acts related to conservation and use of PGR in Kazakhstan:

- Environmental Code of the Republic of Kazakhstan (2007);
- Forestry Code (2003);
- Land Code (2003);
- The Law of the Republic of Kazakhstan on Specially Protected Natural Areas (2006);
- The Law of the Republic of Kazakhstan on Plant Quarantine (1999);
- The Law of the Republic of Kazakhstan on Plant Protection (2002);
- The Law of the Republic of Kazakhstan on Seed Breeding (2003);
- The Law of the Republic of Kazakhstan on Protection of Breeding Achievements (1999);
- The Law of the Republic of Kazakhstan on Food Safety (2007);
- The Law of the Republic of Kazakhstan on Seeds (2001).

1.2 Status of Agricultural Crops Breeding and Seed Production

As long ago as during the Soviet Union time, the measures on development of agricultural science which were based on the government decisions allowed building a scientific and technical capacity and infrastructure for breeding and seed production in Kazakhstan. There was active work on breeding of a number of crops in the country, involving globally recognised breeders and agronomists. In a very short time Kazakhstan turned into one of the leading global grain producers. In all the major soil and geographic regions there were breeding facilities established which participated in the USSR level programs on breeding and PGR. This served as a basis for further development of breeding in the sovereign Republic of Kazakhstan with the view to embody the idea of Acad. N.I. Vavilov which stated as follows: ‘as production grows and the country moves towards advanced agricultural technologies, the role of breeding and choosing varieties for increased yields will keep growing’.

At present breeding activities in Kazakhstan are mainly carried out by scientific research organisations such as “KazAgroInnovation” JSC of the MoA which essentially represent the National Agricultural Research System. The scientific research projects on breeding and professional development involve agricultural universities. Besides that, wheat breeding is done by the Institute of Plant Biology and Biotechnology of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan and “Phyton” Research and Production Company which is the only private crop breeding facility in the country at the moment.

Breeding in Kazakhstan involves more than 60 crop species. The analysis shows that the major share of varieties developed are cereals – 35 per cent of the total number of varieties and crosses; 23.7 per cent – fruit and berry crops, 13 per cent – forage crops; 7.5 per cent – potato; 6.1 per cent – vegetable and melon crops; 4 per cent – technical crops; 3.5 per cent – cereals; 2.8 per cent – legume crops; 2.2 per cent – oil bearing crops; 2.2 per cent – grapevine. Most of research institutes and trial stations work at the same time on breeding of varieties of a number of crops; some of them specialize on specific species. Crop breeding in Kazakhstan is mostly done by the following research facilities:

- Aktobe Agricultural Trial Station, Aktobe Region (wheat, millet, barley, safflower, potato, forage and berry crops);
- Eastern Kazakh Research Institute of Agriculture, Eastern Kazakhstan Region (wheat, forage and oil-bearing crops);
- Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty (wheat, rice, alfalfa, potato);
- Kazakh Research Institute of Farming and Crop Production, Almaty Region (wheat, barley, oats, triticale, legumes, maize, sugar beet);
- Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Production, Almaty Region (potato, vegetable crops);
- Kazakh Research Institute of Fruit and Viticulture, Almaty (fruit crops, grapevine);
- Kazakh Research Institute of Rice, Kyzylorda (rice, forage and vegetable crops);
- Kazakh Research Institute of Cotton, Southern Kazakhstan Region (cotton);
- Karabalyk Agricultural Trial Station, Kostanay Region (wheat, barley, millet);
- Karaganda Research Institute of Crop Production and Breeding, Karaganda Region (wheat, barley, potato, perennial grasses, medicine plants);
- Kostanay Research Institute of Agriculture, Kostanay Region (potato, technical crops);

- Krasnovodopad Agricultural Trial Station, Southern Kazakhstan Region (wheat, barley, alfalfa, safflower);
- Scientific and Innovation Centre of Livestock and Veterinary, Almaty (forage and feed crops);
- “Phyton” Research and Production Company, Kostanay Region (wheat);
- Baraev Scientific Production Center of Grain Farming, Akmola Region (wheat, barley, oats, buckwheat, perennial grasses, legume crops);
- Pavlodar Agricultural Research Institute, Pavlodar Region (wheat);
- Northern Kazakhstan Research Institute of Agriculture, Akmola Region (perennial grasses, legume crops);
- South Western Research Institute of Livestock Breeding and Crop Production, Shymkent (forage crops).

Crop breeding as a science and technology should be provided with qualified specialists. In the 1990-es there was a large brain leak from science sector. Such reduction in the numbers of scientists was primarily caused by social, economic and organisational reasons, which included underfinancing, shortcomings in financing and supervision arrangements, methods of planning, research organisation and systems of motivation and support for scientists and practitioners, as well as the perceived reduction of importance of science, imperfections of legal infrastructure and communications in science. In universities, many chairs on breeding were closed. Only in recent years some positive developments were observed in the field of education and training due to the measures to support science and higher education taken by the government. A great contribution to improvement of training and professional development of breeders is made by the International Centres of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR).

Development of crop breeding and introduction of new varieties requires a well-development seed production system including development and testing of new varieties and development of original, elite and reproductive seeds. Currently Kazakhstan is taking measures to improve this system. In accordance to the existing legislation, production and marketing of seeds and testing of their varietal properties and germinability can only be done by accredited organizations and farms – seed originators, farms, breeding ordinary and elite seeds. It must be recognised that the seed production system in the country needs to be improved and does not meet the modern requirements for speedy introduction of varieties. Elite seed production for many commercial crops does not exist. All that has a negative impact on timeliness and quality of variety changing, acting as one of factors limiting diversification of crop growing.

1.3 Status of Biotechnology Development

Given its well-developed infrastructure for fundamental and applied research, availability of trained specialists and modern production infrastructure, which was inherited after break-up of USSR, Kazakhstan made biotechnologies one of scientific development priorities, just like Russia did. To ensure rapid and efficient development of this area, in the beginning of 1990-es in Kazakhstan the National Targeted Science and Technology Program on Use of Biotechnology Methods in Medicine, Agriculture and Industry was developed and National Center for Biotechnology of the Republic of Kazakhstan (NCB) was established as the leading facility for implementation of the program. These measures were fundamental for saving the scientific and technological capacity and coordination of activities in the area of biotechnologies.

Inclusion of biotechnology in the list of national priorities for innovative development certainly signifies that fundamental and applied research in this field is highly relevant. Kazakhstan has made a great progress in a number of innovative areas of biology, first of all in the field of physical-chemical biology which is the fundamental and methodological basis for the modern biotechnologies.

Thus, as a result of research into the mechanism of protein synthesis and structure of ribonucleic acids (RNAs), it became possible to resolve the issue of dangerous viral infections resistance based on the antisense RNAs. Research into the genome structure and specific RNA sequences had given an impetus to development of new approaches to crop breeding. Efficient development of ideas and methods of cell biology and plant physiology on one hand and further development of molecular biology and genetic on the other hand had led to emergence of new methods and technologies such as cell and genetic engineering in the country. Molecular immunology which is a fundamental basis for modern immunoengineering, is developing rapidly.

Special recognition is given to the works of Kazakh scientists in the field of crop biotechnology, namely cereals, which are the most difficult crops for genetic reconstruction. Some technologies, such as experimental haploidy and cell selection, have long ago gone beyond laboratory work and are now used for developing cash crops.

Biotechnology research is now actively carried out by various scientific facilities under the ministries of education and science, agriculture, health,

etc. By now the following biotechnology areas are well developed in the country:

- use of cell and tissue culture for clone micropropagation/reproduction and improving plant health, cell selection and experimental haploidy;
- molecular and biochemical markers for breeding;
- genetic reconstruction of plants based on cell and genetic engineering methods;
- obtaining valuable biologically valuable agents and biological preparations of plant, microbial and animal origin;
- immunoengineering for diagnostic and preventive tools to counteract diseases of people, animals and plants.

Scientific and technological policy with the view for further development is aimed at using all these opportunities and creating new prerequisites for faster growth of the major technologies including biotechnologies.

Speaking about priorities, the most important task at present is to develop biotechnological production in all major economy sectors including large scale use of biotechnologies for breeding and plant production where they could act as a powerful tool for breeding of high yielding agricultural crops with excellent resistance to stresses. This is why the country focuses its national research and technical innovation programs in the fields of biology, biotechnology and agriculture on resolving the relevant practical issues and serving the needs of end users. Thus, one of the main tasks of the National Fundamental Research Program in Biology for 2009-2011 was development of scientific foundation for improvement of priority cash crops of Kazakhstan. This work was based on molecular, biochemical and physiological and genetic processes with an emphasis on productivity, quality and resistance to biotic and abiotic stresses, as well as improvement of existing biotechnologies and development of new ones to further improve the most important commercial crops using molecular and cell biology, experimental haploidy and distant crossing in combination with traditional breeding methods. Besides that, in 2009-2011 there were national scientific and technical programs being implemented such as "Development and introduction of molecular genetic and bioengineering methods for rapid breeding of new high yielding agricultural crop varieties in order to further enhance national food security"; "Development and use of gene engineering and cell biotechnologies for medicine, agriculture, food and processing industry"; "Scientific and technical basis for public regulation of handling of genetically modified objects in the Republic of Kazakhstan" and "Applied research in the sphere of agroindustrial complex".

However it is necessary to confess that despite a significant progress and a rather advanced level of biotechnology development in the country, its modern developments are not actively used in Kazakhstan at this stage, and potential opportunities offered by biotechnology methods remain untapped. First of all, this has to do with the fact that for many years there was no connection between the 'high science' and production. At this stage there is no system and relevant infrastructure for commercialisation and introduction of new technologies and research products, and the specialists in this field are virtually missing. The existing barriers between agencies also hinder participation in the cross-sectoral programs and practical application of the outputs. The grandiose global breakout in production of main agricultural crops known as "Green Revolution" became possible not only due to science and technologies but also efficient extension services, awareness raising and knowledge transfer.

2 PRIORITY TASKS AND ACTIVITIES

2.1 Priority Agricultural Crops in Kazakhstan

The strategy for use of biotechnologies and PGR for breeding purposes should take into account a number of factors where the most important are availability of technologies, where the most important ones are as follows: level of sophistication of technologies and availability of specialists; species of plants and crops which are crucial for food security and economy of the country and the overall region; national and global priorities and threatened species.

At the national level, priority agricultural crops are as follows:

- those covered by the Multilateral System of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture;
- those which have a rich diversity in the local flora;
- old local varieties (landraces);
- those which are well demanded in the market and have an economic importance (including potential importance);
- those with good adaptability;
- those with a dual purpose (food and forage);
- those important for global/regional food security.

Kazakhstan which occupies a large area in the Central Asian Region with a wide diversity of natural, climatic, social and economic conditions has to take into account the regional factor when designing and implementing the strategy for development of biotechnologies, PGR and breeding. The most important crops in CAC region include wheat, apple, grapevine, alfalfa,

apricot, chickpea, cotton, tomato, melon, pistachio, pomegranate, pea, barley, sugar beet, beans, rice, maize, lentil, soy and persimmon. All these crops save for pistachio and persimmon are subject to breeding research in Kazakhstan. Based on the surveys held in 2010-2011 and data of the Public Registry of Breeding Achievements released in the Republic of Kazakhstan (Astana 2010) the following economically important crops can be identified:

- cereals (wheat, barley, rye, triticale, oats);
- maize;
- groats (millet, buckwheat, rice);
- legumes (pea, soy, mungbean, chickpea);
- oil-bearing crops (sunflower, mustard, safflower, rape, flax);
- technical crops (sugar beet, tobacco, cotton);
- potato;
- vegetables and melons (cabbage, tomato, onion, cucumber, garlic, carrot, table beet, radish, small radish, pepper, aubergine, watermelon, melon, marrow, lettuce);
- forage crops (vetch, melilot, Sudan grass, sorghum, panic, alfalfa, clover, sainfoin, wheat grass, *Psathyrostachys*, brome, amaranth, rutabaga, turnip, etc.);
- pomaceous fruit crops (apple, pear, quince);
- stone fruit crops (plum, cherry plum, sour cherry, sweet cherry, apricot, peach);
- berry crops (strawberry, currant, raspberry, buckthorn, gooseberry);
- citrus and subtropical crops (fig, pomegranate);
- nuciferous crops (walnut);
- flowers and decorative plants (rose, corn flag (*Gladiolus communis*), freesia, iris, tulip, narcissus, chrysanthemum, peony, lily, lilac, etc.);
- lawn grass;
- forest plants.

It is important to stress that the list of priority crops should meet both the requirement for national food security and economic feasibility. This is especially important, given that breeding, biotechnologies and PGR conservation are rather costly technologies which require a thorough analysis of the national capacity and risk analysis in each specific case (species, biotechnology, gene pool, breeding, seed production, domestic and international market, etc.).

2.2 The Most Important Biotic and Abiotic Environmental Factors Limiting Agricultural Production

Kazakhstan's territory spans over the area of 2.7 mln. km², or 70% of Central Asia. This territory can be subdivided into three geographical zones: a) southern zone, with mainly irrigated agriculture; b) northern zone suited for rainfed agriculture and livestock breeding; c) central zone located in semidesert steppes and suitable for extensive pasturing. Most of Kazakhstan's territory is an area of risky agriculture due to first of all harsh continental climate with a unique set of unfavourable abiotic and biotic environmental factors that have negative implications on agriculture and agro-bio-diversity.

Abiotic factors

Southern zone. Agricultural production in this area is based on irrigated farming. Climatic conditions in Southern Kazakhstan are quite diverse due to the lay of land (mountains, steppes, semideserts and deserts) and are highly dependent on natural atmospheric circulation. Substantial part of area under crops is located in insufficiently humidified zone. Therefore the problem of improving agricultural production in arid regions stands acute. South of Kazakhstan is characterised by harsh continental nature, aridity, active cyclonic winds. Continentality of the climate is apparent in substantial variations of meteorological factors, their annual and daily variations, high summer temperatures and low relative air humidity. Seasons change quickly, cold and unstable winters are followed by wet and warm springs, and hot dry summers are followed by wet and cool autumns. Non-frost period is about 220-230 days, average daytime temperature is 16.9°C, annual precipitation – 300-350 mm. Annual precipitation is a parameter with highest variability over the zone's area and in seasonal context. Most of the precipitation, or 78%, falls in winter-spring period, 18% in autumn and 4% in summer. Arable area in southern Kazakhstan experiences water supply problems in summer period every year caused by lack of water distribution coordination amongst Central Asian countries, even if there is abundance of water in autumn and winter.

Northern Zone. This zone includes four regions: Kostanay, Northern Kazakhstan, Akmola and Pavlodar where most of the country's agricultural lands are concentrated. Fertile black and brown soils prevail here with good water retaining capacity, high content of organics (3-9%), nitrogen and phosphorus, with prevailing dry continental climate. Precipitation fluctuates between 250-350 mm of which 13-200 mm falls as rain in summer and 60-120 mm as snow in winter. Instability of weather

conditions results in substantial variations of annual agricultural production volumes. Drought, strong thunderstorms and hailstorms also reduce yields. The vegetation period in Northern Kazakhstan is short and lasts from mid-May till mid-September. Non-frost period is only 120 days. Temperature is a major limiting factor varying from +20⁰C in summer to -20⁰C in winter. Currently main crops grown are early ripening crops such as spring wheat, potato and feed crops, although there is a potential for growing winter grain crops provided there is an abundant snow cover protecting plants from cold and increasing moisture content in the soil. Strong spring (April, May) winds are one of the serious limiting natural factors that lead to the topsoil drying out and wind erosion of the soil. The agricultural technologies in use do not facilitate productivity of crops and lead to soil degradation. Moreover, the application of unsuitable methods for tilling fallow and cultivated land leads to stronger wind and water erosion of the soil.

Central Zone. The climate is harshly continental, dry. Average annual temperature is +0.1⁰C. Annual temperature range is 33-40⁰C. Summers are hot and long. Air temperature in summer goes up to +40-46⁰C. Winter is cold and frosty (temperatures can go as low as -45-50⁰C). During especially cold winters, soil can freeze to the depth of 2m. Warm period (with daily average temperature over 0⁰C) is up to 230 days. Vegetation period is up to 200 days long. Annual rainfall is about 250 mm. Annual average wind speed is 4-5 m/s throughout the most of the territory. Moisture deficit, especially in June, in the first half of plant vegetation is the main factor negatively influencing harvests in Central and Northern Kazakhstan.

Environmental conditions in the Aral Sea region are a matter of special concern. Rapid shrinking of the Aral water surface resulted in a climate change in the region, soil salinization and desertification due to salt carryover from exposed seabed and dissemination of “salt clouds” with the wind over thousands of kilometres. As a result of salinization, the problem became acute not only for Kazakhstan but for the whole Central Asian region.

