

UOT: 004, 579.64, 631.1

KƏND TƏSƏRRÜFATININ DAYANIQLI İNKİŞAFINDA ELM, TEXNOLOGİYA VƏ İNNOVASIYALARIN ROLU

İradə Məmməd qızı Hüseynova, akademik

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının vitse-prezidenti,
Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun direktoru
e-mail: irada.huseynova@science.az,*

Xülasə

Məqalədə kənd təsərrüfatının dayanıqlı inkişafının təmin edilməsi məqsədilə elmtutumlu texnologiyaların tətbiqinin və innovativ fəaliyyətin genişləndirilməsinin zəruriliyi göstərilir. Aqrar sahənin innovativ inkişafının sürətləndirilməsində yeni nəsil texnologiyaların əhəmiyyəti açıqlanır. Eyni zamanda, ölkəmizin kənd təsərrüfatı qarşısında duran vəzifələrin həlli istiqamətində Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi və Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası (AMEA) arasında elmi-texniki əməkdaşlıq çərçivəsində reallaşdırılan layihələrin rolu dəyərləndirilir.

***Açar sözlər:** kənd təsərrüfatının dayanıqlı inkişafı, elmtutumlu texnologiya, innovasiya, ikinci yaşıl inqilab, elmi-texniki əməkdaşlıq.*

Giriş

Bu gün elm, elmtutumlu texnologiyalar və aktiv innovativ fəaliyyət kənd təsərrüfatının əsas aparıcı qüvvəsi olmalıdır. Müasir kənd təsərrüfatının ümumi inkişaf konsepsiyası üzrə yüksək məhsuldar agroekosistemlərin konstruksiyasında və ekoloji təhlükəsizliyin qorunub saxlanılmasında elmi yanaşmalara əsas yer verilməlidir. Qlobal iqlim dəyişiklikləri kontekstində artan əhalinin bugünkü və gələcək tələblərinə cavab verəcək qida məhsullarının istehsalının təmin edilməsi üçün dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində rəqəmsal və genom texnologiyalarının tətbiqi ilə ciddi elmi araşdırmalar aparılır. Azərbaycanda kənd təsərrüfatının dayanıqlı inkişafı, əhalinin ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi istiqamətində Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının (AMEA) müvafiq institutları arasında qarşılıqlı əməkdaşlıq şəraitində birgə elmi-tədqiqat layihələrinin həyata keçirilməsi məqsəduyğundur.

Möhtərəm Prezident ölkəmizin ərzaq təhlükəsizliyi üzrə tam müstəqilliyə nail olunmasını milli hədəflərdən biri kimi müəyyənləşdirmişdir. Onun bəyan etdiyi kimi “hazırda qarşıda duran ən başlıca məqsəd daxili imkanlar hesabına kənd təsərrüfatı və ərzaq məhsulları ilə özünütəminatə və dayanıqlı inkişafa nail olmaqla Azərbaycanı inkişaf etmiş ölkələr səviyyəsinə çatdırmaqdır”. Bu strategiyanın reallaşdırılması üçün ölkədəki mövcud potensial qiymətləndirilməli, məsələnin həllinə elmi-analitik

müstəvidən yanaşılmalıdır. Dövlət başçısının iradəsi və göstərişləri ilə həyata keçirilən elmi əsaslı islahatlar, siyasi, iqtisadi, sosial sahədə tətbiq edilən texnologiyalar qeyd edilən məqsədə xidmət etməklə artıq öz bəhrəsini verməkdədir.

