

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БОБОВЫХ КУЛЬТУР

<sup>1</sup>С.Т. ЖИЕНБАЕВА , <sup>1</sup>А. ИЗТАЕВ , <sup>2</sup>К.А. ЕЛЕУКЕНОВА , <sup>1</sup>М.А. ЯКИЯЕВА\* ,  
<sup>1</sup>А.Н. СЕРИКБАЕВА , <sup>1</sup>М.Н. МАМЫРАЕВ , <sup>1</sup>М.Н. РАХЫМБАЕВА , <sup>1</sup>М.Б. СУЛТАНКУЛ 

<sup>1</sup>Алматынський технологічний університет, Республіка Казахстан, 050012, Алматы, ул. Төле би, 100

<sup>2</sup>Национальный центр государственной научно-технической экспертизы, Республіка Казахстан, 050012, Алматы, ул. Богенбай батыра, 221)

Электронная почта автора-корреспондента: yamadina88@mail.ru\*

*В данной работе проведена комплексная оценка качества и пищевой ценности основных бобовых культур, выращиваемых в Казахстане - соя («Жансая Элита», «Айсәуле супер Элита»), нута («Нурлы»), чечевицы («Веховская») и гороха («Шал»). Исследование включало определение макронутриентов, физико-технологических показателей зерна, жировой фракции и биоактивных соединений. Результаты исследования показали, что наибольшее содержание белка и жира у сои (36,39–36,71 % белка, 18,69–20,56 % жира), а в горохе, нуте и чечевице представлено в меньшем количестве. Содержание крахмала было максимальным у чечевицы (55,34 %), гороха (51,98 %) и нута (48,51 %), а клетчатка — у сортов сои (14,18–15,59 %). Зольность колебалась от 2,09 до 3,65 %, рН от 6,20 до 6,33, что свидетельствует о хорошем качестве зерна. Соя также отличалась более высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов, полифенолов и витамина Е. Полученные результаты подтверждают высокую питательную ценность и функциональные свойства исследованных образцов бобовых культур, что обосновывает их применение в рациональном питании и пищевой промышленности, а также их потенциал для разработки продуктов с повышенной биологической и пищевой ценностью.*

**Ключевые слова:** бобовые культуры, соя, нут, горох, чечевица, пищевая ценность, белок, жир, крахмал, клетчатка, витамины, антиоксиданты.

## БҰРШАҚ ТҰҚЫМДАС ДАҚЫЛДАРДЫҢ САПАСЫН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

<sup>1</sup>С.Т. ЖИЕНБАЕВА, <sup>1</sup>А. ИЗТАЕВ, <sup>2</sup>К.А. ЕЛЕУКЕНОВА, <sup>1</sup>М.А. ЯКИЯЕВА\*,  
<sup>1</sup>А.Н. СЕРИКБАЕВА, <sup>1</sup>М.Н. МАМЫРАЕВ, <sup>1</sup>М.Н. РАХЫМБАЕВА, <sup>1</sup>М.Б. СУЛТАНКУЛ

<sup>1</sup>Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100

<sup>2</sup>Мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптаманың ұлттық орталығы, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Бөгенбай батыр көшесі, 221)

Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: yamadina88@mail.ru\*

*Бұл зерттеу Қазақстанда өсірілетін негізгі бұршақ тұқымдас дақылдардың - соя («Жансая Элита», «Айсәуле Супер Элита»), ноқат («Нурлы»), жасымық («Веховская») және асбұршақ («Шал») - сапасы мен тағамдық құндылығын кешенді бағалауға арналды. Зерттеу барысында макронутриенттердің мөлшері, дәnniң физика-технологиялық көрсеткіштері, май фракциясының сапалық сипаттамалары және биоактивті қосылыстар анықталды. Нәтижелер сояда ақуыз бен майдың ең жоғары деңгейде болатынын көрсетті (36,39–36,71 % ақуыз, 18,69–20,56 % май), ал асбұршақ, ноқат және жасымықта бұл көрсеткіштер төменірек байқалды. Крахмал мөлшері жасымықта (55,34 %), асбұршақта (51,98 %) және ноқатта (48,51 %) жоғары болды, ал тағамдық талшықтар соя сұрыптарында басым болды (14,18–15,59 %). Күлділік мөлшері 2,09–3,65 % аралығында, рН көрсеткіштері 6,20–6,33 шамасында болып, дәn сапасының жоғары деңгейін аңғартты. Сондай-ақ соя сұға еритін антиоксиданттар, полифенолдар мен Е дәруменінің көп мөлшерімен ерекшеленді. Алынған нәтижелер зерттелген бұршақ дақылдарының жоғары тағамдық құндылығы мен функционалдық қасиеттерін растайды және оларды тиімді тамақтану рационалында, тағам өнеркәсібінде қолданудың, сондай-ақ биологиялық және тағамдық құндылығы арттырылған өнімдерді әзірлеуде пайдаланудың зор әлеуеті бар екенін көрсетеді.*

**Негізгі сөздер:** бұршақ тұқымдастар, соя, ноқат, асбұршақ, жасымық, тағамдық құндылық, ақуыз, май, крахмал, тағамдық талшықтар, витаминдер, антиоксиданттар.

