

МРНТИ 65.65.03

Н.Б. Даутканов<sup>1</sup> – основной автор,  
Ж.К. Усембаева<sup>2</sup>, Д.Р. Даутканова<sup>3</sup>,  
А.Т. Қажымұрат<sup>4</sup>, М.К. Усембаев<sup>5</sup>



<sup>1</sup>Канд. техн. наук, <sup>2,5</sup>Д-р. техн. наук, профессор, <sup>3</sup>Д-р техн. наук, <sup>4</sup>PhD

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7864-0217> <sup>2</sup><https://orcid.org/0009-0005-8689-4061>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9766-9039> <sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-5359-5528>

<sup>5</sup><https://orcid.org/0009-0005-1270-1706>



<sup>1,2,3,4</sup>Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан

<sup>5</sup>АО «Ақсу қант»,  
с. Жансугуров, Аксуский район, Жетысу область, Казахстан

@

<sup>1</sup>[ndautkhanov@yandex.ru](mailto:ndautkhanov@yandex.ru)

<https://doi.org/10.55956/PMGM3862>

## ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРЕРАБОТКИ СОИ В РК

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования производства соевых бобов в мире и Казахстане. Среднегодовая рекомендуемая норма потребления бобовых культур составляет 3-3,3 кг на человека в год, данный показатель можно назвать индикатором для формирования соответствующей аграрной и промышленной программы развития. Казахстанские потребители продуктов питания уделяют повышенное внимание наличию ГМО продуктов, соя наиболее подвержена генной коррекции (для повышения урожайности и устойчивости к болезням). Поскольку даже следовые количества ГМО сырья влияют на весь объем товарной продукции в образцах соевого шрота, полученных от отечественных производителей соевого масла были проведены исследования на предмет наличия генетически модифицированных организмов. Для определения генетически модифицированных организмов в соевом шроте использован метод полимеразной цепной реакции. Тест на полимеразную цепную реакцию успешно выявляет даже следовые количества ГМО сырья и продуктов. В исследованных образцах был обнаружено присутствие ГМО. Для производства чистого изолята соевого белка и его производных требуется собственная замкнутая экосистема, включающая семеноводство, товарное производство бобов, глубокую переработку сои, хранение и транспортировку.

**Ключевые слова:** соя, производство, валовый сбор, соевый белок, ГМО.



Даутканов, Н.Б. Производство и переработки сои в РК [Текст] / Н.Б. Даутканов, Ж.К. Усембаева, Д.Р. Даутканова, А.Т. Қажымұрат, М.К. Усембаев //Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №3(89). – С.9-17.  
<https://doi.org/10.55956/PMGM3862>

**Введение.** Соевые бобы появились в Юго-Восточной Азии и были впервые одомашнены китайскими фермерами около 1100 г. до н. э. К I веку н. э. соевые бобы выращивали в Японии и многих других странах [1].

Соя (*Glycine max*) является одной из важнейших мировых культур и выращивается для получения масла и белка. Текущее мировое производство составляет около 176,6 млн тонн бобов на 75,5 млн га. Культура в основном

выращивается в богарных условиях, но все чаще используется особенно дополнительное орошение [2]. Урожай выращивают в теплых условиях в тропиках, субтропиках и умеренном климате. Соя относительно устойчива к низким и очень высоким температурам, но темпы роста снижаются выше 35°C и ниже 18°C [2].

Значимость растительных белков не нуждается в объяснении алиментарных и физиологических аспектах питания людей и кормления животных. Как структурный и энергетический элемент основы клеток и метаболизма организмов млекопитающих, а также пойкилотермных организмов, растительные протеины восполняют и зачастую замещают аналоги животного происхождения.

На фоне растущей численности населения планеты эксперты ООН подсчитали, что в 2022 году в мире страдали от недоедания около 735,1 млн человек [3].

Lianjun Sun из колледжа агрономии и биотехнологии, Китайского сельскохозяйственного университета (Пекин, Китай) отметил, что семена как основная цель для селекции являются весьма важным источником пищи. Морфология семян играет важную роль в предоставлении критической информации по систематике и может быть использована для идентификации видов. Благодаря исследованиям морфологии семян мы можем глубже понять физиологию семян, одомашнивание семян и влияние окружающей среды [4].