Based on the analysis of soil and climatic conditions, the following most important abiotic factors can be identified for Kazakhstan that limit agricultural production:

- drought (lack of precipitation in non-irrigated regions, lack of water in irrigated zone);
- high temperatures (with the damaging effect aggravated by hot dry winds);
- low temperatures;

- salinization;
- soil degradation.

The less extended factors with negative impact are:

- microelements deficit (zinc, copper, sulphur, iron, etc.);
- toxicity of microelements (boron);
- lodging (with the damaging effect aggravated by winds during wet weathers).

Biotic factors

Biotic factors (diseases, pests and weeds) bring a lot of damage to agriculture. In Kazakhstan, agricultural crops and pasture plants are affected by over 70 species of diseases, about 50 species of polyphage and over 100 species of specialised pests, about 120 species of weeds (Handbook on plant protection, Almaty, Kazakhstan, 2004). Harmful organisms damage product reserves and processed products. The analysis shows that there are many species/types of diseases and pests of cultivated crops as well as weeds in Kazakhstan. Listing specific biotic factors even only for major crops of Kazakhstan is not possible as part of this publication. Let's discuss only several main common features.

Infectious plant diseases caused by microorganisms (fungi, actinomycetes, bacteria, viruses, viroids and mycoplasma) damage the plants and show up through their salient signs: smut outgrowth or galls, necroses, pustules, incrustation, swelling, rot, deformation, wilting, mummification. Infections coupled with favourable climatic conditions can result in a complete loss of harvest.

Main agricultural pests in Kazakhstan include insects (*Insecta*, arthropods class), mite (*Acarina*, arachnids), eelworms (*Nematoda*, round worms), rodents (mammals), slugs (*Gastropoda*, molluscs).

The following groups (biotypes) of weeds are observed among agricultural crops and in the pastures of Kazakhstan:

- annual weeds (spring and winter types propagating via seeds and completing development cycle in one year);
- biennial weeds (propagate through seeds and complete development cycle in two years);
- perennial weeds (root sucker, rhizome, taproot and other plants propagating through seeds and underground organs).

Botanically these weeds are subdivided into monocotyledons (*Graminae*) and dicotyledons and thus have different resistance to the herbicides used.

Thus, practically all major abiotic and biotic environmental stress factors are present in Kazakhstan, and further development of agricultural production under their pressure requires active use of modern technologies and approaches. This task is made even more difficult by substantial consequences of climate change and by emergence of more and more dangerous plant diseases. Emergence and worldwide spread of a dangerous race of wheat stem rust SR Ug99 is an illustrative example. This disease was first discovered in Uganda in 1999, and since then this race has spread over Africa and reached the Asian continent (particularly, Iran). The specific feature of Ug99 is that it constantly mutates, and already seven variations of this race have been identified; and 90% of commercial wheat varieties are vulnerable to this disease. The spores of rust are carried over by wind and if one doesn't take proactive measures developing resistant varieties then food security would be jeopardized on a global scale. Obviously no single country can cope with this task, and an International Borlaug Global Rust Initiative – BGRI, has been established. And Kazakhstan, as one of the world's wheat producers, should be ready to withstand this dangerous disease.

The case of Ug99 is an example of an approach to selecting priority areas and subjects of research. Choice of a crop, of a feature to be improved, methods of addressing should first of all be determined in each case based on the economic importance of the crop (the object of the research), real and potential damages to the plants made by the stress factor (feature to be improved), most efficient and optimal approaches to solving the problem (methods and technologies). It should be noted that biotechnological methods are not always economically and socially justified, and on the contrary, are sometimes inefficient and cannot be used.

2.3 Priority Activities Aimed at Conservation and Use of Plant Genetic Resources

At a national level, the wide scale activities on PGR conservation and use should cover a wide range of stakeholders: Gene Banks, collections, nurseries, botanic gardens, gene pool farms, research institutions, breeding stations, higher learning institutions, international centres and organisations, etc. The task of efficient conservation and use of PGR in long term perspective can only be implemented on the basis of partnership between all stakeholders, targeted coordination of this work in the country. The following priority areas related to PGR can be identified as a result of review of PGR condition and breeding objectives:

- *Storing and preserving* genetic material in a form of seeds, *in vitro*, under field conditions. Improvement and optimisation of conditions and methods for long- and medium- term storage of PGR in *ex situ* collections. The collection holders should ensure the safety of collected materials using efficient storage methods and protocols. All methods of *ex situ* preservation are deemed adequate provided they ensure long-term integrity and viability of germplasm and its accessibility.

- *Regeneration*. It is needed in order to maintain viability and to increase reserves of genetic material. The procedure and methods of regeneration should guarantee genetic integrity and purity of collected samples and protection against contamination with foreign genetic material.

- *Characterization*. This work should be maintained in order to efficiently manage and use the collections. The modern days dictate that one needs to implement modern methods and technologies to identify genes that determine most important economic properties of genetic resources and the molecular characteristics of valuable genetic materials.

- *Documentation*. Maintaining passports and information support is an important activity undertaken as part of the collection. All necessary information on the PGRs should be stored in a database (preferably, as electronic information and documentation), should be regularly updated and always accessible to the users.

- *Healthy germplasm*. Maintaining germplasm in healthy state, without infections is another important component of PGR activity programme. The collection should have technical facilities enabling germplasm tests for diseases and providing users with information on the germplasm's health state.

- *Germplasm distribution and communication with the users*. Maintenance of accurate records of the distributed and disseminated material in the country is an important indicator of the collection's efficiency. Collection holders should keep records on the movement of collected material and should favour the applications and requests from partners during a regulated time period.

- *Duplication*. All important genetic materials kept in the collection shall have copies (for storage security) in another locations, including foreign countries, with proper legal documentation attached.

- *Collections replenishment*. This activity is particularly important when there is a risk of losing genetic material and urgent corrective actions to alleviate the threat are required.

- *Screening, identifying and obtaining new sources and donors* from different *ex situ* collections to ensure their prompt utilization for breeding new cultivars and hybrids;

- *Qualified staff*. Improving staff training and retraining of scientific and technical staff involved in activities on agro- and bio- diversity preservation.

- *National Bank of Genetic Recourses (Genebank) establishing*. The surveys and needs assessments to have been made during the Project realization clearly showed importance of such organization in cardinal improvement of PGR characterization, documentation, and use for food and agriculture in Kazakhstan.

- *National Strategy on PGR Conservation and Use for Food and Agriculture*. Developing and realization of such strategy is highly important for effective solutions of the problems and issues related to PGR mobilization by breeding and biotechnology tools and methods.

2.4 Important Activities on Plant Breeding and Seed Production Improvement

Breeding, as a science and technology to create new and to improve existing varieties of agricultural crops is a complex system that depends on a whole range of other scientific disciplines such as genetics, physiology, biochemistry, molecular biology, cytology, phytopathology, biotechnology, agronomy and plant growing, seed growing, meteorology, ecology, informatics, mathematical modelling, etc. The success of breeding as a complex methodology is determined by a combination of the following main components:

- use of appropriate source material in the breeding/genetic process;
- application of the most adequate methods of breeding process;
- creation of breeding material with a high level of form-building/shaping capability;
- targeted selection based on pre-set parameters and indicators;
- a complete objective assessment of the material at all stages of breeding process;
- determination of natural (ecological, geographical, soil) niche for dissemination of the new variety and development of an optimal cultivation technology;
- economic assessment of the varieties;
- organizing of elite and reproductive seeds production.

The above sections discussed the priority agricultural crops and major unfavourable factors of the environment that limit these crops' productivity in Kazakhstan. In principle, the same circumstances should determine the main areas of plant breeding.

Breeding for crop yield potential, which is the main criterion of the variety, remains one of the main areas of breeding activities. It is the underlying

basis of most breeding programmes and is one of the most difficult tasks, especially provided Kazakhstan's unstable environmental factors. This complex indicator is a function of tolerancy in unfavourable years and a factor of productivity during favourable years. This must be one of the most difficult tasks from the point of view of the use of biotechnology. Yields of a plant is a result of many components, such as photosynthesis, photorespiration, dark respiration, transport and distribution of assimilates, attraction, ontogenesis phases' length, sensitivity to photoperiod, etc. One of the most important tasks today is to improve efficiency of photosynthesis of the plants. Up to 30% of the carbon assimilated is lost through photorespiration catalysed by oxygenase activity of the key enzyme of photosynthesis, ribulose-biphosphate-carboxylase (RUBISCO) in the C-3 plants that represent the vast majority of plant species. RUBISCO can at the same time catalyse two reactions – carboxylation of ribulose-biphosphate - RBP (photosynthesis), and its oxidation (photorespiration) resulted in CO₂ emission. Carbon dioxide and Oxygen compete during this process for RBP substance, and increased CO₂ concentration in chloroplasts inhibits the enzyme's oxygenising activity, and vice versa. If one manages oxygenising activity (through modifying the enzyme or increasing carbon dioxide concentrations in the places where RBP is carboxylated), then the efficiency of CO₂ assimilation by the plants and the their biomass shall substantially increase. Such mechanisms already exist in the nature. The so called C-4 plants (e.g. maize, sorghum, etc.) are characterised by high intensity of photosynthesis with low photorespiration and high productivity that are caused by a specific CO₂ concentrating mechanism in their cells. However it should be noted that with all its attractiveness, the transformation of C-3 plants to employ C-4 metabolism still remains as a hypothetical possible option. This example merely illustrates the potential for increasing the plants' productivity through metabolism.

Breeding for resistance to abiotic environmental factors (drought, high and low temperatures, salinization, toxic elements and substances). For Kazakhstan's risky farming conditions, this area of breeding is of an utmost importance. Biotechnology methods can prove quite efficient in this area at least due to creating selection pressure (imitating the stress factor) can help select tolerant plant genotypes at a cell-level and thus substantially accelerate the breeding process.

Breeding for resistance to biotic factors (diseases, pests, weeds). This problem has been becoming more and more relevant recently due to development of more dangerous disease agents (see the example of the new race of wheat stem rust Ug99). Fight against biotic stresses and

breeding based on the resistance thereto will likely never end and will not lose its importance. As new resistant varieties and efficient preparations are developed, new strains of microorganisms, more resistant pests and weeds will appear. A constant fight for survival goes on in the nature, and the world of biotic stress factor is also subject to natural selection. Biotechnology methods can prove useful and efficient in this area, too.

Breeding for quality. High content of desired substances (e.g. starch in potatoes, protein in wheat, barley, maize, oil in sunflower, soya, rape seeds, sugar in beet, etc.); low content of undesired compounds (e.g. alkaloids in lupine, protein in brewer's barley, nitrous substances in sugar beet); suitability for processing (high flour-grinding baking properties of wheat, ability to boil soft in grain crops); keeping capacity of fruits, vegetables, potato, forage, etc.; essential amino acids (lysine, tryptophan) content in the grain crops' protein; chemical composition of oil; fibre length, etc. In order to improve the country's export potential and competitiveness of Kazakh agricultural products, breeding based on quality need to be intensified. Providing people with quality food of full value with balanced composition containing all necessary elements is one of the most important objectives.

Biofortification has been becoming a hot topic in recent years. Let's discuss this problem briefly. Many people on Earth, especially women and children, suffer from micronutrients deficit. According to the Kazakh Academy of Nutrition, over one and a half million people in Kazakhstan suffer from iron deficiency. Conventional methods of addressing the deficit of essential elements through production of nutritional supplements and biopreparations, artificial fortification of foodstuffs with microelements do not solve the problem. It becomes more and more obvious that the situation can be improved substantially only through increase of natural microelement content in the most important food crops that are part of humans' daily ration. This way, assimilability of microelements by humans' organism is more efficient compared to artificially fortified foodstuffs. This biological approach to natural increase of microelement content in the plants is called biofortification. A major international programme "Harvest Plus" has been developed and is currently being implemented under the auspices of UN, World Bank, CGIAR and other major international organisations; the programme is aimed at increasing iron, zinc and beta-carotene content in the most important food crops (wheat, rice, maize, potato, etc.). The Harvest Plus programme is an alliance of over 40 institutions and organisations involved in breeding agricultural crops with higher microelement content. Application of biotechnologies in plant breeding based on quality, while remaining a complicated task, is

nevertheless one of prospective areas, especially with regard to development of rapid, quality and accurate methods for analysing breeding and genetic materials.

Identification of the “stages, sections, points” of the breeding process where the use of biotechnology and of applied biology could help accelerate and increase the efficiency of breeding is one of the main problems today. This requires a close collaboration between a biotechnologist and a breeder, so that the breeder has understanding of the possibilities provided by biotechnologies, and the biotechnologist is aware of the objectives of breeding. The purpose and objectives of the breeder are fully reflected in the model of the variety, which is a scientific representation of the parameters of the variety being bred. Active interaction between the breeder with experts in biotechnology, PGR and applied biology (physiologists, geneticists, biochemists, morphologists, etc.) should start at this complicated stage. Such interaction and definition of specific objectives should serve as a basis for modern multi-disciplinary breeding projects and programmes.

It should be noted that modern breeding is advancing to completely new levels due to the changes that occurred in biological science over the last three decades. They are based on the new concepts in the area of heredity and on new methodologies. Modern approaches not only completely changes the traditional breeding but also substantially expanded the limits for application of new methods in plant modification.

To improve efficiency of breeding and to accelerate breeding processes in Kazakhstan, one needs to introduce phytotrons on a wide scale. The geographical location of the country with a relatively short vegetation period makes traditional structures of “in the field” breeding systems more of a limiting factor. Typicalities of selection from hybrid population are identified only 4-6 times in a decade. During a non-typical year (as was the case in dry 2010), selection of only best phenotypes can lead to loss of best genotypes that would provide best yields in typical years. In other words, bad conditions help identify tolerant forms but make it difficult to identify the biological productivity potential. Controlled conditions of a phytotron could help substantially improve reliability in genotype identification and to accelerate the breeding process. Using phytotrons, one can model different “selective backgrounds” for evaluation of the genetic material imitating any environment and, more importantly for Kazakhstan, to continue breeding all year round.

Thus, successful development of breeding and seed production requires adoption of a range of measures at national level including:

- expanding genetic and breeding researches and bringing breeding to a new level with active utilization of modern methods of applied biology and biotechnology, active utilization of artificial climate techniques;
- development of ICTs in breeding process;
- improvement of legislative and regulatory framework governing breeding, seed production and PGR;
- joining of Kazakhstan to the International Union for Protection of New Varieties of Plants (UPOV) and the International Seed Testing Association (ISTA);
- improvement of methodologies of state testing of varieties, expedited testing procedures;
- introduction of efficient variety replacement and seed production systems;
- creation of a National Gene Bank, active involvement of international plant genetic resources;
- intensification of international cooperation;
- training of highly qualified specialists.

2.5 Priority Areas of Biotechnology to Address Breeding Issues and Sustainable Use of PGR

The foregoing sections of this document have provided an overview of the most important issues of crop breeding and PGR in Kazakhstan, i.e. what crops, their breeding and economic properties as well as the objectives of saving PGR and their properties should be addressed to biotechnologies. When selecting priority areas in biotechnology, it is important to clearly understand that this is first of all a methodical approach (method) and a means to solve practical tasks, in specific circumstances, i.e. aimed at improving agricultural crops, maintaining and using the PGR. At the same time it is important to keep several important considerations in mind: firstly, the scientific and technical capacity already available in the country as well as the work already done in certain areas of biotechnology in the country; second, the areas of biotechnology that are economically important for the country; third, the time before these technologies give practical results, and fourth, timeliness and outlooks of the biotechnology areas being developed. The adequacy and efficiency of the biotechnologies used is also an important consideration in each specific case. In other words, should there be several ways to achieve the objective; one should choose the most economic and methodologically justified/adequate technologies and methods.

Biotechnology represents a modern scientific and methodological base for further improvements in agriculture that has accumulated the best achievements of modern day's biological science. It should be noted that in public opinion, modern biotechnology is largely associated with gene/genetic engineering. The gene engineering (GE) is only one part and component of biotechnology involving genetic reconstruction of the plant through introduction of foreign genes and making genetically modified organisms (GMO). Modern applied biology, in combination with traditional breeding, provides the researchers with a wider array of methods to further improve plants and increase agricultural production. Such methods include, for example, experimental haploidy, molecular and biochemical markers of economically important traits, molecular characterization of PGR, cryoconservation of cells and tissues, embryoculture, etc. These methods are based on realization of the potential capabilities of the plants without introduction of foreign genes, and they can substantially improve the efficiency of breeding and of the PGR objectives. Moreover, it is advisable to expand the conception of "biotechnology of agricultural plants" at the modern state of applied biology and biotechnology development. Such "expansion" can be justified by at least two definitions of biotechnology: "industrial use of biological systems and processes" and "multidisciplinary biological science and industry". In this context, many bioprocesses and bioindicators at the different levels of plant organisation can be considered as biotechnologies if they can be used "en masse" in breeding and thus expedite the breeding process.