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LEGUME CROPS

<sup>1</sup>S.T. ZHIYENBAYEVA, <sup>1</sup>A. IZTAYEV, <sup>2</sup>K.A. ELEUKENOVA, <sup>1</sup>M.A. YAKIYAYEVA\*,  
<sup>1</sup>A.N. SERIKBAYEVA, <sup>1</sup>M.N. MAMYRAYEV, <sup>1</sup>M.N. RAKHYMBAYEVA, <sup>1</sup>M.B. SULTANKUL

<sup>1</sup>Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, st. Tole bi, 100

<sup>2</sup>National Center for State Scientific and Technical Expertise, Kazakhstan,  
050012, Almaty, Bogenbay Batyr str., 221

Corresponding author's e-mail: yamadina88@mail.ru\*

*This study conducted a comprehensive assessment of the quality and nutritional value of the main legume crops grown in Kazakhstan—soybean (“Zhansaya Elita”, “Aisaule Super Elita”), chickpea (“Nurly”), lentil (“Vekhovskaya”), and pea (“Shal”). The research included the determination of macronutrients, physicochemical and technological characteristics of the grains, lipid fraction quality indices, and bioactive compounds. The results showed that soybeans had the highest protein and fat contents (36.39–36.71% protein and 18.69–20.56% fat), while lower levels were observed in peas, chickpeas, and lentils. The highest starch contents were recorded in lentils (55.34%), peas (51.98%), and chickpeas (48.51%), whereas dietary fiber was most abundant in soybean varieties (14.18–15.59%). Ash content ranged from 2.09 to 3.65%, and pH values varied between 6.20 and 6.33, indicating good grain quality. Soybeans were also distinguished by higher levels of water-soluble antioxidants, polyphenols, and vitamin E. The obtained results confirm the high nutritional value and functional properties of the studied legume samples, justifying their application in rational nutrition and the food industry, as well as their potential for the development of food products with enhanced biological and nutritional value.*

**Keywords:** legumes, soybean, chickpea, pea, lentil, nutritional value, protein, fat, starch, dietary fiber, vitamins, antioxidants.

### *Введение*

Бобовые культуры (*Fabaceae* или *Leguminosae*) занимают одно из крупнейших семейств растений и играют важную роль в сельском хозяйстве, питании человека и экологии. Они являются источником белка, сложных углеводов, пищевых волокон, витаминов, минералов и биологически активных соединений, обеспечивая высокую питательную ценность продуктов и возможность формирования сбалансированного рациона. Бобовые могут содержать от 17 до 45 % белка и от 12 до 48 % клетчатки, что делает их важным компонентом как обычного, так и функционального питания [1, 2]. Белки бобовых имеют специфический аминокислотный состав: они богаты лизином — незаменимой аминокислотой, дефицитной в злаковых культурах, но ограничены по серосодержащим аминокислотам (метионин и цистеин). Таким образом, сочетание бобовых и злаковых культур позволяет формировать полноценный растительный белок, что особенно важно для вегетарианцев, веганов и людей, стремящихся сократить потребление мяса [3, 4]. Бобовые культуры также содержат разнообразные биоактивные вещества, включая полифенолы, флавоноиды, сапонины, фитаты и лектины, обладающие антиоксидантной активностью и влияющие на физиологические процессы. Некоторые из этих соединений относятся к

антипитательным факторам, которые могут снижать усвояемость белка и минералов, что делает актуальными методы обработки зерна, такие как замачивание, проращивание, ферментация и термическая обработка, для снижения концентрации этих веществ и улучшения усвояемости [5, 6].

Бобовые культуры играют значимую роль в пищевой промышленности. Их используют при производстве хлебобулочных изделий, закусок, напитков, безглютеновых продуктов, диетических и функциональных продуктов для людей с особыми потребностями — больных целиакией, диабетиков, а также вегетарианцев и веганов [7, 8]. Их включение в рацион способствует повышению потребления растительного белка, улучшению пищевой ценности продуктов и снижению зависимости от животного белка.