Важность исследований в области генетики и селекции описана в работе Fitrya Ningsih из Tanjungpura University (Понтианак, Индонезия), которая обратила внимание на генотипические особенности соевых бобов, сообщив, что производство сои может быть увеличено за счет сборки новых превосходных сортов. При сборке генов растений необходимо сначала обнаружить характеристики родителей. Один из способов выяснить эти характеристики – провести морфологическое исследование [5].

Аналитики Imarcgroup рассчитали объем мирового рынка соевых продуктов питания достиг 49,4 млрд долларов США в 2023 году. По прогнозам IMARC Group, к 2032 году объем рынка достигнет 72,2 млрд долларов США, а среднегодовой темп роста (CAGR) составит 4,2% в период 2024-2032 годов [6].

Эксперты из Grand View Research в своих исследованиях публикуют следующее: Объем мирового рынка сои оценивается в 193,10 млрд долларов США в 2023 году и, как ожидается, будет расти с годовым темпом прироста (CAGR) 4,4% в 2024-2030 годах. Соевые бобы известны своей пользой для здоровья, в том числе тем, что являются хорошим источником белка, клетчатки, витаминов и минералов. Растущая осведомленность потребителей об этих преимуществах стимулирует спрос, особенно на такие продукты, как соевое молоко, тофу и белковые добавки. Более того, наблюдается растущая тенденция к вегетарианскому и веганскому питанию, а также общее увеличение потребления растительных белков среди всеядных. Соя, универсальная и высокобелковая бобовая культура, является жизненно важным компонентом многих растительных диет [7].

Глобальный сектор сои пережил быстрый рост за последние 5 десятилетий и сейчас оценивается в 155 млрд долларов США. По прогнозам, к 2031 году он достигнет 278 млрд долларов США. Менее 3% соевых бобов производится в соответствии со стандартами устойчивого развития, однако сохраняющийся медленный рост производства, соответствующего стандартам, по-видимому, ускоряется. Производители органической сои в

основных странах-экспортерах могли получить в 2017 году цены на 64% выше, чем те, кто продавал обычную генетически модифицированную сою [8].

На рисунке 1 представлены данные валового сбора и доли рынка топ-10 стран-лидеров производителей соевых бобов. Визуализация информационных данных отражает факт, что основные страны-лидеры находятся в экваториальной близости, за исключением России, Канады, Украины. Однако регионы выращивания соевых бобов в этих условно «северных» странах концентрированы в мягких климатических зонах с достаточными водными ресурсами.

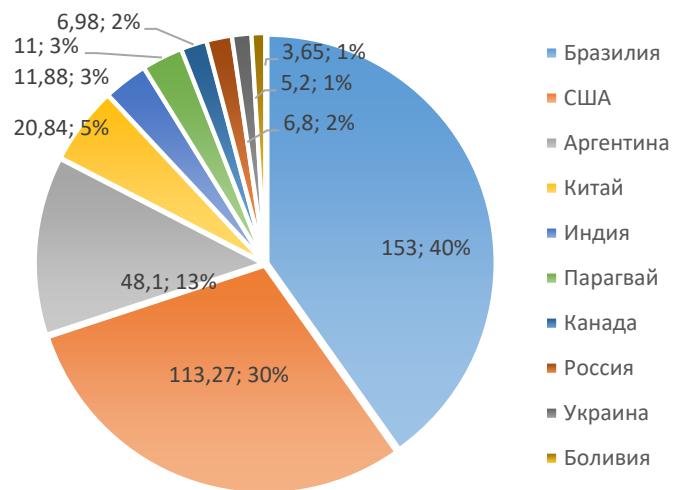


Рис 1. Топ-10 стран-производителей сои, млн тонн, доля % [9]

Данные с рисунка 1 отражают доминирование на мировом рынке трех стран (Бразилия, США, Аргентина), на долю которых приходится 83% мирового валового сбора сои. Однако в таблице 1 ниже, гистограммами представлен подушевой объем производства соевых бобов в этих странах. Здесь видно, что все страны из лидирующей десятки, представленные Южной Америкой, имеют обеспеченность соевыми бобами на человека свыше 500 кг в год, особенно выделяются Парагвай и Аргентина с показателями в 1236 и 1207 кг на человека в год.

Учитывая, что среднегодовая рекомендуемая норма потребления бобовых культур составляет 3-3,3 кг на человека в год [10,11], данный показатель можно назвать индикатором для формирования соответствующей аграрной и промышленной программы развития, который также служит показателем экспортного потенциала соевых бобов.