Considering the current state and perspectives for development of breeding, PGR and biotechnologies in Kazakhstan, importance of their active interaction for effectively addressing the objectives of agricultural production and sustainable conservation of agricultural and biological diversity, one needs to develop and implement in practice the following main areas of plants' biotechnology and applied biology:

- biotechnologies based on molecular and protein markers of valuable breeding properties/traits (development and introduction of marker-assisted technologies in the breeding process and PGR characterization);
- biotechnologies based on experimental haploidy, cell selection and other *in vitro* culture methods;
- biotechnologies aimed at rapid reproduction and sanitation of valuable plant genotypes; virus-free plant production;
- biotechnologies based on embryoculture for distant hybridization;
- biotechnologies based on somatic hybridization by protoplasts/cells fusion and cell organelles transfer;
- biotechnologies based on gene/genetic engineering;

- introduction of modern methods and technologies of gene identification that determine the most important economically valuable properties/traits; creation of molecular passports of genetic resources (germplasm genotyping);
- physiological and biochemical processes and indicators coupled/connected with valuable breeding and economic features/traits;
- cytological, morphological, and morpho-physiological indicators coupled/connected with economic and breeding features (germplasm phenotyping);
- improvement and optimisation of technologies and methods of mid- and long-term storage of PGR in *ex situ* collections, cryoconservation;
- strengthening of technical infrastructure and capacity, stimulation of activities aimed at introducing biotechnologies in breeding processes and in the PGR;
- improvement of systems of staff training and retraining of research and technical personnel involved in the activities aimed at introducing biotechnologies in breeding processes and in PGR;
- development of legislations in the fields of on regulations, biosafety, and use of gene/genetic engineering in plant breeding.

It should be noted that the use of biotechnologies in breeding and for the purposes of PGR can only be efficient if biotechnologists work with the breeding material and valuable plant genetic resources. In other words, it is important to have biotechnology as part of programmes and projects on breeding and PGR as their integral parts and components. Only such an approach can help increase the level of activities in breeding and PGR and at the same time improve the efficiency and relevant of the biotechnologies used in Kazakhstan. It should be kept in mind the PGR and breeding process are the main beneficiaries of the biotechnologies, and their effect can only be measured in practice and in production process.

2.6 Improving Technical Skills and Building Scientific Capacity

The strategy for efficient use of biotechnologies in breeding and plant genetic resources (PGR) areas, and their interaction, should include continuous improvement of the structure and function of all participating research institutes, breeding stations, collections and gene banks. Currently, most of these institutions do not have up-to-date facilities and equipment and they are in need of assistance from the government and international organizations. For the integration of Kazakhstan into the global scientific and technological process it is necessary to introduce quality standards for GLP (Good Laboratory Practice) and GSP (Good Scientific Practice). Improvement of facilities and equipment of

organizations in the field of breeding, PGR and biotechnology is one of the priority tasks to ensure development and interaction of these science and technology areas.

Information and analytical support in the field of biotechnology, breeding and PGR is crucial for efficient organization of the strategic process aiming to activate development and interaction of these components to improve plant productivity. It is necessary to have a common information platform based on common standards for storage and reporting on PGR, breeding and genetic material, methods and techniques used.

An important component of this activity is the training of scientific and technical staff, expert training in new technologies and methods for plant breeding, biotechnology and PGR, staff retraining through various training courses and programs, studying the experience of foreign agencies, providing consultations, lectures and guidance by leading scientists and experts, etc.

The current situation in Kazakhstan and Central Asia is characterized by low public awareness of the issues of agro-biodiversity, risks and benefits of modern biotechnologies, food security threats due to global climate change, incomplete understanding of the importance of PGR conservation and breeding high-yielding and stress tolerant crop varieties. Therefore, the most important tasks also include improvement of environmental awareness and responsibility for the conservation of agricultural biodiversity and, respectively, for food security both locally and globally. Thereby, the main objectives in this area are as follows:

- development and strengthening of the material and technical infrastructure and encouraging public authorities at various levels to provide the funds for development of plant breeding, biotechnology, conservation and research in the field of PGR;
- ensuring favorable conditions for partnership and integration of all interested organizations and agencies to ensure the activity efficiency;
- providing state support for biotechnology, plant breeding, conservation and research into the PGR as a strategically important area of work for food security and bio-safety of the country and the region;
- promotion of public awareness of the socio-economic importance of PGR, their conservation and efficient utilization in breeding, as well as of the role and risks of using biotechnologies for development of the new varieties of plants, through mass media;
- improvement of managing documents and exchanging and sharing information on PGR, agrobiodiversity, modern methods of plant breeding and biotechnology;

- improvement of systems for training and professional development of scientific and technical staff members involved in complex activities in the field of biotechnology, plant breeding and agro-biodiversity.

3 ARRANGEMENTS, FORMATS AND APPROACHES TO IMPROVING EFFICIENCY OF BIOTECHNOLOGIES FOR VARIETY BREEDING AND PGR RELATED ISSUES

The previous sections of this work were mainly devoted to the condition and the main directions of work in the field of biotechnology, breeding and PGR. Our analysis of the national scientific and technical programs, as well as the volume of their funding shows that Kazakhstan in recent years has started paying attention to the development of biotechnology, breeding and PGR. However, the linkages between these directions remain weak and inefficient and, as noted above, their development in the country takes place without close interaction and mostly goes in isolation. In the process of project implementation, it was becoming increasingly clear that improving biotechnologies efficiency for breeding and PGR utilization require prime measures and immediate actions in such areas as funding, coordination, management, regulation, partnership, and cooperation.

3.1 Funding

One of the key conditions for the implementation of scientific and technical policy in the field of biotechnology, breeding and PGR is a funding mechanism. In current conditions the funding system should provide support for both practically valuable and vulnerable areas of the R&D. Such funding system should combine target-oriented principles with broad engagement of funds from various sources for specific programs and projects. To date, sources of financing of scientific and technological activities in Kazakhstan are as follows:

- national targeted science and technology programs;
- basic and applied research programs of the various ministries and departments;
- targeted innovation and investment facilities;
- funds from various international and national facilities and grants;
- international programs and projects;
- funds earned by the institutions through provision of various products and services.

Analysis of biotechnology, breeding and PGR financing in Kazakhstan over the past five years shows that the main source of funding is the state budget. In the period 2009-2011, these activities were financed under the

following scientific and technical programs of the Ministry of Agriculture and Ministry of Education and Science:

- applied research studies in the agricultural sector;
- program of basic research in biological and medical sciences entitled "Mechanisms of biological systems functioning - basis for the development of innovative technologies for medicine, agriculture and environmental protection";
- replenishment, research and maintenance of collections of plants, animals, microorganisms and unique genetic banks for the biodiversity conservation in Kazakhstan;
- development of molecular genetics and bioengineering techniques for the accelerated creation of new high yielding crop varieties and their introduction into the breeding practices for further strengthening of the national food security;
- development and use of genetic engineering and cell biotechnologies in medicine, agriculture, environment, food and processing industry;
- scientific and technical support for the state regulation of handling genetically modified objects in the Republic of Kazakhstan.

The share of international programs and projects as well as innovation and investment facilities in the total volume of funding available for biotechnology, breeding and PGR is insignificant. These works virtually do not get any financial support from agriculture and biotechnology production sectors, national and international companies. This is yet another confirmation that domestic scientific findings are in weak demand by the economy, and end consumers/users do not contribute to the formation of the research programs. As repeatedly noted, many scientific areas are developing without close interaction, sometimes duplicating each other, due to the presence of cross-sectoral and cross-departmental barriers, lack of a coordinating body for the entire system of scientific research, which would develop and coordinate major multi-disciplinary projects. More than 10 ministries and departments have scientific research programs financed from the state budget, and each agency follows its own "scientific research" policy. The Government recognizes that "...the majority of projects for innovative products development are developed under the agencies' initiative, rather than based on the orders by the regions or on demand for technical and scientific product, meaning that developers themselves invent a product and subsequently have to look for ways to apply it... Management and funding model of applied science in Kazakhstan is largely focused on meeting the scientific research interests, rather than on solving problems of technological nature..." (Program of the innovations development and technological modernization facilitation in the Republic of Kazakhstan for 2010-2014).

Our analysis of the financing of scientific research studies on biotechnology, breeding and PGR shows that today there are virtually no large-scale multidisciplinary projects bringing together the efforts in these areas for the purpose of resolving specific practical issues. According to scientists, the main reason for that is cross-departmental institutional disunity. Even within a single research organization it is not possible to develop interdisciplinary projects. To overcome these and other negative factors, a new system of science and technology financing is being developed currently in Kazakhstan. According to the new law of the Republic of Kazakhstan adopted in 2011, funding will be made through the following arrangements:

- basic financing;
- grant financing;
- targeted program financing.

Time will show whether the system will prove efficient. It is clear that without radical reforms of the mechanisms of funding, coordination and management, as well as collaboration and partnership, there can be no efficient relation between science and production (and in the context of this discussion, it should be stressed that there should be such cooperation between biotechnology, PGR and breeding).

3.2 Cooperation, Partnership, Coordination and Management

Use of PGR, biotechnology and plant breeding for resolving common issues in agriculture and food production shall be based on efficient and mutually beneficial cooperation, partnership and coordination at all levels. Cooperation shall take different forms depending on the specific tasks and issues. Major conditions for partnership include the following: the unity of purpose, the complete trust between the participating organizations, adequate financial resources, compliance with international standards for laboratory research, as well as storage and collection management. In case of partnership some institutions might be selected to be the leaders for the implementation of large multidisciplinary projects and programs, depending on the nature and specifics of the tasks. The selection of these organizations will be based on their comparative advantages, facilities and equipment available, personnel qualifications, sustained interest in this area and the ability to implement it on a long-term basis.

Collaboration and cooperation may have a multilateral or bilateral nature and cover all areas of biotechnology, breeding and PGR. These areas of cooperation may include: breeding of new crop varieties, development and

practical use of biotechnology for resolving issues of breeding and PGR, documentation, regeneration and safe duplication of PGR samples, quarantine, research, evaluation, characterization, and distribution of collection samples, participation in various research projects, compiling databases on PGR and biotechnology methods, harmonizing of the legal framework and legislation in the sphere of PGR, breeding and biosafety, etc.

At the present stage of science and technology development, with the ever-increasing impact of climate change on all spheres of economy and production, it is crucial to develop large multi-disciplinary and multi-sectoral projects and programs aimed at resolving the problems of agriculture. This is especially relevant for the mobilization of PGR, biotechnology and crop breeding for food and agriculture. So far, unfortunately, it was not possible to ensure development and, especially, effective management, coordination, monitoring of such projects and programs. Recognizing the critical importance of such issues, and according to a new "Law of the Republic of Kazakhstan on Science" (# 407-IV, 18.02.2011), National Research Councils (NRC) are being established in the country; their tasks, among others, include identification of scientific research areas, definition of the forms and amounts of funding, selection of projects and programs, and monitoring and evaluation of work performance. NRCs' members include representatives of various ministries, agencies and organizations that, in theory, should help overcome interagency barriers in the area of science and technologies. In this case also, time and practice will show if this new system will be efficient. However the sole fact of such innovations in the area of cooperation, partnership, coordination and management is certainly positive.

3.3 Regulatory and Legal Aspects

Current legislation of the Republic of Kazakhstan is based on the statutes of the Constitution representing a system of legal institutions, rules and regulations, as well as on a number of laws and decrees by the President, government decrees, regulations related to issues of conservation and natural resources, protection of breeding achievements, biosafety and other regulation issues in the sphere of PGR, breeding and biotechnology. However, the existing legal mechanisms of regulation in these areas have many gaps and contradictions. Further efforts are required to change and revise existing legislation, as well as to establish new directions of legislative policy for targeted work. The most important task is the development of legislation on intellectual property rights, access to genetic resources and achieving equal benefits from their use.

The system of international law is an important regulatory mechanism in the field of breeding achievements, biosafety, conservation, PGR use and exchange, which is based on the balance of international obligations and the sovereign right of States over their biological resources and achievements. The main units of the system are International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) and Global Plan of Action on Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (Global plan); the Convention on Biological Diversity (CBD); International Union on Protection of New Varieties of Plants (UPOV); a number of agreements of the World Trade Organization (WTO); Cartagena Protocol on Biosafety (CPB). Improvement of the legal frameworks in the field of PGR, biosafety, and breeding is carried out as follows:

- signing and ratification of international agreements, contracts and documents in the sphere of PGR, biosafety and breeding achievements;
- further improvement of existing legislation on the conservation of agricultural biodiversity, biosafety and biotechnology, plant breeding and intellectual property;
- development of legislation on regulation of access to genetic resources and receiving equal benefits from their use;
- fulfillment of obligations arising from membership and participation in various international organizations and treaties;
- ensuring effective coordination for the implementation of international commitments and establishment of the monitoring mechanisms for this activity.

3.4 International Cooperation

Research studies in the field of biotechnology, PGR and breeding, education and implementation in the country are conducted by a wide network of scientific research institutes, experimental stations and farms, universities, institutes and other institutions. The agricultural and biotechnology industries of the country face numerous challenges, and it is crucial to overcome those in order to ensure stabilization and economic growth, food security and poverty elimination. It is important to strengthen the country's international relations in the field of agricultural and biological sciences, training and skills development, exchange of breeding and genetic material, the use of advanced scientific instruments and approaches, introduction of new technologies and highly productive stress resistant varieties.

International cooperation is one of the most important mechanisms for achieving the goal of mobilizing the PGR for food and agriculture. This cooperation is based on the balance of international obligations on agro-

biodiversity conservation and the sovereign right of states to use their plant genetic resources. As already noted, the system of international cooperation for the conservation, utilization and mobilization of PGR includes a range of global, regional and bilateral conventions, agreements, programs, projects and organizations, as well as information networks, databases and data banks. The development of international cooperation should be carried out as follows:

- fulfillment of international obligations in the field of PGR, biosafety, intellectual property etc., arising from the country's membership in international agreements and participation in international organizations such as FAO, UPOV, etc.;
- organization of effective intergovernmental coordination in the field of conservation and use of PGR, crop varieties;
- interaction with international development agencies and financial institutions for attraction of international expertise and resources;
- use of existing capacity and financial resources provided by international donors for supporting priority activities;
- active cooperation and involvement into the programs and projects of the international research and educational centers.

The most important role in the fulfillment of tasks considered in this publication, in the establishment of cooperation and coordination in the field of PGR, biotechnology and plant breeding, as well as in improving scientific research quality in the country, is given to the international centers and organizations.

At present, a number of organizations of the CGIAR are operating in Kazakhstan, including the world-renowned centers for improvement of crop varieties, such as CIMMYT, ICARDA, IPGRI (Bioversity Int.), CIP, ICRISAT and IRRI. These centers might be and should be of great assistance to the country in efficient conservation and utilization of PGR, in collections replenishment, as well as in breeding and genetic and biotechnological research studies. In order to utilize these centers efficiently, it is necessary to identify the general and specific objectives for each center to develop and implement joint programs and projects. In particular, international centers may be responsible for supporting activities related to certain important crop varieties, if they have a mandate for these plant species. These specialized centers can develop international and regional projects on certain issues related to PGR, breeding and biotechnologies, and participate in their joint implementation. An almost 15-years operational experience of the Consultative Group on International Agricultural Research in Kazakhstan demonstrates the effectiveness of combining of national programs with leading international research centers actively

mobilizing international experience, richest global plant gene pools, modern techniques and methodologies for crop improvement, consultations of leading international scientists, supporting smooth integration of the country into the modern global scientific and technical community.

4 CONCLUSION

«...it is no longer possible to live for today only, meeting only the current challenges ...» (Kazakhstan Development Strategy till 2030)

The whole world, and in particular the progressive international community is watching the rapid movement of Kazakhstan on its way of becoming an independent, prosperous and politically stable country. The pace and quality of economic growth, political stability and sustainability, strong and well-targeted reforms in all areas of the state and society have brought Kazakhstan to the new stage of development and awareness of its role and place in the modern world.

Kazakhstan is committed to active public research and innovation policies aimed at promoting science and innovation related activities in the country. International cooperation in the area of science has been actively pursued, and support and assistance of international institutes and forums were used to the full. As a land resource rich country with significant scientific capacity and well-developed economy infrastructure, Kazakhstan has huge possibilities for increasing agricultural production and becoming a globally leading exporter of high quality grain and other agricultural products. Kazakhstan is now considered as the most important region to ensure global food security for the population of the Earth. Based on the official estimates, it will be necessary to produce 3 billion ton of cereals globally by 2025 to provide 8 billion people with food. To achieve this, the annual growth of production of wheat as the most important food staple should be 2% (compared to the current annual growth of 1.3%). And it should take place, despite the growing influence of unfavorable factors, such as reduction in water availability, more frequent droughts, increasing temperatures, land degradation, emergent dangerous disease agents and increasing use of agricultural products for biofuel and livestock needs.

There is no doubt that it will only be possible to successfully overcome these negative factors and ensure sustainable development of agricultural production both in Kazakhstan and globally through new technologies and scientific development. In the modern world, technology and innovations are factors of the national competitiveness and food safety.