Основные виды бобовых культур составляют соя, фасоль, горох, чечевица, нут, люпин, рожковое дерево и арахис. Каждая культура имеет свои особенности по химическому составу, биологической ценности и функциональным свойствам [9]. Горох (*Pisum sativum* Linn.) является богатым источником белка (18,3–31%) и крахмала (около 45%), а также содержит пищевые волокна (около 12%). Содержание масла в горохе низкое (0,6–5,5%). Горох богат лизином и минералами, включая железо (2,2–9 мг/100 г), кальций (46–157 мг/100

г) и цинк (1,7–6,4 мг/100 г). Антипитательные факторы включают  $\alpha$ -галактозиды, ингибиторы трипсина, лектины, танины и фитаты. Белок гороха обладает функциональными свойствами, действуя как эмульгатор и гелеобразователь, и может использоваться при переработке зерновых, молочных и мясных продуктов [10]. Чечевица (*Lens culinaris*) содержит высококачественный белок (23–32%) с полным набором незаменимых аминокислот, особенно лизина, клетчатку (около 12%) и мало жира (0,8–2%). Крахмал чечевицы составляет до 46%, она не содержит глютена и подходит для безглютеновых диет. Чечевица также является источником витаминов и минералов, поддерживая пищевую ценность рациона [11]. Нут (*Cicer arietinum*) богат триптофаном и минералами, включая железо (3,4–5 мг/100 г), кальций (57,5–109 мг/100 г) и цинк (2,6–4,9 мг/100 г). К антипитательным веществам относят олигосахариды, ингибиторы протеазы, сапонины и фитаты. Диетическое потребление нута оказывает положительное влияние на сердечно-сосудистую систему, углеводный обмен и снижает риск некоторых видов рака. Кроме того, нут активно используется в производстве хлеба и закусок [12]. Соя (*Glycine max*) является крупнейшей бобовой культурой с мировым производством. Соевые бобы богаты белком и маслом (17,7–21%), что делает их важной масличной культурой. Соевый белок имеет сбалансированный профиль аминокислот, а полиненасыщенные жирные кислоты в сое (11,225 мг/100 г) оказывают положительное влияние на здоровье [13]. Диетическое потребление сои связано с профилактикой сердечно-сосудистых заболеваний, поддержанием метаболизма, противораковыми свойствами, облегчением симптомов менопаузы и остеопороза, а также поддержкой кишечной микрофлоры. Однако изофлавоны сои вызывают определённые дискуссии из-за возможного влияния на гормональный баланс и функцию щитовидной железы [14].

Целью данного исследования является комплексная оценка качества основных бобовых культур, выращиваемых в Казахстане — сои, нута, гороха и чечевицы. Для исследования использовались отечественные сорта бобовых культур.

#### **Материалы и методы исследований**

Объектами исследования были бобовые культуры казахстанской селекции: соя («Жансая Элита», «Айсауле супер Элита»), нут («Нурлы»), чечевица («Веховская») и горох

(«Шал»). Для каждой культуры отбирали репрезентативные образцы свежего зерна, которые использовались для комплексного анализа качества, включающего оценку пищевого состава, физико-технологических показателей и содержания биологически активных веществ.

Для анализа применялись следующие методы:

- Массовую долю белка определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 10846–91 с последующим пересчётом содержания общего азота на белок.

- Содержание жира определяли методом экстракции органическими растворителями по ГОСТ 29033–91 с последующим высушиванием экстракта и гравиметрическим определением.

- Массовую долю крахмала определяли ферментативно-химическим методом по ГОСТ 26176–91 с колориметрическим измерением.

- Содержание сырой клетчатки определяли кислотно-щелочным методом согласно ГОСТ 31675–2012.

- Натуну и удельную плотность зерна измеряли с использованием литровой пурки ПХ-1 методом свободного заполнения сосуда с последующим взвешиванием и расчётом удельной плотности.

- Массу 1000 зёрен определяли гравиметрическим методом по ГОСТу 10842–89 с подсчётом и взвешиванием навески зерна.

- рН водной вытяжки определяли потенциометрическим методом по ГОСТу 26294–89 с использованием рН-метра.

- Массовую долю золы определяли методом сухого озоления по ГОСТу 10847–74 с прокаливанием навески в муфельной печи и последующим взвешиванием остатка.

- Витамины группы В определяли методом капиллярного электрофореза в соответствии с действующими методическими рекомендациями.

- Токоферолы (витамин Е) определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) после экстракции липидной фракции образцов органическим растворителем.