Указанные в таблице 1 рекомендуемые цифры среднегодового потребления бобов в России и США (3 и 3,3 кг соответственно) являются научно обоснованными пищевыми нормами, позиция Казахстана и других стран в данной таблице отражает общий валовой сбор на человека. Так как соя и продукты ее переработки используются в основном в животноводстве, птицеводстве и масложировой отрасли, то данный индикатор может характеризовать состояние (сырьевую обеспеченность), потенциал отечественных отраслей и импортозависимость.

Таблица 1

Подушевое производство соевых бобов

рейтинг	страна	кол-во тыс. тонн	население	тонн на человека
1.	Brazil	114 300 000	216 605 837	0,528
2.	United States	96 800 000	341 731 670	0,283
3.	Argentina	55 300 000	45 816 224	1,207
4.	China	15 700 000	1 425 618 738	0,011
5.	India	13 300 000	1 430 579 539	0,009
6.	Paraguay	8 500 000	6 874 322	1,236
7.	Canada	6 000 000	38 829 631	0,155
8.	Russia	4 400 000	143 979 164	0,031
9.	Ukraine	3 700 000	36 944 328	0,100
10.	Bolivia	3 000 000	12 414 981	0,242
11.	Uruguay	2 800 000	3 423 149	0,818
12.	South Africa	1 200 000	60 495 373	0,020
13.	Italy	1 000 000	58 845 692	0,017
14.	Indonesia	940 000	277 988 000	0,003
15.	Serbia	700 500	7 139 594	0,098
16.	Nigeria	630 000	228 906 678	0,003
17.	Romania	440 100	19 844 631	0,022
18.	France	428 500	64 775 470	0,007
19.	Kazakhstan	282 200	20 000 000	0,014

Для Казахстана отход от монокультуры (пшеницы) способствует расширению посевных площадей под бобовые культуры. Урожай данных культур в 2023 году составил около 300 тыс. тонн, урожайность достигла 11,2 ц/га. Валовой сбор чечевицы составил 145 тыс. тонн, нута – 8,5 тыс. тонн, гороха – 150 тыс. тонн [12].

Что касается производства бобовых культур в Казахстане, на рисунке 2 представлена диаграмма валового сбора данных культур в прошедшем маркетинговом году.

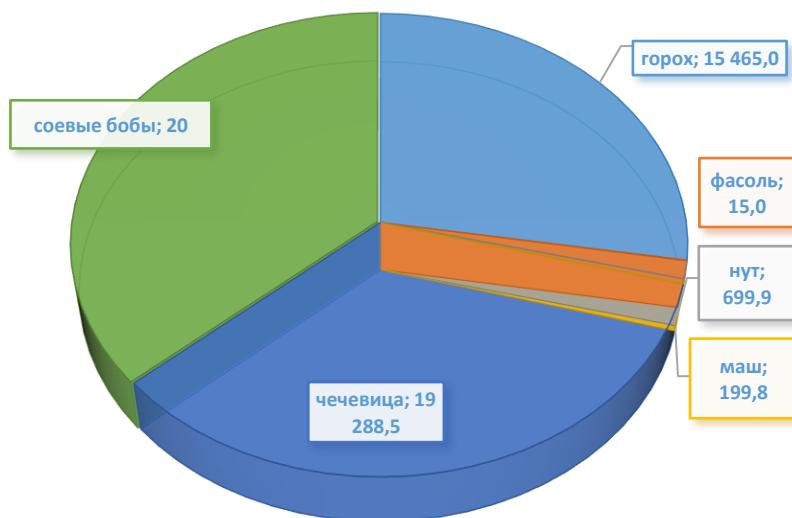


Рис. 2. Структура валового сбора бобовых Казахстана в 2023 году, тонн [13]

Соевый сегмент в структуре посевных бобовых культур является крупнейшим и имеет предпосылки к регулярному росту, так как этому способствует востребованность потребительского рынка, и пищевого и кормового. Динамическое развитие животноводства и птицеводства стимулирует производство кормового шрота, а демографические тенденции роста населения Казахстана и стран Центральной Азии способствуют увеличению рынка пищевых деривативов переработки соевых бобов, таких как изоляты соевого белка.