Dünya alimləri kənd təsərrüfatının inkişafının 2 istiqamətini ayırd edirlər: ekstensiv və intensiv. Ekstensiv istiqamət istifadə edilən resursların artırılmasını, məsələn əkinçilik, otlaq və balıqçılıq sahələrinin genişləndirilməsini nəzərdə tutur. Lakin bütün təsərrüfat əhəmiyyətli ərazilər bu gün praktik olaraq artıq istifadə edildiyi üçün bu istiqamət yüksək xərclər tələb edir. İntensiv istiqamətsə ilk növbədə mövcud resursların bioloji məhsuldarlığının artırılması və biotexnologiyanın istifadəsinə əsaslanır, yeni, yüksək məhsuldar sort və cinslərdən, müasir əkin üsullarından istifadə bu vəziyyətdə həlledici əhəmiyyətə malikdir. Buna görə də əsas təsərrüfat əhəmiyyətli, xüsusən də strateji əhəmiyyətli kulturaların məhsuldarlığını həm kəmiyyət, həm də keyfiyyətcə yüksəltməyə imkan verən yeni texnologiyaların axtarılması tələb olunur. Hansı ki bu texnologiyalar “ikinci yaşıl inqilaba” gətirib çıxaracaqdır.

“Yaşıl inqilab” dövrü qlobal qida təhlükəsizliyinin artırılmasında ekstraordinar epoxa kimi dəyərləndirilir. Bu period kənd təsərrüfatının intensivləşməsinə hesabına dünyada qida məhsullarının, xüsusən də buğda, düyü, qarğıdalı kimi dənli bitkilərin istehsalının güclü artımı ilə xarakterizə olunur. İntensifikasiya kənd təsərrüfatı tədqiqatlarına investisiyaların artımı, sintetik gübrələrin və pestisidlərin kütləvi istifadəsi və bu proseslərin mexanizasiyası, yüksək məhsuldar sortların genetik yaxşılaşdırılması kimi proseslərin bir-biri ilə uzlaşdırılması hesabına əldə olunmuşdu. Amma artıq bu inqilabın əlavə təsirləri üzə çıxmağa başlamışdır. Ətraf mühitə göstərilən zərərli təsirlər hesabına bütövlükdə ekosistemlərin keyfiyyəti aşağı düşmüşdür (*Aguilar-Rivera et al., 2019*).

Buna görə hal-hazırda qarşıda duran əsas məsələ - elmtutumlu innovativ texnologiyaları kənd təsərrüfatında tətbiq etməklə stabil, keyfiyyətli qida məhsullarının əldə edilməsi üçün agroekosistemlərin bütövlüyünü saxlamaqla kənd təsərrüfatında dayanıqlı inkişafa nail olmaqdır. “**İkinci Yaşıl İnqilab**” kənd təsərrüfatına fərqli prizmadan yanan yeni nəsillərin ideyalarından asılı olacaqdır (*Kasliwal, 2021*).

Genom-redaktə texnologiyaları. Genomun redaktəsi -gen mühəndisliyinin ən son uğurlarından biridir. Bu texnologiya xüsusi “molekulyar qayçıların”, elmi dildə desək spesifik dizayn edilmiş endonukleazaların iştirakı ilə genomda müəyyən sahələrin əvəz edilməsi, daxil edilməsi, yaxud kəsilməsi kimi tənzimləməyə əsaslanır. Bu metodda 4 tip nukleazalardan istifadə edilir: *meqanukleazalar, sink barmaqları olan nukleazalar, TALEN nukleazaları və CRISPR-Cas sistemi*.

CRISPR-Cas9 texnologiyası nədir? CRISPR-Cas9 DNT molekulunun müxtəlif sahələrində delesiya və ya əlavələr edən yeni texnologiyadır. CRISPR-Cas9 sistemi, DNT-də mutasiya yaradan 2 molekuldan təşkil olunmuşdur: bunlardan biri Cas9 adlı ferment - genomun müəyyən hissələrindən DNT zəncirini kəsir, bir sözlə bu molekul “qayçı” funksiyasını daşıyır. İkincisi gid RNT (İng. guide RNA – gRNA) - kiçik (~20 n.c.) RNT zəncirindən təşkil olunmuşdur. RNT zənciri DNT molekulunu ilə əlaqəyə girir və Cas9-un genomun uyğun hissəsinə oturmaya rəhbərlik edir və beləliklə Cas9 fermenti müvafiq nukleotidləri kəsir. Bu mərhələdə hüceyrədə DNT-nin zədələnməsinə qarşı reparasiya mexanizmi işə salınır. Mütəxəssislər DNT molekulunun reparasiya mexanizmindən istifadə edərək hüceyrənin 1-dən artıq genində dəyişiklik yarada bilirlər. Hazırda bu sistem bir sıra heyvan və bitki orqanizmlərində tətbiq edilməkdədir (*Prabin & Mousami, 2020*). CRISPR-Cas9 sistemi hazırda gen redaktə edilmədə ən sürətli, ucuz və etibarlı sistem kimi tanınır. Bu metodun