- Кислотное и перекисное число жира определяли титриметрическим методом по ГОСТ 21770–76 и ГОСТ 26513–85. Кислотное число выражали в мг КОН, необходимом для нейтрализации 1 г жира; перекисное число — в ммоль активного кислорода на 1 кг жира, отражающее степень первичного окисления липидов.

- Содержание водорастворимых антиоксидантов и полифенолов определяли спектрофотометрическим методом после экстракции биоактивных соединений с водно-спиртовым раствором, с последующим количественным измерением по интенсивности окрашивания реагента.

*Результаты и их обсуждение*

В настоящем разделе представлены результаты комплексного анализа качества бобовых культур казахстанской селекции с оценкой их пищевого состава, физико-технологических характеристик и содержания биологически активных веществ. Полученные

данные сопоставлены между изучаемыми культурами и с литературными источниками, что позволяет выявить особенности химического состава и функциональные свойства каждого вида.

Определение физико-технологических характеристик зерна включало оценку насыпной массы, удельной плотности (натуры) и массы 1000 зёрен (табл. 1). Данные показатели используются для характеристики степени выполненности, крупности и плотности семян, а также их пригодности к хранению и технологической переработке.

Таблица 1. Физико-технологические характеристики зерна бобовых культур

№ п/п	Наименование	Насыпная масса, kg/hL	Удельная плотность (г/см <sup>3</sup> )	Масса 1000 зерен, г
1	Соя «Жансая Элита» (2024)	70,3	717,5	81,927
2	Соя «Айсауле супер Элита» (2025)	70,8	737	87,312
3	Нут «Нурлы»	77,0	0,79	132,156
4	Чечевица «Веховская»	81,0	737	15,307
5	Горох «Шал»	79,5	795	93,516

В таблице 1 показаны физико-технологические характеристики зерна бобовых культур. Наибольшая насыпная масса была отмечена у чечевицы (81,0 кг/гЛ) и гороха (79,5 кг/гЛ), что свидетельствует о хорошей выполненности зерна. Максимальная удельная плотность зафиксирована у гороха (0,795 г/см<sup>3</sup>) и нута (0,79 г/см<sup>3</sup>). По массе 1000 зёрен лидирует нут (132,2 г), далее — горох (93,5 г) и соя (81,9–87,3г), тогда как чечевица отличается минимальным показателем (15,3 г), характерным для мелкосемянных культур. В целом полученные показатели

подтверждают, что изученные образцы соответствуют типичным физико-механическим характеристикам своих культур и обладают удовлетворительными качественными параметрами для дальнейшего технологического использования.

В таблице 2 представлена пищевая ценность бобовых культур казахстанской селекции по основным показателям пищевого состава: содержание белка, жира, крахмала, клетчатки, зольности и активной кислотности (рН).

Таблица 2. Пищевая ценность бобовых культур

№ п/п	Наименование	Белок,%	Жир,%	Крахмал,%	Клетчатка,%	Зольность, %	рН
1	Соя «Жансая Элита» (2024)	36,71	18,69	18,17	14,18	3,65	6,29
2	Соя «Айсауле супер Элита» (2025)	36,39	20,56	19,98	15,59	2,09	6,33
3	Нут «Нурлы»	24,41	4,52	48,51	10,40	2,5	6,21
4	Чечевица «Веховская»	27,44	1,16	55,34	11,24	2,34	6,22
5	Горох «Шал»	24,13	2,10	51,98	11,76	2,6	6,2

Анализ полученных данных показал (табл. 2), что наибольшее содержание сырого белка характерно для образцов сои, где значения составили 36,71 % для сорта «Жансая Элита» и 36,39 % для сорта «Айсауле супер элита». Это подтверждает высокую белковую ценность сои по сравнению с другими представителями бобовых культур. У нута «Нурлы» содержание белка составило 24,41 %, у чечевицы «Веховская» – 27,44 %, а у гороха «Шал» – 24,13 %. Полученные данные согласуются с литературными источниками, указывающими на преимущество сои как наиболее концентрированного источника растительного белка среди бобовых. Показатели массовой доли жира продемонстрировали выраженную дифференциацию между культурами. Максимальные значения отмечены у сои: 18,69 % («Жансая Элита») и 20,56 % («Айсауле супер элита»), что свидетельствует о значительном содержании липидной фракции и делает сою перспективным сырьём не только для белковых, но и для масложировых продуктов. В образцах нута, чечевицы и гороха количество жира было существенно ниже и варьировало от 1,16 до 4,52 %, что является характерной особенностью этих культур и повышает их диетическую ценность.