The higher scientific-methodical and coordination bodies in the field of agricultural science, agricultural biology and biotechnology in the Republic are the Ministry of Agriculture, Ministry of Education and Science, Joint Stock Company “KazAgroInnovation”, National Center for Biotechnology. Agricultural and biotechnology research studies, education and extension in the republic are represented by a wide network of research institutes, trial stations and farms, universities and other institutions. National systems of agricultural and biological research are capable to mobilize rich plant genetic resources for agriculture needs and food production, to provide science and industry with advanced practices and technologies, high-yielding plant varieties and to contribute to the agricultural development and revenues from this sector. As we have tried to demonstrate by this document, one of the major conditions is efficient interaction of breeding and biotechnology with the purpose of mobilization of plant genetic resources for the development of new high-yielding stress resistant varieties. A very evident demonstration of the importance of such interaction is active development of a new breeding trend which represents a “Genomic Selection” defined as “analysis and application of molecular information in breeding”. Such information can be obtained through modern methods of applied biology and biotechnology.

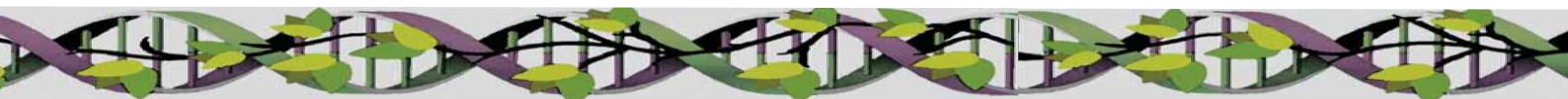
Our contacts:

Address: CIMMYT-Kazakhstan, P.O.Box1446, Astana, 010000,
Kazakhstan

Tel./Fax: +7(7172)-343713

E-mails: m.karabayev@cgiar.org; iskandarova@inbox.ru;
y.zelenskiy@cgiar.org; a.baitassov@cgiar.org

**М. Карабаев, К. Искандарова, Ю. Зеленский,
А. Байтасов, Р. Жапаев**



**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
РАСТЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ:
СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ**



Астана 2011

Международный центр улучшения пшеницы и кукурузы (СИММИТ) Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан

Карабаев М.К., Искандарова К.А., Зеленский Ю.И., Байтасов А.А., Жапаев Р.К.

Эффективность биотехнологий для селекции и генетических ресурсов растений в Казахстане: состояние и пути улучшения. - СИММИТ-Казахстан - Астана, 2011 - 82 с.

В аналитическом обзоре дана оценка состояния генетических ресурсов растений, селекции и биотехнологии растений в Казахстане, определены первоочередные задачи и мероприятия по дальнейшему развитию этих направлений в стране, их активному и эффективному взаимодействию. Анализ проведен в рамках выполнения проекта Организации по продовольствию и сельскому хозяйству ООН (ФАО) TCP/KAZ/3202 «Повышение эффективности биотехнологии для нужд селекции и генетических ресурсов растений».

Аналитический обзор предназначен для лиц, принимающих решения, ученых и специалистов в области генетических ресурсов растений, биотехнологии и селекции растений.

© СИММИТ-Казахстан, 2011

Содержание

	ВВЕДЕНИЕ	43
1	СОСТОЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ, СЕЛЕКЦИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ	45
1.1	Состояние вопроса по сохранению и использованию генетических ресурсов растений в Казахстане	45
1.2	Состояние селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Казахстане	50
1.3	Состояние биотехнологии растений в Казахстане	53
2	ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ СЕЛЕКЦИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ	56
2.1	Приоритетные сельскохозяйственные культуры Казахстана	56
2.2	Важнейшие абиотические и биотические факторы среды, ограничивающие сельскохозяйственное производство в Казахстане	58
2.3	Приоритетные виды деятельности в области сохранения и использования ГРР в Казахстане	62
2.4	Важные направления деятельности по улучшению селекции и семеноводства в Казахстане	64
2.5	Приоритетные направления работ в области биотехнологии для решения задач селекции и устойчивого использования ГРР в Казахстане	69
2.6	Улучшение технических возможностей и наращивание научного потенциала	71
3	МЕХАНИЗМЫ, ФОРМЫ И ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СЕЛЕКЦИИ И ГРР В КАЗАХСТАНЕ	73
3.1	Финансирование	74
3.2	Сотрудничество, партнерство, координация и управление	76
3.3	Законодательные и правовые аспекты	77
3.4	Международное сотрудничество	78
4	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80

Список сокращений

ВИР	-	Всероссийский институт растениеводства им. Н.И.Вавилова
ВЦО	-	Всемирный центр овощеводства
ВТО	-	Всемирная торговая организация
Глобальный План	-	Глобальный план действий по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для продовольствия и сельского хозяйства
Глобальный Фонд	-	Глобальный фонд по разнообразию сельскохозяйственных культур
ГРР	-	Генетические ресурсы растений
ИКАРДА	-	Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах
ИПГРИ	-	Международный институт генетических ресурсов растений (Bioversity Int.)
ИРРИ	-	Международный институт исследований риса
ИФПРИ	-	Международный институт по исследованию продовольственной политики
КАИ	-	АО «КазАгроИнновация»
КГМСХИ	-	Консультативная группа международных сельскохозяйственных исследований
МДГРР	-	Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и сельского хозяйства
МОН	-	Министерство образования и науки
МСХ	-	Министерство сельского хозяйства
НИИ	-	Научно-исследовательский институт
НССХИ	-	Национальная система сельскохозяйственных исследований
НЦБ	-	Национальный центр биотехнологии РК
ООН	-	Организация Объединенных Наций
СИММИТ	-	Международный центр улучшения пшеницы и кукурузы
СИП	-	Международный центр картофеля
СССР	-	Союз Советских Социалистических Республик
УПОВ	-	Международная конвенция и Международный союз по охране новых сортов растений
ФАО	-	Организация по продовольствию и сельскому хозяйству ООН
ЦАЗ	-	Центральная Азия и Закавказье
ЦАЗСГРР	-	Центрально-Азиатская и Транскавказская сеть по ГРР

ВВЕДЕНИЕ

Казахстан, обладая богатыми земельными ресурсами, достаточно развитой инфраструктурой сельскохозяйственного производства и высоким научным потенциалом, имеет огромные возможности для того, чтобы стать лидирующим в мире экспортером высококачественного зерна и другой сельхозпродукции, обеспечивая при этом собственную продовольственную безопасность – важнейшую составляющую экономической безопасности любого государства. В перспективе Казахстан рассматривается и как важнейший регион в обеспечении продовольственной безопасности в мировом масштабе. По официальным аналитическим данным к 2025 году в мире должно производиться около 3 млрд. тонн зерновых культур для обеспечения 8-миллиардного населения Земли, при этом, ежегодный рост производства важнейшей продовольственной культуры – пшеницы, должен составлять не менее 2%. Несмотря на разницу в сценариях изменений природно-климатических, экономических и социально-демографических условий в разных регионах мира, общим фоном будет нарастание влияния неблагоприятных факторов, связанных с глобальным изменением климата, таких как повышение температуры, сокращение водообеспеченности, засуха, деградация земель, появление новых опасных рас возбудителей болезней, увеличение использования продуктов растениеводства на получение биотоплива и нужды животноводства.

Вне всякого сомнения, что преодоление этих негативных факторов и устойчивое развитие сельскохозяйственного производства, как в Казахстане, так и в мировом масштабе, в решающей степени зависят от новых технологий и развития научной сферы.

В настоящее время, по урожайности многих сельскохозяйственных культур Казахстан занимает одно из последних мест в мире. Так, урожайность яровой пшеницы – основной экспортной культуры страны, в среднем составляет 1 тонну с гектара. По этому показателю Казахстан делит последние места в мире с такими странами, как Монголия, Ливия и Боливия, в то время как наши ближайшие страны-соседи – Россия и Китай, получают урожаи в 2 и 4 раза выше, соответственно. Во многом это обусловлено почвенно-климатическими условиями Казахстана с многочисленными резко контрастными экологическими зонами (рискованного земледелия). Но следует признать и то, что в Казахстане до сих пор остается нереализованным значительный потенциал для повышения

продуктивности растений, в частности, такие его составляющие, как модернизация инфраструктуры сельскохозяйственного производства и использование современных методов биологии и биотехнологии в селекции.

В основу становления и дальнейшего развития биотехнологии, которая определяется как «промышленное использование биологических систем и процессов», легли идеи и методы молекулярной и клеточной биологии, молекулярной генетики, микробиологии вирусологии, биохимии и физиологии. Эти научные направления способствовали появлению новых методов и методологий улучшения сельскохозяйственных растений, сохранения и рационального использования генетических ресурсов растений (ГРР). К ним относятся, например, гаплоидная селекция, разработка и использование молекулярных и биохимических маркеров хозяйственно-ценных признаков и связанных с ними физиологических процессов и показателей, молекулярно-генетическая характеристика ГРР, криоконсервация клеток ценных генотипов и др. Их использование, в сочетании с традиционной селекцией, несет огромные возможности дальнейшего улучшения растений и увеличения сельскохозяйственного производства.

Таким образом, для Казахстана одной из неотложных задач на сегодня является повышение урожайности сельскохозяйственных культур через создание новых сортов на основе использования передовых биотехнологий и мобилизации генетических ресурсов растений. Одним из главных препятствий на этом пути является слабая связь между биотехнологией, селекцией и изучением генетических ресурсов растений. Казахстан имеет довольно сильные позиции в каждой из этих областей, однако до сих пор они развиваются без тесного взаимодействия. Биотехнологические методы и разработки, в большинстве случаев, не выходят за пределы лабораторий. Селекционеры практически не применяют биотехнологии в своих селекционных работах. Методы биотехнологии и молекулярной биологии для характеристики, изучения и использования ГРР для селекции практически не применяются.

В период 2010-2011 гг. в Казахстане выполнялся проект Организации по продовольствию и сельскому хозяйству ООН (ФАО) ТСР/КАЗ/3202 «Повышение эффективности биотехнологии для нужд селекции и генетических ресурсов растений». В реализации проекта участвовали Министерство образования и науки Республики Казахстан (МОН РК), Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан (НЦБ), Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан (МСХ РК), АО «КазАгроИнновация» МСХ РК (КАИ), Международный центр улучшения пшеницы и кукурузы (СИММИТ).

В рамках реализации проекта проводилась оценка состояния и перспектив развития в Казахстане селекции, биотехнологии и ГРР, определение первоочередных задач и мероприятий по дальнейшему развитию этих направлений в стране, их активному и эффективному взаимодействию. В период 2010-2011 гг. около 40 ведущих ученых и специалистов посетили все ведущие научно-исследовательские организации в области биотехнологии, селекции и ГРР, расположенные в Северном, Северо-Западном, Юго-Восточном, Южном и Юго-Западном Казахстане. В местах посещения ученые ознакомились с состоянием изучаемых проблем и провели мониторинг на основе специально разработанного опросника. Кроме того, были проанализированы реализуемые в Казахстане научно-технические программы в области аграрной науки, биотехнологии и биологии. Также были изучены отчеты и документы международных проектов и организаций. Основные итоги этой работы представлены в настоящей публикации.

1 СОСТОЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ, СЕЛЕКЦИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

1.1 Состояние вопроса по сохранению и использованию генетических ресурсов растений в Казахстане

Одним из первых, кто осознал и обосновал необходимость сбора, сохранения, и изучения генетических ресурсов растений был знаменитый ученый Николай Иванович Вавилов. Н.Вавилов создал научную теорию интродукции растений на основе многочисленных оригинальных данных по ботанической географии, эволюции растительного мира, последовательности этапов изменчивости в пространстве и во времени, свойственных культурным и дикорастущим растениям и, внес тем самым, огромный вклад в мировую науку. Многие его работы, в том числе посвященные центрам происхождения культур, остаются востребованными и актуальными до сегодняшнего дня. Н.Вавилов и его научная школа внесли неоценимый вклад в изучение и сохранение ГРР в регионе Центральной Азии, включая Казахстан.

Внимание мировой общественности к проблемам генетических ресурсов растений резко активизировалось в конце 1970-х годов. Первая международная дискуссия, касающаяся юридических и политических аспектов мобилизации ГРР, состоялась на XX Конференции ФАО в 1979 году. В 1983 году был принят «Международный договор по генетическим ресурсам растений», который подписали 113 стран мира. В 1992 году на Конференции ООН

по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро была принята «Конвенция о биологическом разнообразии», подписанная на сегодня 170 странами мира, в том числе и Казахстаном. Следующим фактором консолидации мирового сообщества по данному вопросу стала IV Конференция ФАО по ГРР, которая состоялась в 1996 году в Лейпциге. Итогом этой конференции стали «Лейпцигская декларация по сохранению и устойчивому использованию ГРР для продовольствия и сельского хозяйства», подписанная 154 странами, и «Глобальный план действий по сохранению и устойчивому использованию ГРР для продовольствия и сельского хозяйства». Эти события явились свидетельством признания мировым сообществом того факта, что сохранение агробιοразнообразия – дело всего человечества, а не одной или нескольких стран.

Сбором, сохранением и изучением генетических ресурсов растений до 1990-х годов занимался Всесоюзный институт растениеводства им. Н.И.Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург, который имел свои филиалы в разных регионах, в том числе в регионе ЦАЗ. После обретения независимости связи государств – бывших союзных республик с ВИРОм практически прекратились. Возникла реальная угроза потери коллекций генетических ресурсов растений в этих странах. Из-за экономических трудностей практически все имеющиеся образцы растений стали храниться в научно-исследовательских институтах при комнатных условиях и температурах, и для сохранения всхожести образцов их нужно было высевать каждые 3-4 года.

В декабре 1995 года состоялось первое совещание представителей стран ЦАЗ и международных центров Консультативной группы международных сельскохозяйственных исследований (ИКАРДА, СИММИТ, ИФПРИ и др.) по определению приоритетов в области сельского хозяйства. Одной из задач первостепенной важности было названо сохранение генетических ресурсов растений. В 1996 году была создана Центрально-Азиатская сеть генетических ресурсов растений, преобразованная в 1999 году в Центрально-Азиатскую и Транскавказскую сеть генетических ресурсов растений (ЦАЗСГРР, CATCN-PGR), членами которой стали все восемь государств Центральной Азии и Закавказья. Начиная с 1998 года, стали организовываться экспедиции по сбору местных сортов и их диких сородичей с участием ученых стран ЦАЗ и представителей международных центров Консультативной группы. В каждой стране региона были определены головные научно-исследовательские институты по сохранению, документированию и изучению генетических ресурсов растений. В Казахстане такая роль была возложена на Казахский НИИ земледелия и растениеводства. Во

многих НИИ страны стали создаваться или восстанавливаться хранилища генетического материала. На сегодняшний день в большинстве НИИ хранилища функционируют, хотя и требуют модернизации. В основном, это среднесрочные хранилища, с регулируемой температурой до +4⁰С. В дальнейшем, по мере возможности, предусматривается создание хранилищ долгосрочного хранения, а также использование методов криоконсервации. В целом для Казахстана на повестке дня стоит вопрос создания специализированного Национального хранилища генетических ресурсов растений и животных для долгосрочного хранения материала.

В настоящее время в Казахстане и регионе ЦАЗ выполняется несколько национальных и международных проектов по сбору, сохранению, изучению и использованию генетических ресурсов растений. В рамках этих проектов хранилища получили необходимое оборудование и приборы, завершается работа по инвентаризации и документации коллекций сельскохозяйственных культур. Планируется, что в конечном итоге, все коллекции сельскохозяйственных культур, имеющиеся в стране, будут находиться в специализированных хранилищах, отвечающих требованиям *ex situ* сохранения. В Казахстане также выполняется несколько проектов по сохранению гермоплазмы в условиях *in situ*. При этом важно, чтобы способы сохранения объектов *ex situ* и *in situ* гармонично дополняли друг друга и были направлены на достижение конечной цели – сохранение, восстановление и устойчивое использование ГРП для сохранения биоразнообразия, развития сельского хозяйства и производства продовольствия.

Большое значение для Казахстана имеет установление тесного и активного сотрудничества с ВИРОм. В настоящее время в ВИРе имеется 21965 образцов, собранных в Казахстане и регионе ЦАЗ и сохраняемых в среднесрочном хранилище института. Распределение этих образцов по культурам следующее:

- зерновые - 9590 образцов;
- овощные - 4488 образцов;
- кормовые - 3706 образцов;
- плодовые - 1603 образца;
- технические - 1358 образцов;
- бобовые - 847 образцов;
- лекарственные и ароматические растения - 373 образца.

Образцы из Казахстана и региона ЦАЗ имеются также в генбанках ИКАРДА (Сирия), СИММИТ (Мексика), USDA (США), в Гатерслебене (Германия).