rekombinativ DNT texnologiyasından əsas fərqi ondadır ki, canlı orqanizmə yad gen daxil edilmir, orqanizmin öz geni dəyişdirilir, yaxud bərpa olunur. Bu zaman yaranan məhsul GMO hesab olunmur!

Yeni nəsil sekvens texnologiyaları. Hal-hazırda effektiv genetik tədqiqatların aparılmasını genomun oxunması mərhələsi olmadan təsəvvür etmək mümkün deyildir. Genom ardıcılıqları gen və gen şəbəkələrinin identifikasiyası kimi fundamental məsələlərin həllində əvəzəlməzdir. Bitki və heyvan orqanizmlərində təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətləri kodlaşdıran gen lokuslarının, mühüm metabolik yolların, siqnalötürmə şəbəkələrinin tədqiqində genomların sekvensi açar rolunu oynayır. Yeni molekulyar bridinq proqramları da məhz dəyərli genlərlə ilişikli marker məlumatlarını əks etdirən genom xəritələrinə əsaslanaraq aparılır. Hal-hazırda artıq 300 bitkinin genomu tam və ya qismən oxunaraq NCBI-də yerləşdirilmişdir. Yeni nəsil sekvens texnologiyaları əvvəlki metodlarla müqayisədə qısa zaman intervalında nisbətən daha aşağı xərclə genomda nukleotid ardıcılıqlarını təyin etməyə imkan verir. Yeni texnologiya ekzom sekvensini - zülal kodlaşdıran sahələrin sekvensini də həyata keçirməyə imkan verir. Əgər RNT-sekvensi yalnız ekspressiya olunan genlər haqqında məlumat verirsə, ekzom-sekvensi ekspressiya olunmayan allel genlər haqqında belə zəngin məlumat təqdim edir (*Sirangelo & Calabrò, 2020*).

Kənd təsərrüfatında rəqəmsal transformasiyalar - süni intellektin tətbiqi. Süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi insan fəaliyyətinin bütün sferalarına daxil olmuşdur. Son dövrlərdə artıq bu texnologiyalar kənd təsərrüfatında da tətbiq olunmağa başlanılmışdır. Bu baxımdan qarşıda duran problemlərdən ən əsası abiotik və biotik stres amillərinin inkişaf dinamikasının qabaqcadan proqnozlaşdırılmasıdır. Bu yanaşmada artıq maşınöyrənmə üsulları tətbiq edilməyə başlanmışdır. Zərərvericilərin hansı ərazilərdə yayılacağını, iqlim faktorlarının onların intensivliyinə təsirini qabaqcadan proqnozlaşdırmaqla epifitotiyaların qarşısını almaq olar. Süni intellekt texnologiyalarına əsaslanan peyk müşahidə sistemləri, yaxud bitkinin vəziyyətini qiymətləndirərək vaxtında gübrələrlə, boy stimulyatorları ilə, zərərvericilərə qarşı kimyəvi maddələrlə işlənməsini özü idarədən “ağıllı texnika”nın tətbiqi gələcəkdə məhsuldarlığın artırılmasına çox böyük təkan verəcəkdir (*Talavia et al., 2020*).

Rəqəmsal fenotipləmə. Bitki seleksiyasında vacib aspektlərdən biri düzgün fenotipləmənin aparılmasıdır. Rəqəmsal fenotipləmə qeyri-invaziv olaraq bitkinin fizioloji vəziyyətini analiz etməyə imkan verir. Rəqəmsal verilənlər alqoritmlərin köməyi ilə analiz edilir ki, bu da nəticənin etibarlılığını dəfələrlə artırır (*Omari et al., 2020*).