Содержание крахмала было наибольшим у чечевицы «Веховская» – 55,34 %, а также у гороха «Шал» – 51,98 % и нута «Нурлы» – 48,51 %. В соевых образцах данный показатель был заметно ниже (18,17–19,98 %), что объясняется высоким содержанием белков и жиров, вытесняющих углеводную фракцию. Полученные

данные свидетельствуют о высокой энергетической ценности чечевицы, гороха и нута за счёт углеводного компонента и подтверждают их целесообразность использования в продуктах углеводно-белкового направления. Анализ содержания клетчатки показал, что максимальные значения характерны для соевых сортов – 14,18–15,59 %. У остальных культур содержание пищевых волокон оказалось несколько ниже и находилось в диапазоне 10,40–11,76 %, что также соответствует данным литературных источников, подтверждающих значительный вклад бобовых культур в поступление пищевых волокон в рацион человека.

По показателю зольности, отражающему суммарное содержание минеральных веществ, наибольшее значение установлено для сои «Жансая Элита» — 3,65 %. У других культур зольность колебалась в пределах 2,09–2,60 %, что свидетельствует о значительном минеральном потенциале всех исследованных образцов, особенно сои. Значения pH водной вытяжки для всех образцов находились в диапазоне 6,20–6,33, что указывает на их слабокислую реакцию среды, характерную для нативного зерна бобовых культур, и свидетельствует о хорошем качестве исследуемого сырья без признаков кислотной порчи.

На рисунке 1 представлены показатели кислотного и перекисного чисел жира, характеризующие степень гидролитического и окислительного распада липидов в исследуемых бобовых культурах.

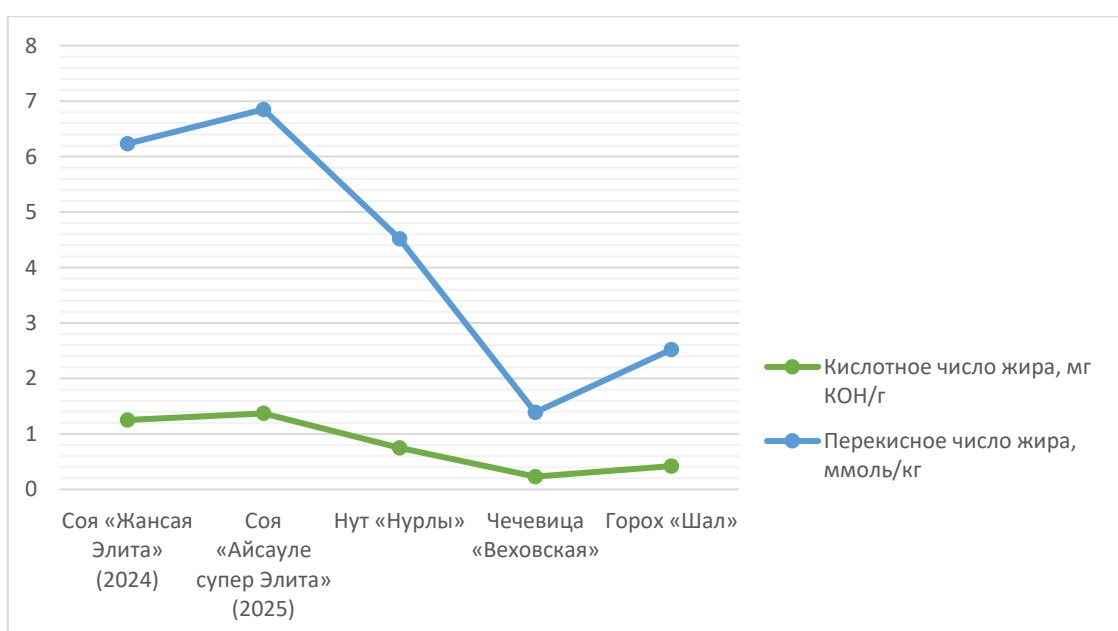


Рисунок 1. Кислотное и перекисное число жира бобовых культур

Наибольшие значения обоих показателей (рис. 3) отмечены у сортов сои: 1,25–1,37 мг КОН/г по кислотному числу и 6,23–6,85 ммоль/кг по перекисному числу, что обусловлено высоким содержанием жира и преобладанием ненасыщенных жирных кислот.

У нута, чечевицы и гороха данные показатели были значительно ниже (0,23–0,75 мг КОН/г и 1,39–4,52 ммоль/кг соответственно), что свидетельствует о высокой окислительной устойчивости их жировой

фракции. Все полученные значения находятся в пределах допустимых норм и подтверждают хорошее качество исследуемого сырья.

Анализ содержания водорастворимых антиоксидантов, полифенолов и токоферола (витамина Е) выявил существенные различия между исследованными бобовыми культурами, обусловленные их видовыми и сортовыми особенностями, а также разной биохимической насыщенностью семян (рис. 2).