В Казахстане приоритетными являются коллекции, находящиеся в следующих организациях:

№	Держатели коллекций	Количество образцов
1	Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Алматинская область	15470
2	Приаральская опытная станция генетических ресурсов растений им.Н.Вавилова, Шалкар, Актюбинская область	9369
3	Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.Бараева, Акмолинская область	7197
4	Казахский НИИ картофелеводства и овощеводства, Алматинская область	11670
5	Казахский НИИ плодоводства и виноградарства, Алматы	3520
6	Научно-инновационный центр животноводства и ветеринарии, Алматы	3477
7	Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Костанайская область	1500
8	Юго-Западный НИИ животноводства и растениеводства, Шымкент	1229
9	Казахский НИИ рисоводства, Кызылорда	1018
10	Карагандинский НИИ растениеводства и селекции, Карагандинская область	1013
11	Красноводопадская селекционная опытная станция, Южно-Казахстанская область	779
12	Павлодарский НИИ сельского хозяйства, Павлодарская область	450
13	Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы	11187
14	Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Жамбылская область	18000

Анализ сводных данных по ГРР в Казахстане показывает, что 59,56% всех образцов в генофонде страны составляет пшеница; 16% - зернофуражные; 7% - кормовые; 6% - овощебахчевые; 3,9% - лесные культуры; 3,4% - плодоваягодные и зернобобовые; 1,5% - рис; 1,3% - картофель; 0,8% - масличные; 0,5% - аридные, хлопчатник, крупяные; 0,04% - лекарственные растения.

В 2007 году была разработана и принята Региональная стратегия сохранения и использования ГРР для сельского хозяйства и продовольствия в Центральной Азии и Закавказье. Целью этой стратегии является сохранение генетических ресурсов растений на уровне, обеспечивающем устойчивое агробиоразнообразие, развитие сельского хозяйства и производство продовольствия в Центральной Азии и Закавказье. Партнерами от Казахстана по реализации Региональной Стратегии были определены следующие организации:

- Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Алматинская область;
- Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.Бараева, Акмолинская область;
- Юго-Западный НИИ животноводства и растениеводства, Шымкент;
- Костанайский НИИ сельского хозяйства, Костанайская область;
- Научно-инновационный центр животноводства и ветеринарии, Алматы;
- Казахский НИИ плодоводства и виноградарства, Алматы;
- Казахский НИИ лесного хозяйства, Акмолинская область;
- Карагандинский НИИ растениеводства и селекции, Карагандинская область;
- Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы;
- Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы;
- Казахский НИИ картофелеводства и овощеводства, Алматинская область;
- Казахский НИИ защиты и карантина растений, Алматы;
- Казахский НИИ хлопководства, Южно-Казахстанская область;
- Восточно-Казахстанский НИИ сельского хозяйства, Восточно-Казахстанская область;
- Павлодарский НИИ сельского хозяйства, Павлодарская область;
- Казахский НИИ рисоводства, Кызылорда;
- Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Костанайская область;
- Красноводопадская селекционная опытная станция, Южно-Казахстанская область;
- Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция, Актюбинская область;
- Приаральская опытная станция генетических ресурсов растений им.Н.Вавилова, Шалкар, Актюбинская область;
- Уральская сельскохозяйственная опытная станция, Западно-Казахстанская область;
- Казахский национальный аграрный университет, Алматы;

- Казахский государственный агротехнический университет, Астана;
- Национальный центр биотехнологии РК, Астана.

Одним из важных вопросов проблемы сохранения и использования генетических ресурсов растений является совершенствование законодательства и механизмов регулирования в области ГРР. На национальном уровне современное законодательство страны базируется на положениях Конституции страны и, в общем, представляет систему правовых институтов, норм и предписаний, направленных на обеспечение сохранения биоразнообразия. Одной из важных для Казахстана задач является развитие законодательства по вопросам регулирования доступа к генетическим ресурсам и получения выгод от их использования, исходя из того, что страна может выступать как в качестве экспортера, так и импортера генетических ресурсов. Ниже приведен перечень основных законодательных документов/актов по сохранению и использованию ГРР в Казахстане:

- Экологический кодекс РК (2007);
- Лесной кодекс (2003);
- Земельный кодекс (2003);
- Закон РК «Об особо охраняемых природных территориях» (2006);
- Закон РК «О карантине растений» (1999);
- Закон РК «О защите растений» (2002);
- Закон РК «О семеноводстве» (2003);
- Закон РК «Об охране селекционных достижений» (1999);
- Закон РК «О безопасности пищевой продукции» (2007);
- Закон РК «О зерне» (2001).

1.2 Состояние селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Казахстане

Еще в бытность Союза ССР осуществление разработанных, в соответствии с правительственными решениями, мер по развитию аграрной науки позволило создать в Казахстане научно-технический потенциал и материально-техническую базу селекции и семеноводства. В республике активно проводились работы по селекции многих сельскохозяйственных культур, в которых участвовали выдающиеся селекционеры и агрономы с мировым именем. За короткий срок Казахстан стал одним из крупнейших в мире производителей зерна. Во всех основных почвенно-географических регионах были организованы селекционные учреждения,

участвовавшие в общесоюзных программах по селекции и ГРР. Для суверенного Казахстана это стало основой для дальнейшего развития селекции, в которой должна реально воплотиться идея академика Н.И.Вавилова о том, что «по мере роста производства и перехода к передовым агротехнологиям роль селекции и сорта в повышении продуктивности растений будет все более возрастать».

В настоящее время селекционная работа в Казахстане, в основном, проводится в научно-исследовательских организациях АО «КазАгроИнновация» Министерства сельского хозяйства РК, представляющих, по сути, Национальную систему сельскохозяйственных исследований. В научно-технических проектах по селекции и подготовке кадров участвуют аграрные университеты. Кроме того, селекция по пшенице осуществляется в Институте биологии и биотехнологии растений Комитета науки Министерства образования и науки РК и Научно-производственной фирме «Фитон», являющейся на сегодняшний день единственным в стране частным селекционным учреждением.

Селекция в Казахстане проводится по 60 видам сельскохозяйственных растений. Анализ показывает, что основную долю создаваемых сортов занимают зерновые культуры - 35% от общего объема сортов и гибридов. 23,7% составляет доля плодово-ягодных культур; 13% - кормовые культуры; 7,5% - картофель; 6,1% - овощебахчевые культуры; 4% - технические культуры; 3,5% - крупяные культуры; 2,8% - зернобобовые культуры; 2,2% - масличные культуры; 2,2% - виноград.

Большинство институтов и опытных станций проводит одновременно работу по селекции ряда сельскохозяйственных культур, некоторые – специализируются на селекции отдельных видов. Селекция растений в Казахстане проводится, главным образом, в следующих научных учреждениях:

- Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция, Актюбинская область (пшеница, просо, ячмень, сафлор, картофель, фуражные, ягодные культуры);

- Восточно-Казахстанский НИИ сельского хозяйства, Восточно-Казахстанская область (пшеница, фуражные, масличные культуры);

- Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы (пшеница, рис, люцерна, картофель);

- Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Алматинская область (пшеница, ячмень, овес, тритикале, бобовые культуры, кукуруза, сахарная свекла);

- Казахский НИИ картофелеводства и овощеводства, Алматинская область (картофель, овощные культуры);

- Казахский НИИ плодоводства и виноградарства, Алматы (плодовые, виноград);
- Казахский НИИ рисоводства, Кызылорда (рис, фуражные, овощные культуры);
- Казахский НИИ хлопководства, Южно-Казахстанская область (хлопчатник);
- Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Костанайская область (пшеница, ячмень, просо);
- Карагандинский НИИ растениеводства и селекции, Карагандинская область (пшеница, ячмень, картофель, многолетние травы, лекарственные растения);
- Костанайский НИИ сельского хозяйства, Костанайская область (картофель, технические культуры);
- Красноводопадская селекционная опытная станция, Южно-Казахстанская область (пшеница, ячмень, люцерна, сафлор);
- Научно-инновационный центр животноводства и ветеринарии, Алматы (фуражные, кормовые культуры);
- Научно-производственная фирма «Фитон», Костанайская область (пшеница);
- Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.Бараева, Акмолинская область (пшеница, ячмень, овес, гречиха, многолетние травы, бобовые культуры);
- Павлодарский НИИ сельского хозяйства, Павлодарская область (пшеница);
- Северо-Казахстанский НИИ сельского хозяйства, Акмолинская область (многолетние травы, картофель);
- Юго-Западный НИИ животноводства и растениеводства, Шымкент (фуражные культуры).

Селекция, как наука и технология, должна быть обеспечена квалифицированными кадрами. В 1990-е годы произошел значительный отток кадров из сферы науки. Такое снижение количества ученых, прежде всего, было обусловлено социальными, экономическими и организационными причинами, в числе которых: недостаточность объемов финансирования, несовершенство механизмов финансирования, контроля, методов планирования, организации исследований, системы стимулирования и поддержки ученых и специалистов, снижение престижа ученого, несовершенство нормативно-правовой базы и информационного обеспечения науки. В университетах закрывались кафедры по подготовке селекционеров. Только в последние годы наметилось некоторое улучшение в области подготовки кадров в связи с предпринимаемыми со стороны государства мерами поддержки науки и высшего образования.

Большую помощь в подготовке и повышении квалификации ученых-селекционеров оказывают международные центры Консультативной группы международных сельскохозяйственных исследований - КГМСХИ (Consultative Group on International Agricultural Research - CGIAR).

Развитие селекции и внедрение в производство новых сортов требует хорошо развитой системы семеноводства, включающей создание и государственное испытание сортов, производство оригинальных, элитных и репродуктивных семян. В настоящее время в Казахстане принимаются меры по совершенствованию этой системы. В соответствии с действующим законодательством, производством и реализацией семян, экспертизой их сортовых и посевных качеств, могут заниматься только аттестованные организации и хозяйства – организации-оригинаторы семян, элитно-семеноводческие и семеноводческие хозяйства. Следует признать, что система семеноводства в стране нуждается в улучшении и пока не отвечает современным требованиям быстрого внедрения новых сортов в производство. Не налажено элитное семеноводство по многим экономически важным культурам. Все это негативно сказывается на своевременности и качестве сортосмены и сортообновления, является одним из сдерживающих факторов диверсификации растениеводства.

1.3 Состояние биотехнологии растений в Казахстане

Имея развитую инфраструктуру для проведения фундаментальных и прикладных исследований, квалифицированные кадры и современную производственную базу, оставшуюся после распада СССР, Казахстан наряду с Россией определил биотехнологию приоритетным направлением своего научно-технологического развития. Для ускоренного и эффективного развития этой научной отрасли, в Казахстане в начале 1990-х годов была разработана Республиканская целевая научно-техническая программа «Использование методов биотехнологии в медицине, сельском хозяйстве и промышленности» и создан Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан (НЦБ РК), ставший головной организацией по реализации программы. Эти меры сыграли важную роль в сохранении научно-технического потенциала и координации деятельности в области биотехнологии.

Включение биотехнологии в государственные приоритеты инновационного развития означает безусловную актуальность фундаментальных и прикладных исследований в этой области. В Казахстане достигнуты большие успехи в ряде передовых

направлений биологии и, прежде всего, в области физико-химической биологии – фундаментальной и методической основы современной биотехнологии. Эти исследования получили широкое мировое признание и принесли заслуженный авторитет казахстанской биологии, стали базой для создания высоких биотехнологий. Так, в результате выявления особенностей регуляции синтеза белка и структуры рибонуклеиновых кислот (РНК) стало возможным решение проблемы устойчивости к опасным вирусным инфекциям на основе антисмысловых РНК. Изучение структуры организации генома, специфических последовательностей ДНК дало начало новым подходам к повышению эффективности селекции растений. Успешное развитие идей и методов клеточной биологии и физиологии растений, с одной стороны, молекулярной биологии и генетики – с другой, привело к становлению в республике новых методов и методологий – клеточной и генной инженерии. Активно развивается молекулярная иммунология – фундаментальная основа современной иммунобиотехнологии.

Особо признаны за рубежом казахстанские работы в области биотехнологии сельскохозяйственных растений и, прежде всего, зерновых злаков, являющихся наиболее сложными, в отношении генетического манипулирования, объектами. Некоторые биотехнологии, как, например, экспериментальная гаплоидия и клеточная селекция, уже вышли за рамки лабораторных разработок и используются для создания хозяйственно ценных форм растений.

Биотехнологические исследования сегодня активно проводятся в научных учреждениях министерств образования и науки, сельского хозяйства, здравоохранения и др. К настоящему времени в республике получили развитие такие направления биотехнологии, как:

- применение клеточных и тканевых культур для клонального микроразмножения и оздоровления растений, клеточной селекции, экспериментальной гаплоидии;
- молекулярные и биохимические маркеры для селекции;
- генетическое реконструирование растений на основе методов клеточной и генной инженерии;
- получение промышленным способом ценных биологически активных веществ и биопрепаратов растительного, микробного и животного происхождения;
- иммунобиотехнологии создания диагностических и профилактических средств борьбы с болезнями человека, животных и растений.

Рассчитанная на перспективу научно-технологическая политика призвана реализовать этот потенциал и создать новые предпосылки

для опережающего развития базисных технологий, к числу которых, в первую очередь, относится биотехнология.

Если говорить о приоритетах, то важнейшей на сегодня задачей является подъем биотехнологического производства во всех основных сферах экономики, включая масштабное использование биотехнологий в селекции и растениеводстве, где они окажутся мощным инструментом в селекции устойчивых к экстремальным условиям среды высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений. Именно этим обусловлена проводимая в стране ориентация национальных научно-технических программ в области биологии, биотехнологии и сельского хозяйства на решение насущных практических задач, ориентация на нужды и потребности конечного пользователя. Так, одним из основных заданий программы фундаментальных исследований в области биологических наук на 2009-2011 гг. являлась разработка научных основ улучшения приоритетных продовольственных культур Казахстана на базе молекулярных, биохимических и физиолого-генетических процессов, показателей и маркеров селекционно-ценных признаков с акцентом на продуктивность, качество и устойчивость к абиотическим и биотическим стрессовым факторам; усовершенствование существующих и создание новых биотехнологий улучшения важнейших сельскохозяйственных культур с использованием современных методов молекулярной и клеточной биологии, экспериментальной гаплоидии и отдаленной гибридизации в сочетании с традиционной селекцией. Кроме того, в 2009-2011 гг. были реализованы научно-технические программы «Разработка и внедрение в селекционную практику молекулярно-генетических и биоинженерных методов ускоренного создания новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур для дальнейшего укрепления продовольственной безопасности страны», «Разработка и использование генно-инженерных и клеточных биотехнологий в медицине, сельском хозяйстве, охране окружающей среды, пищевой и перерабатывающей промышленности»; «Научно-техническое обеспечение государственного регулирования оборота генетически модифицированных объектов в Республике Казахстан»; «Прикладные научные исследования в области АПК».

Однако следует признать, что несмотря на значительный прогресс и достигнутый высокий уровень биотехнологии, ее современные направления еще не нашли в Казахстане должного применения и потенциальные возможности методов биотехнологии до сих пор остаются недостаточно реализованными. Связано это, прежде всего с тем, что в течение многих лет отсутствовала связь между «большой» наукой и производством. И на сегодняшний день не

сформирована система и соответствующая инфраструктура для коммерциализации и внедрения новых технологий и научных разработок, практически отсутствуют специалисты в этой области. Существующие межведомственные барьеры также затрудняют участие в межотраслевых программах и практическую реализацию результатов.

Грандиозный мировой прорыв в производстве основных сельскохозяйственных культур, названный «Зеленой революцией», стал возможен не только благодаря науке и технологиям, но также созданием эффективно функционирующих служб внедрения, пропаганды и распространения знаний.

2 ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ СЕЛЕКЦИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

2.1 Приоритетные сельскохозяйственные культуры Казахстана

Стратегия использования биотехнологии и генетических ресурсов растений для селекции должна учитывать ряд факторов, важными из которых являются разработанность технологий и их кадровое обеспечение, виды растений и культур, имеющие ключевое значение для продовольственной безопасности и экономики страны и региона, национальный и глобальный приоритеты, а также те виды, которые находятся под угрозой исчезновения.

На национальном уровне приоритетными сельскохозяйственными культурами являются:

- входящие в Многостороннюю систему Международного Договора по ГРР для продовольствия и сельского хозяйства (The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture);
- имеющие богатое разнообразие в местной флоре;
- староместные сорта;
- обладающие рыночным спросом и экономической важностью (включая потенциальную);
- имеющие адаптивные возможности;
- имеющие двойное назначение (питание/корма);
- имеющие значимость для обеспечения глобальной/региональной продовольственной безопасности.