Mikrobiomlar və bioloji pestisidlər. Gen mühəndisliyinin tətbiqi ilə yaradılan faydalı mikroorqanizmlərdən istifadə kənd təsərrüfatını yeni mərhələyə qaldırır. Bu yanaşma iqtisadi cəhətdən sərfəlidir, belə ki, pestisid və gübrələrə sərf olunan xərclər azalır. Məsələn, gen mühəndisliyi yolu ilə yaradılan mikroorqanizmlər birbaşa havadan atmosfer azotunu mənimsəyərək bitkiyə gübrə şəklində verə bilirlər. Bu cür faydalı mikroorqanizmlərin süni şəkildə çoxaldılması hesabına bitkilərin məhsuldarlığını, qeyri-əlverişli iqlim şəraitinə, zərərvericilərə qarşı davamlılığını artırmaq mümkün olacaqdır.

RNT-nin interferensiyası. Artıq alimlər tərəfindən RNT-nin interferensiyasına əsaslanan yeni innovativ metod işlənib hazırlanmışdır. Bu metod RNT-ni bitki yarpaqlarına yeritməklə genlərin ekspressiyasını effektiv şəkildə inhibirləşdirməyə imkan verir. Bitkiyə bu və ya digər stres faktoruna qarşı həssaslıq verən genlərin ekspressiyasının dayandırılması bitkinin əlverişsiz şəraitdə inkişaf

etməsinə şərait yaradacaqdır. Belə bitkilər genetik modifikasiya edilmiş bitkilər sırasına aid edilmir, çünki bu texnologiya “yad” genlərin daxil edilməsini həyata keçirmədən müvəqqəti olaraq bitkinin öz genlərini “söndürür”.

“Omiks” yanaşmalar. “Omiks” texnologiyaların inkişafı (genomiks, transkriptomiks, proteomiks, metabolomiks və s.) bitkilərin biologiyası sahəsində tədqiqatlarda inqilabi sıçrayışa gətirib çıxartmışdır. Bu yanaşmalar genlər, metabolitlər, zülallar və tənzimləyici elementlərin inteqrasiyası şəbəkələrindən istifadə yolu ilə bioloji komponentlər arasında qarşılıqlı əlaqənin daha yüksək səviyyədə tədqiq edilməsini mümkün etmişdir. “Omiks” texnologiyaları geniş spektrdə tətbiq olunur. Dəyişən ətraf mühit şəraitində streslə mübarizə aparmaq üçün bitkilər “omiks” profillərini dəyişirlər. “Omiks” verilənlər kombinasiyaları molekulyar səviyyədə bütöv bitki səviyyəsinə kimi bitkidə yaranan prosesləri dəqiq izləməyə imkan verir (*Majumdar & Keller, 2020*).

Ölkəmizdə aqrar sektorun qarşısında duran mühüm vəzifələrə, aqrar sahədə mövcud olan problemlərin həllində elmin rolunun artırılmasına gəldikdə, Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi ilə AMEA arasında elmi-texniki əməkdaşlığın gücləndirilməsinə dair imzalanmış “Niyyət Sazişi” böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu baxımdan hər iki qurumun institutları arasında birgə icra olunması planlaşdırılan **“Rəqəmsal və genom texnologiyaların tətbiqi əsasında buğdanın quraqlığa davamlı və yüksək məhsuldar rüşeym plazmasının seçilməsi və seleksiya proqramlarında istifadəsi”** (rəhbər: AMEA-nın vitse-prezidenti, Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun direktoru, akademik İradə Hüseynova), **“Molekulyar genetik və xromosom mühəndisliyi metodları ilə pambıq genofondunun zənginləşdirilməsi, iqtisadi əhəmiyyətli yeni sortların yaradılması”** (rəhbər: Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun direktoru, AMEA-nın müxbir üzvü Zeynal Əkpərov), **“Azərbaycan Respublikasında təbii örüş, biçənək və otların davamlı idarəedilmə sisteminin yaradılması ilə onların yem bazasının möhkəmləndirilməsi və bitki biomüxtəlifliyinin qorunub saxlanması”** (Botanika İnstitutu, rəhbər: professor Səyyarə İbadullayeva), **“Torpaqların şorlaşması, şorakətləşməsi və eroziyaya uğrama dərəcələrinin və qida maddələrinə tələbatının dəqiqləşdirilməsi”** (Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu, rəhbər: AMEA-nın müxbir üzvü Əlövsət Quliyev) layihələri ölkəmizdə aqrar sahənin inkişafına dəyərli töhfələr verəcəkdir.