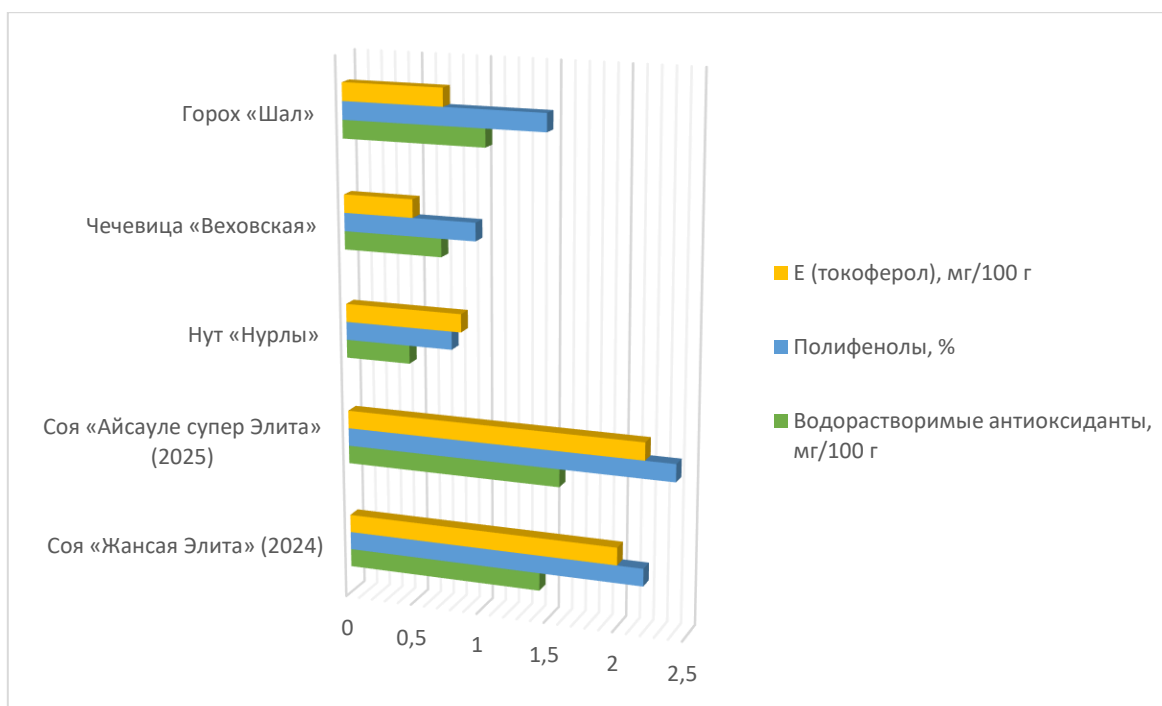


Рисунок 2. Содержание водорастворимых антиоксидантов, полифенолов и токоферола (витамина Е) в бобовых культурах

На рисунке 2 представлены результаты содержания водорастворимых антиоксидантов, полифенолов и токоферола (витамина Е) бобовых культур. Наиболее высокие значения по всем показателям характерны для образцов сои - 1,43–1,58 мг/100 г антиоксидантов, 2,19–2,41 % полифенолов и 2,00–2,19 мг/100 г токоферолов. Это объясняется известной способностью сои накапливать фенольные соединения и жирорастворимые антиоксиданты, включая токоферолы, которые входят в состав жировой фракции и выполняют защитную функцию против окисления липидов.

Нут и чечевица характеризуются более низким уровнем исследуемых соединений (0,47–0,72 мг/100 г антиоксидантов; 0,79–0,97 % полифенолов; 0,51–0,86 мг/100 г токофе-

ролов), что связано с их низкой масличностью и менее выраженным синтезом фенольных компонентов. Показатели гороха занимают промежуточное положение (1,04 мг/100 г антиоксидантов, 1,48 % полифенолов, 0,74 мг/100 г токоферолов), отражая его средний уровень биологически активных веществ среди изученных культур.

Полученные данные подтверждают, что соя обладает наибольшей антиоксидантной активностью, что обосновывает её высокую биологическую ценность и перспективность использования в составе функциональных и обогащённых пищевых продуктов.

Анализ содержания водорастворимых витаминов группы В представлен на рисунке 3.