Казахстан, занимающий обширную территорию в Центральной Азии с широким разнообразием природных, климатических и социально-экономических условий, должен учитывать региональный фактор при разработке и реализации стратегии развития биотехнологии, ГРР и селекции. Важнейшими культурами в регионе

ЦАЗ являются: пшеница, яблоня, виноград, люцерна, абрикос, нут, хлопчатник, томат, дыня, фисташка, гранат, горох, ячмень, сахарная свекла, фасоль, рис, кукуруза, чечевица, соя, хурма. Все эти культуры, за исключением фисташки и хурмы, являются объектами селекционных исследований в Казахстане. На основании проведенных в 2010-2011 гг. опросов и данных Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан (Астана, 2010), можно выделить следующие экономически важные культуры:

- зерновые (пшеница, ячмень, рожь, тритикале, овес);
- кукуруза;
- крупяные (просо, гречиха, рис);
- зернобобовые (горох, соя, маш, нут);
- масличные (подсолнечник, горчица, сафлор, рапс, лен);
- технические (свекла сахарная, табак, хлопчатник);
- картофель;
- овощные и бахчевые (капуста, томат, лук, огурец, чеснок, морковь, свекла столовая, редька, редис, перец, баклажан, арбуз, дыня, тыква, кабачок, салат);
- кормовые (вика, донник, суданская трава, сорго, могоар, люцерна, клевер, эспарцет, житняк, ломкоколосник, костреч, амарант, брюква, турнепс и др.);
- плодовые семечковые (яблоня, груша, айва);
- плодовые косточковые (слива, алыча, вишня, черешня, абрикос, персик);
- ягодные (земляника, смородина, малина, облепиха, крыжовник);
- цитрусовые и субтропические (инжир, гранат);
- орехоплодные (грецкий орех);
- виноград;
- цветочно-декоративные (роза, гладиолус, фрезия, ирис, тюльпан, нарцисс, хризантема, пион, лилия, сирень и др.);
- газонные травы;
- лесные.

Представляется важным подчеркнуть, что перечень приоритетных культур должен отвечать требованиям, как продовольственной безопасности страны, так и экономической целесообразности. Особенно это важно в связи с тем, что селекция, биотехнология, сохранение ГРР являются довольно дорогостоящими технологиями и мероприятиями, требующими тщательного анализа возможностей страны и оценок риска в каждом конкретном случае (вид, биотехнология, генофонд, селекция, семеноводство, внутренний и внешний рынки и т.п.).

2.2 Важнейшие абиотические и биотические факторы среды, ограничивающие сельскохозяйственное производство в Казахстане

Территория Казахстана охватывает площадь 2,7 млн. км², что составляет 70% всей территории Центральной Азии. Данную территорию можно разделить на три географические зоны: а) южная зона с преимущественно орошаемым земледелием; б) северная зона, которая подходит для богарного земледелия и животноводства; в) центральная зона, находящаяся в зоне полупустынных степей и пригодная, в основном, для экстенсивной системы использования пастбищ. Большая часть территории Казахстана является зоной рискованного земледелия, в первую очередь, вследствие резко-континентального климата со свойственным рядом неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, негативно влияющих на состояние сельского хозяйства и агробиоразнообразия.

Абиотические факторы

Южная зона. Основой сельхозпроизводства этой зоны является система орошаемого земледелия. Климатические условия юга Казахстана крайне разнообразны, что обусловлено рельефом местности (горы, степи, полупустыни и пустыни), сильно влияющим на естественные условия атмосферных циркуляций. Значительная часть посевных площадей расположена в зоне недостаточного увлажнения. Поэтому особенно актуальной является проблема улучшения сельхозпроизводства в засушливых регионах. Для юга Казахстана характерны резко выраженная континентальность, аридность, активность циклонических ветров. Континентальность климата проявляется в значительных колебаниях метеорологических факторов, их годовом и суточном ходе, высокой летней температуре и низкой относительной влажности воздуха. Смена сезонов происходит быстро, холодная и довольно неустойчивая зима сменяется влажной и теплой весной, а жаркое сухое лето – влажной и прохладной осенью. Длительность безморозного периода составляет 220-230 суток, среднесуточная температура равна 16,9⁰ С, годовое количество осадков – 300-350 мм. При этом по среднегодовому количеству осадков наблюдается большая вариабельность по территории зоны и по сезонам года. Наибольшее количество осадков выпадает в зимне-весенние периоды – 78%, осенью – 18%, летом – 4%. В орошаемой зоне юга Казахстана почти каждый год, из-за недостаточной урегулированности вопросов водораспределения между странами Центральной Азии, возникают проблемы с поступлением воды в

летний период, даже если наблюдается ее избыток в осенне-зимний период.

Северная зона. В нее входят четыре области: Костанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская и Павлодарская, в которых сосредоточен основной потенциал сельхозугодий страны. Здесь преобладают плодородные черноземные и каштановые почвы с хорошей способностью удерживать воду, высоким содержанием органического вещества (3-9%), азота и фосфора, превалирует сухой континентальный климат. Уровень осадков колеблется в пределах 250-350 мм, из которых 130-200 мм выпадает в виде дождей летом и 60-120 мм в виде снега зимой. Изменчивость погодных условий из года в год приводит к существенным колебаниям в ежегодном объеме сельхозпродукции. Засуха, сильные грозовые шквалы и град также часто снижают показатели урожая. Период вегетации в Северном Казахстане короткий и приходится на период с середины мая до середины сентября. Период безморозных дней составляет лишь 120 дней. Температура является существенным лимитирующим фактором, которая варьирует, в среднем, от +20°C летом, до -20°C - зимой. На сегодняшний день, в основном, возделываются раннеспелые культуры, такие, как яровая пшеница, картофель и кормовые культуры, хотя есть потенциальная возможность выращивания озимых зерновых культур при условии образования обильного снежного покрова, защищающего растения от мороза и повышающего запасы влаги в почве. Одним из серьезных ограничивающих природных факторов являются сильные ветра в весенние месяцы (апрель, май), которые приводят, как высуханию верхнего слоя почвы, так и высокой ветровой эрозии почвы. Применяемые же агротехнологии не способствуют существенному росту урожайности культур и приводят к деградации почвы. Кроме того, использование не совсем приемлемых методов обработки пара и посевных площадей приводит к усилению ветровой и водной эрозии почвы.

Центральная зона. Климат резко континентальный, сухой. Средняя годовая температура +0,1°C. Годовая амплитуда составляет 33-40°C. Лето очень жаркое и продолжительное. Температура воздуха летом иногда повышается до +40-46°C. Зима - холодная, морозная (температура может понижаться до -45-50°C). В наиболее суровые зимы наблюдается глубокое (до 2м) промерзание почвы. Продолжительность теплого периода (со среднесуточной температурой выше 0°C) до 230 дней. Продолжительность вегетационного периода – до 200 дней. Годовое количество осадков около 250 мм. Среднегодовая скорость ветра, на большей части территории, составляет 4-5 м/сек. Как для Центрального, так и

Северного Казахстана дефицит влаги, особенно в июне, в период 1-й половины вегетации растений, является главным фактором, оказывающим отрицательное влияние на формирование урожая.

Особую озабоченность вызывает экологическая обстановка в регионе Аральского моря. Резкое сокращение площади акватории Арала привело к изменению климата региона, засолению почв и опустыниванию из-за выноса солей с обнаженного дна и распространения ветрами «солевых облаков» на тысячи километров. В результате проблема засоления стала еще более актуальной не только для Казахстана, но и всего региона Центральной Азии.

Исходя из анализа почвенно-климатической ситуации в Казахстане можно выделить следующие наиболее значимые абиотические факторы, ограничивающие сельскохозяйственное производство:

- засуха (недостаток осадков в неполивных регионах, нехватка воды в орошаемой зоне);
- высокие температуры (повреждающее действие которых усиливается суховеями);
- низкие температуры;
- засоление;
- деградация почвы.

В меньшей степени распространены, но влияют негативно:

- дефицит микроэлементов (цинк, медь, сера, железо и др.);
- токсичность микроэлементов (бор);
- полегание растений (особенно заметное при сильных ветрах в урожайные и влажные годы).

Биотические факторы

Большой урон сельскому хозяйству наносят биотические факторы (болезни, вредители и сорняки). В Казахстане сельскохозяйственным культурам и пастбищным растениям причиняют вред более 70 видов болезней, около 50 видов многоядных и свыше 100 видов специализированных вредителей, около 120 видов сорных растений (Справочник по защите растений, Алматы, Казахстан, 2004). Вредные организмы также повреждают запасы сельхозпродукции и продукты их переработки. Анализ показывает, что в Казахстане встречается довольно много видов болезней и вредителей возделываемых культур и сорняков в их посевах. Перечисление конкретных биотических факторов даже для основных культур Казахстана не представляется возможным в рамках данной публикации. Остановимся на некоторых общих моментах.

Инфекционные болезни растений, вызываемые микроорганизмами (грибы, актиномицеты, бактерии, вирусы, виоиды и микоплазмы), приводят к повреждению растений и проявляются в виде характерных признаков и симптомов: головневых наростов или галлов, некрозов, пустул, налетов, опухолей, гнилей, деформации, увядания, мумификации. Инфекции, при благоприятных для них климатических условиях, могут приводить к практически полной потере урожая растений.

Основными вредителями сельскохозяйственных культур в Казахстане являются насекомые (*Insecta*, класс членистоногих), клещи (*Acarina*, класс паукообразных), нематоды (*Nematoda*, класс круглых червей), грызуны (*Rodentia*, класс млекопитающих), слизни (*Gastropoda*, класс моллюски).

В посевах сельскохозяйственных культур и пастбищах Казахстана встречаются следующие группы (биотипы) сорняков:

- однолетние – яровые и озимые, размножающиеся только семенами и заканчивающие цикл развития в течение одного года;
- двулетние – размножающиеся семенами и заканчивающие цикл развития в течение двух лет;
- многолетние – корнеотпрысковые, корневищные, стержнекорневые и другие, размножающиеся семенами и подземными органами.

По ботанической классификации эти сорняки подразделяются на однодольные (злаковые) и двудольные, что обуславливает их различную чувствительность к применяемым гербицидам.

Таким образом, на территории Казахстана имеются практически все основные абиотические и биотические стрессовые факторы окружающей среды, и дальнейшее повышение сельскохозяйственного производства в условиях их прессинга, требует активного использования современных технологий и подходов. Эта задача усложняется все более ощутимыми последствиями изменения климата и появлением все более опасных заболеваний растений. Одним из наглядных примеров последнего является появление и распространение в мире опасной расы стеблевой ржавчины пшеницы SR Ug99. Впервые обнаруженная в Уганде в 1999 году эта раса распространилась по Африке и достигла Азиатского континента (в частности, Ирана). Особенностью Ug99 является то, что она постоянно мутирует, и в настоящее время выявлено уже семь разновидностей этой расы, к которым уязвимы 90% коммерческих сортов пшеницы. Споры ржавчины переносятся ветром и если не принять активных мер по борьбе с этим заболеванием, прежде всего, путем создания устойчивых сортов, то под угрозой окажется продовольственная безопасность в глобальном масштабе.

Естественно, что эта борьба не по силам отдельной стране, и для предотвращения этой угрозы в настоящее время организована международная «Глобальная Инициатива по ржавчине имени Нормана Борлауга» (Borlaug Global Rust Initiative – BGRI). И Казахстан, как мировой производитель пшеницы, должен быть готов противостоять этому опасному заболеванию.

Случай с Ug99 является примером того, как должны определяться приоритетные направления и тематики научных работ. Выбор культуры, улучшаемого признака, метода (-ов) решения, прежде всего, должен определяться в каждом конкретном случае экономической важностью культуры (объект исследования), реальным и потенциальным уроном растению, наносимым стрессовым фактором (улучшаемый признак), наиболее эффективным и оптимальным подходом решения проблемы (методы и технологии). При этом надо отдавать отчет в том, что не во всех случаях методы биотехнологии могут быть экономически и социально оправданными, а иногда и вовсе неэффективными и даже неприменимыми.

2.3 Приоритетные виды деятельности в области сохранения и использования ГРР в Казахстане

На национальном уровне широкомасштабная деятельность в области сохранения и использования ГРР должна включать широкий круг участвующих субъектов: генетические банки, коллекции, питомники, ботанические сады, генофондные хозяйства, фермы, научно-исследовательские институты, селекционные станции, высшие учебные заведения, международные центры и организации и др. Задача по эффективному сохранению и использованию ГРР в долгосрочном плане может быть реализована только на основе партнерского взаимодействия всех участвующих сторон, целенаправленной координации этой работы в стране. На основе анализа состояния ГРР и задач селекции можно выделить следующие приоритетные виды деятельности в области ГРР:

- *Хранение и поддержание* генетического материала в виде семян, *in vitro*, в полевых условиях. Усовершенствование и оптимизация условий и методов средне- и долгосрочного хранения ГРР в *ex situ* коллекциях. Держатели коллекций должны обеспечить сохранность коллекционных материалов с использованием эффективных методов и протоколов хранения. Все методы *ex situ* сохранения рассматриваются адекватными, если они обеспечивают долгосрочную целостность и жизнеспособность гермоплазмы и ее доступность.

- *Регенерация.* Необходима, как для поддержания жизнеспособности, так и для увеличения запаса генетического материала. Процедура и методы регенерации должны гарантировать генетическую целостность и чистоту коллекционных образцов, и защиту от загрязнения (контаминации) чужеродным генетическим материалом.

- *Характеристика.* Этот вид работ должен поддерживаться с целью эффективного управления и пользования коллекциями. Требованием времени является внедрение современных методов и технологий идентификации генов, определяющих важнейшие хозяйственно-ценные признаки генетических ресурсов, молекулярная характеристика ценного генетического материала.

- *Документация.* Паспортизация и информационное обеспечение является важным видом деятельности коллекций. Необходимая информация о ГРР должна содержаться в базе данных (предпочтительно электронной системе информации и документации), быть обновляемой и всегда доступной пользователям.

- *Здоровая гермоплазма.* Содержание гермоплазмы в здоровом состоянии, без инфекций также является важнейшим компонентом программ работ по ГРР. Коллекции должны иметь технические возможности для тестирования гермоплазмы на наличие болезней и предоставлять пользователям информацию о состоянии здоровья гермоплазмы.

- *Распределение гермоплазмы и связь с пользователями.* Аккуратное ведение записей по учету распределяемого/распространяемого материала в стране является важнейшим показателем эффективности работы коллекции. Держатели коллекций должны вести учет движения коллекционных материалов и удовлетворять поступившие заявки/запросы партнеров в течение регламентированного периода времени.

- *Дублирование.* Все важнейшие генетические материалы, сохраняемые в коллекции должны иметь дубликаты (для безопасности сохранения) в другом месте, включая другие страны, с надлежащим юридическим оформлением необходимых документов.

- *Приобретение/пополнение коллекций.* Этот вид деятельности особенно важен в случаях, когда возникает угроза потери генетического материала и нужны срочные меры по устранению этой угрозы.

- *Скрининг, выделение и создание* новых источников и доноров из различных коллекций *ex situ* с целью их ускоренного использования в селекции новых сортов и гибридов.

- *Квалифицированные кадры.* Улучшение систем подготовки кадров и повышения квалификации научно-технического персонала, вовлеченного в комплекс деятельности по сохранению агробиоразнообразия.

- *Создание Национального банка генетических ресурсов (Генбанк).* Анализ проведенных опросов указал на важность такого Генбанка в кардинальном улучшении работ по использованию ГРР для нужд сельского хозяйства и производства продовольствия.

- *Национальная Стратегия сохранения и использования генетических ресурсов растений для сельского хозяйства и продовольствия в Казахстане.* Разработка и реализация такой стратегии крайне важны для эффективного решения задач по управлению, сохранению и использованию ГРР в стране.

2.4 Важные направления деятельности по улучшению селекции и семеноводства в Казахстане

Селекция, как наука и технология создания новых и усовершенствования существующих сортов сельскохозяйственных культур, является комплексной системой, уровень которой обеспечивается развитием целого ряда других научных дисциплин, таких как генетика, физиология, биохимия, молекулярная биология, цитология, фитопатология, биотехнология, агрономия и растениеводство, семеноводство, метеорология, экология, информатика, математическое моделирование и др. Успехи селекции, как комплексной методологии, определяются сочетанием следующих основных составляющих:

- привлечение в селекционно-генетический процесс подходящего исходного материала;

- использование наиболее адекватных методов ведения селекционного процесса;

- создание селекционного материала с высокой степенью формообразования;

- целенаправленный отбор по заданным параметрам и показателям;

- всесторонняя объективная оценка материала на всех этапах селекционного процесса;

- определение природной (экологической, географической, почвенной) ниши распространения нового сорта и разработка оптимальной технологии его возделывания;

- экономическая оценка сорта;

- организация элитного и репродуктивного семеноводства.

В предыдущих разделах были приведены сведения о приоритетных сельскохозяйственных культурах и основных неблагоприятных факторах среды, ограничивающих их продуктивность в Казахстане. В принципе, именно этими обстоятельствами и должны определяться важнейшие направления селекции растений.