Strateji yekun

Kənd təsərrüfatında dayanıqlı inkişaf və yeni yaranacaq təhlükələrlə mübarizə üçün mövcud bilik və texnologiyaların tətbiqi və daim yeni texnologiya və yanaşmaların işlənilib hazırlanması üçün investisiyalar qoyulmalıdır. İnkişaf etmiş dünya ölkələrinin praktikasını bunu sübut edir. Qida məhsullarının istehsalı sektorunda investisiyalar ekosistemlərin bütövlüyünü saxlamaqla dayanıqlı inkişafın yaxşılaşdırılmasına yönəldilməlidir. Eyni zamanda, elmi tədqiqatların prioritetlərinin düzgün müəyyən edilməsi və stimullaşdırılması da əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyat

1. Omari M.K., Lee J., Faqeerzada M.A., Joshi R., Park E. & Cho B.K. (2020). Digital image-based plant phenotyping: A review. *Korean Journal of Agricultural Science*, 47(1), 119-130.
2. Prabin A. & Mousami P. (2020). CRISPR-Cas9 in agriculture: Approaches, applications, future perspectives, and associated challenges. *Malaysian Journal of Halal Research*. 3. 10.2478/mjhr-2020-0002.
3. Aguilar-Rivera N., Michel-Cuello C., Cárdenas-González J.F. (2019) Green Revolution and Sustainable Development. In: Leal Filho W. (eds) *Encyclopedia of Sustainability in Higher Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11352-0_87
4. Kasliwal R. “The New Green Revolution: A Just Transition to Climate-Smart Crops,” ORF Issue Brief No. 433, January 2021, Observer Research Foundation.
5. Majumdar, S. & Keller A.A. (2020). Omics to address the opportunities and challenges of nanotechnology in agriculture. *Critical Reviews In Environmental Science And Technology*, 1-42.
6. Talaviya T., Shah D., Patel N., Yagnik H. & Shah M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*.
7. Sirangelo T.M., Calabrò G. Next Generation Sequencing Approach and Impact On Bioinformatics: Applications in Agri-Food Field. *Journal of Bioinformatics and Systems Biology* 3 (2020): 032-044.

Academician I.M. Huseynova

Vice-president of Azerbaijan National Academy of Sciences
Director of the Institute of Molecular Biology and Biotechnology, ANAS

The role of science, technology and innovation in the sustainable development of agriculture

Summary

The article emphasizes the need to apply science-intensive technologies and expand innovative activities to ensure sustainable development of agriculture. The importance of new generation technologies in accelerating the innovative development of the agricultural sector is revealed. At the same time, the role of projects implemented within the framework of scientific and technical cooperation between the Ministry of Agriculture and ANAS in solving the problems facing the agriculture of our country is assessed.

Keywords: *sustainable development of agriculture, high technologies, innovation, the second green revolution, scientific and technical cooperation.*

Академик И.М. Гусейнова

Вице-президент Национальной Академии Наук Азербайджана,
Директор Института Молекулярной биологии и биотехнологии НАНА

Роль науки, технологии и инноваций в устойчивом развитии сельского хозяйства

Резюме

В статье подчеркивается необходимость применения наукоемких технологий и расширения инновационной деятельности для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства. Раскрыта важность технологий нового поколения в ускорении инновационного развития аграрного сектора. При этом оценивается роль проектов, реализуемых в рамках научно-технического сотрудничества между Минсельхозом и НАНА, в решении проблем, стоящих перед сельским хозяйством нашей страны.

Ключевые слова: *устойчивое развитие сельского хозяйства, наукоемкие технологии, инновации, вторая зеленая революция, научно-техническое сотрудничество.*