Следует отметить, что увеличение соевого клина в структуре посевных вызвано в том числе и особенностями данной культуры как наилучшего предшественника в растениеводстве так как после сои почва насыщается азотом.

**Условия и методы исследования.** Были использованы традиционные теоретические и эмпирические методы исследований. Для определения генетически модифицированных организмов в соевом шроте был использован метод ПЦР (полимеразной цепной реакции) в соответствии с методикой «Продукты пищевые. Метод анализа для обнаружения генетически модифицированных организмов и производных продуктов. Методы качественного обнаружения на основе анализа нуклеиновых кислот». Тест на полимеразную цепную реакцию успешно выявляет даже следовые количества ГМО-сырья и продуктов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Были проведены исследования на предмет наличия генетически модифицированных организмов в образцах соевого шрота, полученных методом экстракции от отечественных производителей соевого масла. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты ПЦР теста образцов соевого шрота

Номер образца	Наименование поставщика соевого шрота	Результат
1	ТОО «Уыз Май Industry»	обнаружено
2	ТОО «Саркан Май»	обнаружено
3	ТОО «Жетысу соя»	обнаружено

Результаты исследования генетически модифицированных организмов в соевом шроте методом ПЦР показали наличие генетически модифицированных организмов во всех образцах отечественного соевого шрота, что свидетельствует об использовании ГМО-сои в производстве соевого масла на предприятиях ТОО «Уыз Май Industry», ТОО «Саркан Май» и ТОО «Жетысу соя».

Казахстанские потребители продуктов питания уделяют повышенное внимание наличию ГМО-продуктов и соя для повышения урожайности и устойчивости к болезням наиболее подвержена генетической модификации.

Для производства изолята соевого белка – ключевого ингредиента пищевой промышленности присутствие ГМО является критическим фактором чистоты деривативов.

Так в нормативных документах указано, что для производства продуктов типа смеси на основе изолята соевого белка для питания детей первого года жизни применяют изолят соевого белка полученный из генетически не модифицированных соевых белков.

В основном через соевое и кукурузное сырье продукты питания контактируют с генной технологией, не будучи при этом генетически модифицированными. Масло в маргарине, лецитин в шоколаде, печенье или мороженом, белки и витамины могут происходить из сои. Ежегодно страны ЕС импортируют около 35 миллионов тонн соевого сырья из Бразилии, США и Аргентины. Китай. Япония и другие азиатские страны также закупают свою сою в этих странах, где генно-модифицированные сорта выращиваются на 95% земель, используемых для выращивания бобов [14].

Технология производства изолята соевого белка имеет замкнутую необратимую систему, поэтому чередование «чистого» и ГМО-зараженного сырья на одной линии категорически не рекомендуется, так как даже следовые количества такого сырья заражают весь объем товарной продукции.

Этот факт требует использования в производстве соевых белков исключительно не ГМО-сырья.

**Заключение.** Для производства чистого изолята соевого белка и его производных необходима собственная замкнутая система, охватывающая все этапы – от семеноводства и товарного производства бобов до глубокой переработки сои, хранения и транспортировки.

В этой связи отечественным производителям соевого шрота для целей его реализации в производство соевых белков для пищевой индустрии и медицинских целей требуется пересмотреть подходы и рынки сырья.

#### Список литературы

1. History of Soybeans. And Soy it Begins... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ncsoy.org/media-resources/history-of-soybeans/>. Дата обращения: 12.09.2024.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Soybean [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/soybean/en/>. Дата обращения: 12.09.2024.
3. Более 735 миллионов человек в мире страдают от нехватки еды. 5 июня 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energyprom.kz/articles-ru/society-ru/bolee-735-millionov-chelovek-v-mire-stradayut-ot-nehvatkii-edy/>. Дата обращения: 12.09.2024.
4. Sun L., Yuan Zh. Chapter Eleven – Seed morphology of soybean // Advances in Botanical Research. – 2022. – Vol. 102. – P. 349-375.
5. Ningsih F., Zubaidah S., Kuswantoro H. Diverse Morphological Characteristics of Soybean (*Glycine max* L. Merill) Pods and Seeds Germplasm // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 276, № 1. – P. 012014.
6. Soy Food Market Report by Product Type, Category, Distribution Channel, End-Use, and Region 2024-2032 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.imarcgroup.com/soy-food-market>. Дата обращения: 12.09.2024.
7. Soybean Market Size, Share & Trends Analysis Report By Nature (GMO, Non-GMO), By Form (Raw, Processed), By End-use (Animal Feed, Industrial Use), By Region, And Segment Forecasts, 2024-2030 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/soybean-market-report>. Дата обращения: 12.09.2024.
8. Voora V., Bermúdez S., Le H., Larrea C., Luna E. Global Market Report: Soybean prices and sustainability // Global Market Report, February 28, 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iisd.org/publications/report/2024-global-market-report-soybean>. Дата обращения: 12.09.2024.
9. Production – Soybeans [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/2222000>. Дата обращения: 12.09.2024.