Селекция на урожайность, которая является главным критерием сорта, продолжает оставаться одним из основных направлений селекционной деятельности. Она лежит в основе большинства селекционных программ и является одной из наиболее трудных задач, особенно в условиях неустойчивого проявления экологических факторов в Казахстане. Этот комплексный признак в неблагоприятные годы в большей степени является функцией устойчивости, а в благоприятные годы - функцией продуктивности. С точки зрения использования биотехнологии в селекции, это, пожалуй, одна из самых сложных задач. Урожайность растения – это результирующая многих составляющих, как например, фотосинтез, фотодыхание, темновое дыхание, транспорт и распределение ассимилятов, аттракция, длина фаз онтогенеза, чувствительность к фотопериоду и др. Одна из важнейших на сегодня задач – повышение КПД фотосинтеза и энергетической эффективности растений. Теоретически возможности для решения этой проблемы имеются. Поясним это на примере соотношения фотосинтеза и фотодыхания растений. У С-3 растений, составляющих подавляющее большинство видов, до 30% процентов ассимилированного углерода теряется в процессе фотодыхания, катализируемого оксигеназной активностью ключевого фермента фотосинтеза рибулозо-бисфосфаткарбоксилазы (РБФК, RUBISCO). РБФ-карбоксилаза может одновременно катализировать две реакции – карбоксилирование субстрата РБФ (фотосинтез) и его окисление (фотодыхание) с выделением CO_2 . При этом углекислый газ и кислород являются конкурентами за общий субстрат РБФ и, повышение концентрации CO_2 в хлоропластах ингибирует оксигеназную активность фермента и, наоборот. Если какими-либо способами снизить оксигеназную активность (путем модификации фермента или за счет повышения концентрации углекислоты в местах карбоксилирования РБФ), то удастся существенно повысить эффективность ассимиляции углекислоты растениями и их биомассу. В природе такой механизм уже существует. У так называемых С-4 растений (например, кукуруза, сорго и др.) высокая интенсивность фотосинтеза при низком фотодыхании и высокая продуктивность обусловлены наличием и работой в их клетках специфического механизма концентрирования CO_2 . Однако следует признать, что при всей своей привлекательности

возможность преобразования метаболизма C-3 растений на C-4 путь пока еще является гипотетической. Этот пример иллюстрирует потенциальные возможности повышения урожайности растений за счет изменения их метаболизма.

Селекция на устойчивость к абиотическим факторам среды (засуха, высокие и низкие температуры, засоление, токсичные химические элементы и вещества). Для рискованного земледелия Казахстана это направление селекции имеет исключительное значение. Здесь методы биотехнологии могут оказаться достаточно эффективными, хотя бы потому, что на селективных средах можно отбирать устойчивые генотипы растений уже на клеточном уровне и, тем самым, существенно ускорять селекционный процесс.

Селекция на устойчивость к биотическим факторам (болезни, вредители, сорняки). Эта проблема в последнее время обретает еще большую актуальность из-за появления все более опасных возбудителей болезней (мы уже приводили пример с новой расой стеблевой ржавчины пшеницы Ug99). Борьба с биотическими стрессами и селекция на устойчивость к ним, пожалуй, никогда не закончится и не потеряет своей значимости. По мере создания устойчивых сортов и эффективных препаратов будут появляться новые штаммы микроорганизмов, более устойчивые вредители и сорняки. В природе постоянно идет борьба за выживание, и мир биотических стрессовых факторов также подвергается естественному отбору. Методы биотехнологии здесь также могут оказаться полезными и эффективными.

Селекция на качество (высокое содержание желаемых веществ (например, крахмала в картофеле, белка в пшенице, кормовом ячмене, кукурузе, масла в семенах подсолнечника, сои, рапса, сахара в сахарной свёкле и т.п.); низкое содержание нежелательных соединений (например, алкалоидов в люпине, белка в пивоваренном ячмене, азотистых веществ в сахарной свёкле); хорошая пригодность для переработки (высокие мукомольные и хлебопекарные качества у пшеницы, развариваемость зерна крупяных культур); лёжка плодов, овощей, картофеля, кормовых корнеплодов и т.п.; содержание в белке зерновых культур незаменимых аминокислот (лизина, триптофана); химический состав масла; длина волокна и др.).

Повышение экспортного потенциала страны и конкурентоспособности казахстанской сельхозпродукции требует активизации селекции на качество. Обеспечение людей качественно полноценным питанием, сбалансированным по составу и содержанию необходимых для организма элементов, является одной из важнейших проблем.

В последние годы особую актуальность приобрела задача по биофортификации. Кратко остановимся на этой проблеме. Множество людей на Земле, особенно женщины и дети, страдают от недостатка в пище микроэлементов. По данным Казахской Академии питания более полутора миллиона человек в Казахстане страдают железодефицитной анемией. Общепринятые методы борьбы с дефицитом жизненно важных элементов, связанные с производством пищевых добавок и биопрепаратов, искусственным обогащением продуктов питания микроэлементами, не решают проблемы. Становится все более очевидным, что только путем повышения естественного содержания микроэлементов в важнейших продовольственных культурах, входящих в ежедневный рацион человека, можно кардинально изменить существующую ситуацию. При этом усвояемость микроэлементов организмом человека становится гораздо эффективней по сравнению с искусственным обогащением продуктов питания. Этот биологический подход естественного повышения содержания микроэлементов в растениях получил название «биофортификации». Под эгидой ООН, Всемирного Банка, КГМСХИ и других крупных международных организаций разработана и начата реализация крупной международной программы «Harvest Plus» («Урожай Плюс»), направленной на повышение содержания железа, цинка и бета-каротина в важнейших продовольственных культурах (пшеница, рис, кукуруза, картофель и др.). Программа «Harvest Plus» представляет собой альянс из более 40 институтов и организаций, занимающихся селекцией сельскохозяйственных культур с улучшенным содержанием микроэлементов. Использование биотехнологий в селекции растений на качество, оставаясь все еще сложной задачей, тем не менее, является одной из перспективных, особенно в части разработки быстрых, качественных и точных методов анализа селекционно-генетического материала.

На сегодняшний день одной из основных проблем является выявление тех «этапов, участков, точек» селекционного процесса, где применение методов биотехнологии и прикладной биологии могло бы ускорить и повысить эффективность селекции. Это требует самой тесной работы биотехнолога с селекционером, чтобы селекционер имел представление о возможностях биотехнологий, а биотехнолог знал задачи, стоящие перед селекцией. Цель и задачи селекционера наиболее полно отражаются в модели сорта, научно обоснованном представлении о параметрах создаваемого сорта. На этом сложном этапе должно начинаться активное взаимодействие селекционера со специалистами по биотехнологии, ГРП и прикладной биологии (физиологии, генетики, биохимии, морфологии и др.). Именно на

основе такого взаимодействия и определения конкретных задач должны формироваться современные мультидисциплинарные селекционные проекты и программы.

Необходимо отметить, что современная селекция переходит на качественно новый уровень, обусловленный глубокими переменами происшедшими в биологии за последние три десятилетия. Их основу составляют новые представления в области наследственности и методические возможности. Современные подходы не только изменили лицо традиционной селекции, но и значительно расширили границы применения новых методов в преобразовании растений.

Для повышения эффективности селекции и ускорения селекционного процесса в Казахстане необходимо широкомасштабное внедрение фитотронов. Для территории страны с относительно коротким вегетационным периодом традиционные структуры систем селекции «в поле» становятся все более ограничивающим фактором. Годы отборов из гибридной популяции становятся типичными только 4-6 раз в десятилетие. В нетипичный год (как это было, например, в особо засушливом 2010 году), отобрав только лучшие фенотипы, можно потерять лучшие генотипы, способные дать наибольший урожай в типичные годы. Другими словами, в плохих условиях обнаруживаются устойчивые формы, но трудно выявляется биологический потенциал продуктивности. В контролируемых условиях фитотрона можно значительно повысить надежность идентификации генотипов и ускорить селекционный процесс. В условиях фитотрона можно создавать различные «селективные фоны» для оценки генетического материала, имитировать любые условия среды и, что важно для Казахстана, вести круглогодичную селекцию.

Таким образом, на национальном уровне успешное развитие селекции и семеноводства требует принятия комплекса мер, в числе которых:

- расширение генетико-селекционных исследований и перевод селекции на новый уровень с активным применением современных методов прикладной биологии и биотехнологии, широким использованием техники искусственного климата;
- развитие информационных технологий в селекционном процессе;
- совершенствование нормативно-правовой базы в области селекции, семеноводства и ГРП;
- вступление в члены Международной организации по охране сортов растений (УПОВ, UPOV) и Международной ассоциации по семенному контролю (ИСТА, ISTA);

- совершенствование методик государственного сортоиспытания и ускорение процедуры испытания;
- внедрение эффективных систем сортосмены и семеноводства;
- создание Национального генетического банка, широкомасштабное привлечение мировых генетических ресурсов растений;
- активизация международного сотрудничества;
- подготовка высококвалифицированных кадров.

2.5 Приоритетные направления работ в области биотехнологии для решения задач селекции и устойчивого использования ГРР в Казахстане

В предыдущих разделах данной публикации был представлен обзор наиболее важных задач селекции и ГРР в Казахстане – на какие культуры, селекционно- и хозяйственно-ценные признаки и задачи по сохранению и характеристике ГРР должны быть ориентированы биотехнологии. При определении приоритетных направлений биотехнологии важно четкое понимание того, что это, прежде всего, методический подход и средство решения практических задач, в конкретном случае, связанных с улучшением сельскохозяйственных культур, сохранением и использованием ГРР. При этом представляется немаловажным учесть ряд обстоятельств: во-первых, имеющиеся научно-технический потенциал и задел по отдельным направлениям биотехнологии в республике; во-вторых, важные для республики в экономическом отношении направления биотехнологии; в-третьих, достаточно быструю практическую отдачу этих технологий и, в-четвертых, современность и перспективность развиваемых отраслей биотехнологии. Также очень важным является адекватность и эффективность применяемых технологий в каждом конкретном случае. Другими словами, если для достижения поставленной задачи есть несколько путей решения, то следует выбрать наиболее экономически и методически оправданные/адекватные технологии и методы.

Биотехнология является современной научной и методической базой дальнейшего улучшения сельского хозяйства, которая вобрала в себя лучшие достижения современной биологии. Следует признать, что в общественном сознании современная биотехнология стала во многом ассоциироваться с генетической/генной инженерией. Генетическая инженерия (ГИ) – это только лишь часть и одно из направлений биотехнологии, которая связана с генетическим реконструированием растения путем введения чужеродных генов и получением генетически модифицированных организмов (ГМО).

Современная прикладная биология в сочетании с традиционной селекцией предоставляет исследователям широкий арсенал методов для дальнейшего улучшения растений и увеличения сельскохозяйственного производства. К таким методам относятся, например, экспериментальная гаплоидия, молекулярные и биохимические маркеры хозяйственно-ценных признаков, молекулярная характеристика ГРР, криоконсервация клеток и тканей, эмбриокультура, и др. Эти методы основаны на реализации потенциальных возможностей самих растений без внесения чужеродных генов, и они могут существенно повышать эффективность селекции и задач ГРР. Более того, на современном этапе развития прикладной биологии и биотехнологии представляется целесообразным расширить понятие «биотехнология сельскохозяйственных растений». Такое «расширение» можно обосновать, по меньшей мере, двумя определениями биотехнологии: «промышленное использование биологических систем и процессов» и «мультидисциплинарная биологическая наука и отрасль». В таком понимании к биотехнологиям можно отнести многие биопроцессы и показатели на разных уровнях организации растения, которые могут в «массовом» порядке использоваться в селекции на хозяйственно-ценные признаки и, таким образом, ускорять селекционный процесс.

Учитывая состояние и перспективы развития в Казахстане селекции, ГРР и биотехнологии, важность их активного взаимодействия для эффективного решения задач сельскохозяйственного производства и устойчивого сохранения агробиоразнообразия необходимо развивать и практически реализовывать следующие основные направления биотехнологии растений и прикладной биологии:

- биотехнологии на основе молекулярных и белковых маркеров селекционно-ценных признаков (разработка и внедрение маркер-сопутствующих технологий в селекционный процесс и ГРР);
- биотехнологии на основе экспериментальной гаплоидии, клеточной селекции и других методов культуры *in vitro*;
- биотехнологии ускоренного размножения и оздоровления ценных форм, линий и сортов растений; безвирусное растениеводство;
- биотехнологии на основе эмбриокультуры для отдаленной гибридизации;
- биотехнологии на основе соматической гибридизации путем слияния протопластов и переноса органелл;
- биотехнологии на основе генетической/генной инженерии;
- внедрение современных методов и технологий идентификации генов, определяющих важнейшие хозяйственно-ценные признаки;

создание молекулярных паспортов генетических ресурсов (генотипирование гермоплазмы);

- физиологические и биохимические процессы и показатели, сопряженные с селекционно- и хозяйственно-ценными признаками;

- цитологические, морфологические, морфофизиологические показатели, связанные с хозяйственно- и селекционно-ценными признаками (фенотипирование гермоплазмы);

- усовершенствование и оптимизация технологий и методов средне- и долгосрочного хранения ГРР в *ex situ* коллекциях, криоконсервация;

- укрепление материально-технической инфраструктуры и стимулирование деятельности по внедрению биотехнологий в селекцию и ГРР;

- улучшение системы подготовки кадров и повышения квалификации научно-технического персонала, вовлеченного в комплекс деятельности по внедрению биотехнологий в селекцию и ГРР;

- развитие законодательства в области регулирования, биобезопасности, использования генетической инженерии в селекции растений.

Важно подчеркнуть, что применение биотехнологий для селекции и задач ГРР может быть эффективным только в том случае, если биотехнологи работают с селекционным материалом и ценными генетическими ресурсами растений. Другими словами, принципиально важным является присутствие биотехнологии в программах и проектах по селекции и ГРР в качестве их составной части и компонентов. Только таким путем можно поднять уровень работ в области селекции и ГРР на качественно новый уровень и одновременно повысить эффективность и востребованность используемых биотехнологий в Казахстане. Надо отдавать отчет в том, что в данном случае конечными пользователями биотехнологий являются ГРР и селекция, оценку которым дает практика и производство.

2.6 Улучшение технических возможностей и наращивание научного потенциала

Стратегия эффективного использования биотехнологий для решения задач селекции и ГРР, их активного взаимодействия между собой, должна включать меры по совершенствованию и модернизации структуры и функций научно-исследовательских институтов, селекционных станций, коллекций и генбанков. На сегодняшний день большинство этих учреждений не имеют,

соответствующих современным требованиям, инфраструктуры и технической базы и нуждаются в помощи со стороны государства и международных организаций. Для интеграции Казахстана в мировой научно-технологический процесс необходимо скорейшее введение международных стандартов качества GLP (good laboratory practice) и GSP (good scientific practice). Улучшение материально-технической базы организаций в области селекции, ГРР и биотехнологии – одна из приоритетных задач программы развития и взаимодействия этих направлений науки и технологии.

Информационно-аналитическое обеспечение деятельности в области биотехнологии, селекции и ГРР – основное условие эффективной организации стратегически важного процесса активизации развития и взаимодействия этих компонентов повышения продуктивности растений. Необходимо иметь общую информационную платформу, основанную на единых стандартах хранения и предоставления информации о ГРР, селекционно-генетическом материале, используемых методах и технологиях.

Важным компонентом этого направления деятельности является подготовка научно-технических кадров, обучение специалистов новым технологиям и методам в области селекции, биотехнологии и ГРР, повышение квалификации персонала на различных обучающих курсах и программах, обмен опытом с зарубежными профильными организациями, проведение консультаций, лекций и оказание методической помощи ведущими учеными и специалистами и др.

Современная ситуация как в Казахстане, так и странах ЦАЗ, характеризуется слабой осведомленностью населения о проблемах сохранения агробиоразнообразия, рисках и преимуществах использования современных биотехнологий, угрозах продовольственной безопасности из-за глобального изменения климата, недостаточным пониманием важности сохранения ГРР, необходимости проведения работ по селекции высокоурожайных и стрессоустойчивых сортов. Поэтому важнейшими задачами являются также формирование экологической культуры населения и его ответственности за сохранение агробиоразнообразия и, соответственно, за продовольственную безопасность, как в стране, так и на мировом уровне.

Таким образом, основными задачами данного направления являются:

- создание современной инфраструктуры и материально-технической базы с их своевременной модернизацией и поддержанием на соответствующем мировым стандартам уровне, и финансовая поддержка государственными органами разного уровня деятельности по развитию селекции, биотехнологии, сохранению и

изучению ГРР;

- создание условий для партнерских взаимоотношений и интеграции всех заинтересованных организаций и ведомств с целью обеспечения эффективности деятельности;

- обеспечение государственной поддержки биотехнологии, селекции, сохранения и изучения ГРР как стратегически важных направлений для продовольственной и биологической безопасности страны и региона;

- формирование общественного сознания через СМИ о социально-экономической значимости ГРР, их сохранения и эффективного использования в селекции, роли и рисках использования биотехнологий в создании новых сортов растений;

- улучшение и стандартизация систем документирования, обмена информацией и предоставления пользователям информации по ГРР, агробиоразнообразию, современным методам селекции и биотехнологии;

- улучшение систем подготовки кадров и повышения квалификации научно-технического персонала, вовлеченного в комплекс деятельности по биотехнологии, селекции и агробиоразнообразию.