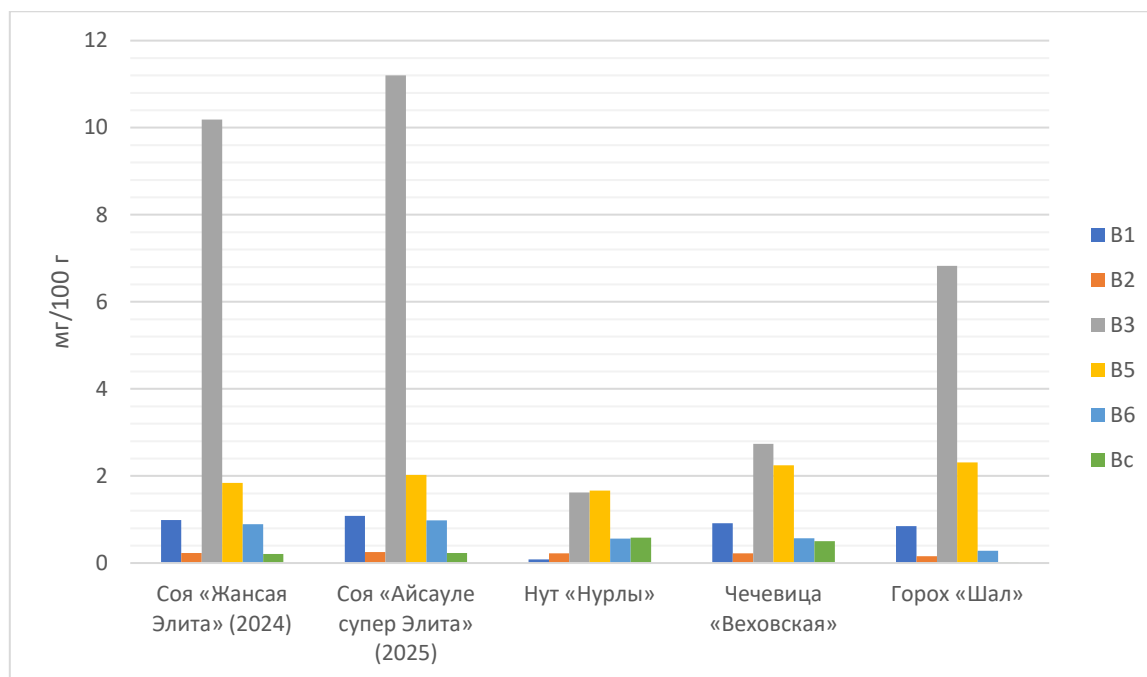


Рисунок 3. Содержания водорастворимых витаминов группы В в бобовых культурах

Результаты определения витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub> и фолатов (В<sub>9</sub>) показали выраженные межвидовые и межсортные различия в их накоплении (рис. 3). Наибольшие концентрации большинства витаминов выявлены в сортах сои, особенно в образце «Айсауле супер Элита» (2025), где отмечено максимальное содержание тиамин (В<sub>1</sub> – 1,086 мг/100 г), рибо-флавина (В<sub>2</sub> – 0,254 мг/100 г), ниацина (В<sub>3</sub> – 11,204 мг/100 г), пантотеновой кислоты (В<sub>5</sub> – 2,021 мг/100 г) и пиридоксина (В<sub>6</sub> – 0,982 мг/100 г). Это связано с высокой метаболической активностью соевых бобов и их интенсивным синтезом коферментных витаминов.

Чечевица также характеризуется значительным витаминным потенциалом, особенно по содержанию В<sub>5</sub> (2,247 мг/100 г) и фолатов (В<sub>9</sub> – 0,503 мг/100 г), что подтверждает её ценность как источника витаминов группы В в рационе питания. Горох показывает высокие значения ниацина (В<sub>3</sub> – 6,825 мг/100 г) и пантотеновой кислоты (2,31 мг/100 г), однако уступает сое по другим витаминам.

Нут выделяется относительно низкими концентрациями витаминов В<sub>1</sub>–В<sub>3</sub>, при этом характеризуется повышенным содержанием фолиевой кислоты (В<sub>9</sub> – 0,585 мг/100 г), что делает его важным источником данного витамина среди исследуемых культур.

В целом результаты подтверждают, что соя является наиболее богатым источником витаминов группы В, тогда как чечевица и нут дополняют витаминный профиль за счёт

высокого содержания фолатов, обеспечивая комплексную нутриентную ценность бобовых культур для функционального питания.

#### **Заключение**

В результате проведенного исследования была выполнена комплексная оценка качества бобовых культур казахстанской селекции: сои («Жансая Элита», «Айсауле супер Элита»), нута («Нурлы»), чечевицы («Веховская») и гороха («Шал»). Анализ показал, что соя отличается наибольшим содержанием белка и жира, что делает её ценным сырьем как для белковых, так и для масложировых продуктов. Нут, чечевица и горох характеризуются высоким содержанием крахмала и умеренной долей клетчатки, что определяет их энергетическую ценность и диетические свойства.