10. Рациональные нормы потребления пищевых продуктов. Министерство здравоохранения РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minzdrav.gov.ru/opendata/7707778246-normpotrebproduct/visual>. Дата обращения: 12.09.2024.
11. Patterns of Legume Purchases and Consumption in the United States // Frontiers in Nutrition. Section: Nutrition and Sustainable Diets. – 2021. – Vol. 8.
12. Аграрии могут сильно сократить посев пшеницы в 2024 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apk-news.kz/statyi/item-1925>. Дата обращения: 12.09.2024.
13. Валовый сбор сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан за 2023 год. Агентство по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Бюро национальной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/5099/>. Дата обращения: 12.09.2024.
14. Renneberg R., Loroch V. Green Biotechnology // Biotechnology for Beginners / 2nd ed. – 2017.

*Исследования выполнены в рамках проекта BR22883587 «Совершенствование и разработка наукоемких технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для укрепления продовольственной безопасности РК», профинансированного Комитетом науки МНВО РК.*

*Материал поступил в редакцию 12.01.25, принят 05.07.25.*

**Н.Б. Даутканов<sup>1</sup>, Ж.К. Усембаева<sup>1</sup>,  
Д.Р. Даутканова<sup>1</sup>, А.Т. Қажымұрат<sup>1</sup>, М.К. Усембаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ФЗИ, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>«Ақсу Қант» АҚ, Жансүгіров ауылы, Ақсу ауданы, Жетісу облысы, Қазақстан

#### **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ СОЯ БҮРШАҒЫН ӨНДІРУ ЖӘНЕ ӨҢДЕУ**

**Андратпа.** Мақалада дүние жүзіндегі және Қазақстандағы соя өндірісі бойынша жүргізілген зерттеу нәтижелері берілген. Бразилия, АҚШ және Аргентина жетекші 10 соя өндіруші елдерінің жалпы кірісі мен нарықтық үлесі туралы деректер әлемдегі жалпы соя түсімінің 40, 30 және 13% алады. Бүршақ дақылдарын тұтынудың орташа жылдық ұснылатын нормасы жылына бір адамға 3-3,3 кг құрайды, бұл көрсеткішті ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіпті дамытудың тиісті бағдарламасын қалыптастырудың көрсеткіші деп атаяуға болады, сондай-ақ сояның экспорттық әлеуетін көрсетеді. Қазақстандық азық-түлік тұтынушылары ГМО өнімдерінің болуына көбірек көңіл бөледі (шығымдылық пен ауруға тәзімділікті арттыру үшін). Отандық соя майын өндірушілерден алынған соя ұнының үлгілеріндегі ГМО шикізатының тіпті іздік мөлшері де коммерциялық өнімдердің бүкіл көлеміне әсер ететіндікten, генетикалық түрлендірілген ағзалардың болуын анықтау үшін зерттеулер жүргізілді. Соя ұнындағы генетикалық түрлендірілген ағзаларды анықтау үшін полимеразды тізбекті реакция әдісі қолданылды. Полимеразды тізбекті реакция сынағы ГМО шикізаты мен өнімдерінің тіпті іздерін де сәтті анықтайды. Зерттелген үлгілерде ГМО бар екені анықталды. Таза соя протеинің изолятын және оның туындыларын өндіру тұқым шаруашылығынан өзіндік жабық экожүйені қажет етеді – бүршақты тауарлық өндіру – сояны терең өңдеу – сактау – тасымалдау.