3 МЕХАНИЗМЫ, ФОРМЫ И ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СЕЛЕКЦИИ И ГРР В КАЗАХСТАНЕ

Предыдущие разделы данной работы были, в основном, посвящены состоянию и важнейшим направлениям работ в области биотехнологии, селекции и ГРР. Проведенный анализ национальных научно-технических программ, объемов их финансирования показывает, что в Казахстане в последние годы стали уделять внимание развитию биотехнологии, селекции и ГРР. Но, тем не менее, связь между этими направлениями продолжает оставаться слабой и неэффективной и, как уже отмечалось выше, их развитие в стране идет без тесного взаимодействия и, по существу, параллельными путями. Очевидно, что повышение эффективности биотехнологий для селекции и использования ГРР требует первоочередных мер по усовершенствованию в таких сферах, как финансирование, координация, управление, регулирование, партнерство и сотрудничество.

3.1 Финансирование

Одним из ключевых условий реализации научно-технической политики в области биотехнологии, селекции и ГРР является механизм финансирования. В современных условиях система финансирования должна обеспечить поддержку как практически ценных, так и уязвимых направлений. Такая система финансирования должна сочетать программно-целевой принцип с широким привлечением средств из различных источников под конкретные программы и проекты. На сегодняшний день источниками финансирования научно-технической деятельности в Казахстане являются:

- национальные целевые научно-технические программы;
- программы фундаментальных и прикладных исследований различных министерств и ведомств;
- целевые инновационные и инвестиционные фонды;
- средства из различных международных и национальных фондов, грантов;
- международные программы и проекты;
- средства, вырученные за счет предоставления различных услуг и производства продукции.

Анализ данных по финансированию работ в области биотехнологии, селекции и ГРР в Казахстане за последние пять лет показывает, что основным источником их финансирования является государственный бюджет. В период 2009-2011 гг. финансирование осуществлялось в рамках научно-технических программ министерств сельского хозяйства, образования и науки:

- «Прикладные научные исследования в области агропромышленного комплекса»;
- Программа фундаментальных исследований в области биологических и медицинских наук «Закономерности функционирования биологических систем – основа создания инновационных технологий для медицины, сельского хозяйства и охраны окружающей среды»;
- «Пополнение, изучение и поддержание коллекций растений, животных, микроорганизмов и уникальных генетических банков для сохранения биоразнообразия Казахстана»;
- «Разработка и внедрение в селекционную практику молекулярно-генетических и биоинженерных методов ускоренного создания новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур для дальнейшего укрепления продовольственной безопасности страны»;

- «Разработка и использование генно-инженерных и клеточных биотехнологий в медицине, сельском хозяйстве, охране окружающей среды, пищевой и перерабатывающей промышленности»;

- «Научно-техническое обеспечение государственного регулирования оборота генетически модифицированных объектов в Республике Казахстан».

Доля средств международных программ и проектов, инновационных и инвестиционных фондов в общем объеме финансирования исследований в области биотехнологии, селекции и ГРР незначительна. Практически эти работы не получают финансовой поддержки от сельскохозяйственных и биотехнологических производств, национальных и иностранных компаний. Это является еще одним подтверждением того, что отечественные научные разработки продолжают быть слабо востребованными экономикой, не работает принцип формирования программ от «конечного потребителя». Как уже неоднократно отмечалось, многие научные направления развиваются без тесного взаимодействия, иногда дублируя друг друга, что обусловлено наличием межотраслевых и межведомственных барьеров, отсутствием единого органа координации всей системы научных исследований, разрабатывающего и координирующего крупные мультидисциплинарные проекты. Более 10-ти министерств и ведомств имеют свои научные программы, финансируемые из госбюджета, и каждое ведомство ведет свою «научную» политику. Правительство признает, что «...большинство проектов по разработке инновационной продукции являются инициативными разработками, а не региональными и научно-техническими заказами, т.е. разработчики сами изобретают какой-либо продукт и в последующем вынуждены искать ему применение. Модель управления и финансирования казахстанской прикладной науки в значительной мере ориентирована на удовлетворение научного интереса, а не решение задач технологического характера...» (Программа по развитию инноваций и содействию технологической модернизации в Республике Казахстан на 2010-2014 годы).

Проведенный нами анализ данных по финансированию научных работ по биотехнологии, селекции и ГРР показал, что на сегодня практически нет крупных мультидисциплинарных проектов, объединяющих усилия этих направлений на решение конкретных практических задач. По мнению ученых, основной причиной является межведомственная разобщенность институтов. Даже в пределах одной научной организации не удается сформировать междисциплинарные проекты. Для преодоления этих и других негативных факторов в настоящее время в Казахстане вводится

новая система финансирования научной и технологической деятельности. В соответствии с новым Законом Республики Казахстан «О науке», принятом в 2011 году, финансирование научных исследований будет осуществляться в следующих формах:

- базовое финансирование;
- грантовое финансирование;
- программно-целевое финансирование.

Насколько эта система окажется эффективной – покажет время. Ясно одно, что без коренных реформ в области механизмов финансирования, координации и управления, сотрудничества и партнерства, действенной связи науки с производством (а в контексте обсуждаемых в данной публикации проблем – между биотехнологией, ГРР и селекцией) не будет.

3.2 Сотрудничество, партнерство, координация и управление

Мобилизация ГРР, биотехнологии и селекции для решения общих задач сельского хозяйства и производства продовольствия основана на эффективном взаимовыгодном сотрудничестве, партнерских взаимоотношениях и координации работ на всех уровнях. Сотрудничество осуществляется в различных формах в зависимости от решения конкретных задач и проблем. Главные условия партнерства: единство целей, полное доверие между участвующими организациями, адекватные финансовые ресурсы, соответствие международным стандартам проведения лабораторных научных исследований, хранения и управления коллекциями. Партнерство предусматривает также то, что некоторые учреждения могут стать головными при реализации крупных мультидисциплинарных проектов и программ в зависимости от характера и специфики решаемых задач. Отбор этих организаций должен быть основан на их сравнительном преимуществе, наличии материально-технической базы, квалификации персонала, устойчивого интереса к этой деятельности и способности осуществлять ее на долгосрочной основе.

Формы сотрудничества и кооперации могут быть на многосторонней и двусторонней основе и охватывать все области деятельности по биотехнологии, селекции и ГРР. Такими областями сотрудничества могут быть: создание новых сортов растений, разработка и практическое применение биотехнологий для решения задач селекции и ГРР, документирование, регенерация и безопасное дублирование образцов ГРР, карантинное обеспечение, изучение, оценка, характеристика и распространение образцов коллекций, участие в различных научных проектах, составление баз данных по

ГРР и методам биотехнологии, гармонизация правовой основы и законодательства в области ГРР, селекции и биобезопасности и др.

На современном этапе развития науки и технологий, при всевозрастающем влиянии изменения климата на все сферы экономики и производства важнейшее значение имеет формирование крупных мультдисциплинарных и мультиотраслевых проектов и программ, направленных на решение актуальных проблем сельского хозяйства. Особенно это актуально для мобилизации ГРР, биотехнологии и селекции для производства продовольствия и сельского хозяйства. До настоящего времени достичь определенных результатов в области формирования и, тем более, эффективного управления, координации, мониторинга таких проектов и программ, к сожалению, не удавалось. Признавая крайнюю важность такого рода проблем, согласно новому Закону РК «О науке» (№407-IV, 18.02.2011) в стране создаются Национальные научные советы (ННС), на которые, в числе других, возложены задачи по формированию научных направлений, определению форм и объемов финансирования, отбору проектов и программ, мониторингу и оценке выполнения работ. В состав ННС входят представители различных министерств, ведомств и организаций, что, по идее, должно способствовать преодолению межведомственных барьеров в научно-технологической сфере. Насколько эффективной окажется новая система – это опять покажет время и практика. Но сам факт таких нововведений в сферу сотрудничества, партнерства, координации и управления, безусловно, является позитивным.

3.3 Законодательные и правовые аспекты

Современное законодательство Республики Казахстан базируется на положениях Конституции и представляет систему правовых институтов, норм и предписаний, а также ряде законов и указов президента страны, постановлений правительств, подзаконных актов, касающихся проблем сохранения и использования природных ресурсов, охраны селекционных достижений, обеспечения биобезопасности и других задач регулирования в области ГРР, селекции и биотехнологии. Однако существующие правовые механизмы регулирования в этих областях имеют много пробелов и противоречий. Необходимы дальнейшие усилия по внесению изменений и дополнений в действующее законодательство и целенаправленная работа по созданию новых направлений законодательской политики. Важнейшей задачей является развитие законодательства по вопросам интеллектуальной собственности, доступа к генетическим ресурсам и получения равных выгод от их

использования.

Система международного права является важнейшим механизмом регулирования в области селекционных достижений, биобезопасности, сохранения, использования и обмена ГРР и основана на балансе международных обязательств и суверенном праве государств на свои биоресурсы и достижения. Главными компонентами этой системы являются Международный Договор о генетических ресурсах растений для продовольствия и сельского хозяйства (МДГРРПСХ) и Глобальный План действий по сохранению и устойчивому использованию ГРР для продовольствия и сельского хозяйства (ГПД); Конвенция о биологическом разнообразии (КБР); Международная конвенция и Международный союз по охране новых сортов растений (УПОВ); ряд соглашений Всемирной торговой организации (ВТО); Картахенский Протокол по биобезопасности. Улучшение механизмов правового регулирования в области ГРР, биобезопасности и селекции осуществляется по следующим направлениям:

- подписание и ратификация международных соглашений, договоров и документов в области ГРР, биобезопасности и селекционных достижений;

- дальнейшее совершенствование существующего законодательства в области сохранения агробιοразнообразия, биотехнологии и биобезопасности, селекции и интеллектуальной собственности;

- развитие законодательства в области регулирования доступа к генетическим ресурсам и получения равных выгод от их использования;

- выполнение обязательств, вытекающих из членства и участия в различных международных организациях и договорах;

- организация эффективной координации действий по выполнению принятых международных обязательств и создание механизмов контроля над этой деятельностью.

3.4 Международное сотрудничество

Научные исследования, образование и внедрение в области биотехнологии, ГРР и селекции в республике представлены широкой сетью научно-исследовательских институтов, опытных станций и хозяйств, университетов, институтов и других учреждений. Перед аграрной и биотехнологической отраслями страны стоит множество проблем, от эффективного решения которых зависит стабилизация и экономический рост, достижение продовольственной безопасности и ликвидация бедности. Очень важно активизировать международные

связи страны в сфере аграрной и биологической наук, подготовку и повышение квалификации кадров, обмен селекционно-генетическим материалом, применение передовых научных методов и подходов, внедрение в производство новых технологий и высокопродуктивных устойчивых сортов.

Международное сотрудничество – один из важнейших механизмов достижения цели по мобилизации ГРР для производства продовольствия и сельского хозяйства. Это сотрудничество строится на балансе международных обязательств по сохранению агробιοразнообразия и суверенном праве государства на использование своих генетических ресурсов растений. Как уже отмечалось, система международного сотрудничества по сохранению, использованию и мобилизации ГРР включает целый ряд глобальных, региональных и двусторонних конвенций, соглашений, программ, проектов и организаций, а также информационные сети, базы и банки данных. Развитие международного сотрудничества страны должно осуществляться по следующим основным направлениям:

- выполнение международных обязательств в сфере ГРР, биобезопасности, интеллектуальной собственности и т.п., вытекающих из членства страны в международных договорах и участия в международных организациях, таких, как ФАО, УПОВ и др.;

- организация эффективной межгосударственной координации деятельности в области сохранения и использования ГРР, сортов сельскохозяйственных культур;

- взаимодействие с международными агентствами по развитию и финансовыми организациями в целях привлечения международного опыта и ресурсов;

- использование возможностей и финансовых ресурсов международных доноров для обеспечения приоритетных мероприятий;

- активное сотрудничество и вовлечение в программы и проекты международных научно-исследовательских и образовательных центров.

Важнейшая роль в реализации задач, рассматриваемых в данной публикации, установлении сотрудничества и координации деятельности в области ГРР, биотехнологии и селекции, повышении уровня научно-исследовательских работ в стране отводится международным центрам и организациям.

В настоящее время в Казахстане осуществляют деятельность ряд организаций системы КГМСХИ, среди которых всемирно известные центры по улучшению растений, такие, как СИММИТ, ИКАРДА, ИПГРИ (Bioversity Int.), СИП, ИКРИСАТ, ИРПИ. Эти центры могут и должны оказать большую помощь Казахстану в эффективном

сохранении и использовании ГРР, пополнении коллекций, в селекционно-генетических и биотехнологических исследованиях. В целях эффективного использования возможностей этих центров необходимо конкретно определить общие и специфические задачи каждого центра в разработке и выполнении совместных программ и проектов. В частности, за помощь в выполнении работ по отдельным важным видам сельскохозяйственных культур могут отвечать международные центры, имеющие мандат на эти виды растений. Эти же специализированные центры могут принять участие в разработке международных и региональных проектов по отдельным проблемам ГРР, селекции и биотехнологии и участвовать в их совместной реализации. Опыт почти 15-летней работы Консультативной группы международных сельскохозяйственных исследований в Казахстане свидетельствует об эффективности сотрудничества национальных программ с ведущими мировыми научными центрами, которые активно привлекают мировой опыт, богатейший мировой генофонд растений, современные методы и методологии улучшения сельскохозяйственных культур, консультации ведущих зарубежных ученых, и через это способствуют быстрее интеграции страны в современный мировой научно-технический процесс.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«... жить только сегодняшним днем, в непрестанном решении текущих задач уже нельзя...» (Стратегия развития Казахстана до 2030 года)

Казахстан проводит активную государственную научную и инновационную политику, направленную на стимулирование науки и инновационной деятельности в стране. Активно осуществляется международное сотрудничество в научной сфере, всемерно используется помощь и содействие международных институтов и форумов. Казахстан, обладая богатыми земельными ресурсами, высоким научным потенциалом и развитой структурой экономики, имеет огромные возможности для увеличения аграрного производства и стать лидирующим в мире экспортером высококачественного зерна и другой сельхозпродукции. Казахстан сейчас рассматривается как важнейший мировой регион обеспечения продовольственной безопасности населения Земли. По официальным аналитическим данным к 2025 году в мире должно производиться 3 млрд. тонн зерновых культур для обеспечения 8-миллиардного населения Земли. Для достижения этого ежегодный рост производства важнейшей продовольственной культуры – пшеницы,

должен составлять 2% (против нынешнего ежегодного роста в 1.3%). И это должно происходить на фоне нарастания влияния неблагоприятных факторов, таких как: сокращение водообеспеченности, засуха, повышение температуры, деградация земель, появление новых очень опасных рас возбудителей болезней, увеличение использования продуктов растениеводства на получение биотоплива и нужды животноводства.

Вне всякого сомнения, что преодоление этих негативных факторов и устойчивое развитие сельскохозяйственного производства как в Казахстане, так и в мировом масштабе, в решающей степени зависят от новых технологий и развития научной сферы. В современном мире технологии и инновации являются залогом конкурентоспособности страны и продовольственной безопасности.

В республике высшими научно-методическими и координационными центрами в области аграрной науки и сельскохозяйственной биологии и биотехнологии являются министерства сельского хозяйства, образования и науки, АО «КазАгроИнновация», Национальный центр биотехнологии РК. Сельскохозяйственные и биотехнологические исследования, образование и внедрение в республике представлены широкой сетью научно-исследовательских институтов, опытных станций, опытных хозяйств, университетов и других учреждений. Национальные системы сельскохозяйственных и биологических исследований страны способны мобилизовать богатые генетические ресурсы растений для нужд сельского хозяйства и производства продовольствия, обеспечить науку и производство передовыми методами и технологиями, высокопродуктивными сортами растений и в значительной степени повлиять на подъем сельского хозяйства, его прибыльность. Как мы попытались показать в данной работе, одним из важных условий является эффективное взаимодействие селекции и биотехнологии в направлении мобилизации генетических ресурсов растений для создания новых высокоурожайных стрессоустойчивых сортов растений. Наглядной иллюстрацией важности такого взаимодействия является активное становление нового направления селекции - геномной селекции, определяемой как «анализ и применение молекулярной информации в селекции» («analyses and application of molecular information in breeding»). Именно методы современной прикладной биологии и биотехнологии лежат в основе получения этой информации.

Наши контакты:

Адрес для писем: СИММИТ-Казахстан, а/я 1446, г.Астана,
010000, Казахстан.

Телефон/Факс: +7(7172)-343713

Электронные m.karabayev@cgiar.org; iskandarova@inbox.ru;
адреса авторов: y.zelenskiy@cgiar.org; a.baitassov@cgiar.org