Определение кислотного и перекисного числа жира показало, что все образцы находятся в пределах нормы и обладают хорошей стабильностью липидной фракции. Содержание водорастворимых антиоксидантов, полифенолов и витаминов (В-группа и токоферолы) подтверждает высокую биологическую ценность зерна и его потенциал для использования в функциональных продуктах питания.

Физико-технологические показатели зерна (натура, удельная плотность, масса 1000 зерен) свидетельствуют о высокой технологической пригодности исследованных культур для переработки и хранения.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает возможность эффектив-

ного использования изученных бобовых культур в пищевой промышленности, а также их значимость как источников белка, углеводов, пищевых волокон, витаминов и антиоксидантов.

#### Финансирование.

Результаты, представленные в статье, получены в рамках НИР, выполняемой по грантовому финансированию КН МНВО РК № АР26105475 «Разработка безопасной технологии длительного силосного хранения цельносмолотой муки из зерновых и бобовых культур различной дисперсности» (2025–2027 гг.).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Multescu, M., Culetu, A., & Susman, I. E. (2024). Screening of the nutritional properties, bioactive components, and antioxidant properties in legumes. *Foods*, 13(22), 3528. <https://doi.org/10.3390/foods13223528>
- Ferreira, H., Vasconcelos, M., Gil, A. M., & Pinto, E. (2021). Benefits of pulse consumption on metabolism and health: A systematic review of randomized controlled trials. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(1), 85–96. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1716680>
- Marventano S, Izquierdo Pulido M, Sánchez-González C, et al. Legume consumption and CVD risk: a systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutrition*. 2017;20(2):245-254. doi:10.1017/S1368980016002299
- Ashogbon, A. O., Akintayo, E. T., Oladebeye, A. O., Oluwafemi, A. D., Akinsola, A. F., & Imanah, O. E. (2021). Developments in the isolation, composition, and physicochemical properties of legume starches. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(17), 2938–2959. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1791048>
- Han, H., & Baik, B.-K. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of lentils (*Lens culinaris*), chickpeas (*Cicer arietinum* L.), peas (*Pisum sativum* L.) and soybeans (*Glycine max*), and their quantitative changes during processing. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(11), 1971–1978. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01800.x>
- Multescu, M., Culetu, A., & Susman, I. E. (2024). Screening of the nutritional properties, bioactive components, and antioxidant properties in legumes. *Foods*, 13(22), 3528. <https://doi.org/10.3390/foods13223528>
- Zhang, X., Chen, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Li, H. (2024). Legumes as an alternative protein source in plant-based food systems: Nutritional quality and processing effects. *Trends in Food Science & Technology*, 144, 104–118. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.01.012>
- Pająk, P., Socha, R., Broniek, J., Królikowska, K., & Fortuna, T. (2017). Chemical composition of leguminous seeds: Content of basic nutrients, amino acids, phytochemical compounds, and antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 243, 2721–2731. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2849-7>
- Xu, B., & Chang, S. K. C. (2008). Total phenolic, phenolic acid, anthocyanin, flavan-3-ol, and flavonol profiles and antioxidant activities of legumes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19), 9444–9453. <https://doi.org/10.1021/jf801545y>
- Siitonen, A., Zannini, E., Arendt, E. K., & Katina, K. (2024). B vitamins in legume-based ingredients and their retention during food processing. *Foods*, 13(3), 412. <https://doi.org/10.3390/foods13030412>
- Gharby, S. (2025). Vegetable oil oxidation: Mechanisms, impact on nutritional quality, and mitigation strategies. *Food Chemistry*, 416, 135857. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135857>
- Tas, O., Ersus, S., & El, S. N. (2022). Functional quality characteristics and water interaction properties of navy bean, chickpea, pea, and lentil flours. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 2150–2163. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01333-3>
- Han, R., Liu, Y., Jiang, D., Yu, J., & Li, Q. (2025). Industrial-scale fractionation of fava bean, chickpea, and pea: Nutritional and functional properties of protein-enriched fractions. *Food Hydrocolloids*, 148, 109801. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109801>
- Siow, L. F., & Chun, Y. C. (2020). Effect of soaking and thermal processing on phenolic compounds and antioxidant activities of legumes. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 294–308. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1713956>
- Esipova, M., Moliboga, E., Shkol'nikova, M., & Rozhnov, E. (2025). Studying quality and safety of a new food variety of white lupine zoned in Omsk region. *Bulletin of KSAU*, 0(4), 295–309. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-4-295-309>