**Тірек сөздер:** соя, өндіріс, жалпы өнім, соя протеині, ГМ-ағзалар.

N. Dautkanov<sup>1</sup>, Zh. Usembaeva<sup>1</sup>, D. Dautkanova<sup>1</sup>, A. Kazhymurat<sup>1</sup>, M.K. Usembaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>JSC "Aksu Kant", Zhansugurov village, Aksu District, Zhetysu Region, Kazakhstan

## PRODUCTION AND PROCESSING OF SOYBEANS IN KAZAKHSTAN

**Abstract.** The article presents the results of a study on the production of soybeans in the world and Kazakhstan. Data on the gross harvest and market share of the top 10 countries leading in the production of soybeans – Brazil, the USA and Argentina – account for 40, 30 and 13% of the world's gross soybean harvest. The average annual recommended consumption rate of legumes is 3-3.3 kg per person per year, this figure can be called an indicator for the formation of an appropriate agricultural and industrial development program, and is also an export potential for soybeans. Kazakhstani food consumers pay increased attention to the presence of GMO products, soybeans are most susceptible to gene correction (to increase productivity and disease resistance). Since even trace amounts of GMO raw materials affect the entire volume of commercial products in soybean meal samples obtained from domestic soybean oil producers, studies were conducted to determine the presence of genetically modified organisms. The polymerase chain reaction method was used to determine genetically modified organisms in soybean meal. The polymerase chain reaction test successfully detects even trace amounts of GMO raw materials and products. The presence of GMO was detected in the samples studied. The production of pure soy protein isolate and its derivatives requires its own closed ecosystem from seed production – commercial production of beans – deep processing of soybeans – storage – transportation.

**Keywords:** soybeans, production, gross yield, soy protein, GMO.

### References

1. History of Soybeans. And Soy it Begins... [Electronic resource]. – Access mode: <https://ncsoy.org/media-resources/history-of-soybeans/>. Date of access: 12.09.2024.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Soybean [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/soybean/en/>. Date of access: 12.09.2024.
3. More than 735 million people worldwide suffer from food shortages. June 5, 2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://energyprom.kz/articles-ru/society-ru/bolee-735-millionov-chelovek-v-mire-stradayut-ot-nehvatki-edy/>. Date of access: 12.09.2024. [in Russian].
4. Sun L., Yuan Zh. Chapter Eleven – Seed morphology of soybean // Advances in Botanical Research. – 2022. – Vol. 102. – P. 349-375.
5. Ningsih F., Zubaidah S., Kuswantoro H. Diverse Morphological Characteristics of Soybean (*Glycine max* L. Merill) Pods and Seeds Germplasm // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 276, № 1. – P. 012014.
6. Soy Food Market Report by Product Type, Category, Distribution Channel, End-Use, and Region 2024-2032 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.imarcgroup.com/soy-food-market>. Date of access: 12.09.2024.
7. Soybean Market Size, Share & Trends Analysis Report By Nature (GMO, Non-GMO), By Form (Raw, Processed), By End-use (Animal Feed, Industrial Use), By Region, And Segment Forecasts, 2024-2030 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/soybean-market-report>. Date of access: 12.09.2024.
8. Voora V., Bermúdez S., Le H., Larrea C., Luna E. Global Market Report: Soybean prices and sustainability // Global Market Report, February 28, 2024 [Electronic

- resource]. – Access mode: <https://www.iisd.org/publications/report/2024-global-market-report-soybean>. Date of access: 12.09.2024.
9. Production – Soybeans [Electronic resource]. – Access mode: <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/2222000>. Date of access: 12.09.2024.
10. Rational Standards of Food Consumption. Ministry of Health of the Russian Federation [Electronic resource]. – Access mode: <https://minzdrav.gov.ru/opendata/7707778246-normpotrebproduct/visual>. Date of access: 12.09.2024. [in Russian].
11. Patterns of Legume Purchases and Consumption in the United States // Frontiers in Nutrition. Section: Nutrition and Sustainable Diets. – 2021. – Vol. 8.
12. Farmers may significantly reduce wheat sowing in 2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://apk-news.kz/statyi/item-1925>. Date of access: 12.09.2024. [in Russian].
13. Gross Harvest of Agricultural Crops in the Republic of Kazakhstan for 2023. Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. Bureau of National Statistics [Electronic resource]. – Access mode: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/5099/>. Date of access: 12.09.2024. [in Russian].
14. Renneberg R., Loroch V. Green Biotechnology // Biotechnology for Beginners / 2nd ed. – 2017.