

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КАЧЕСТВА СЕМЯН У СОРТООБРАЗЦОВ ФАСОЛИ

**Сакен Г\*.**, магистрант 2 курса по ОП 7M08112 “Селекция сельскохозяйственных культур и семеноводство”, [gaukharsaken@mail.ru](mailto:gaukharsaken@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-9438-8989>

**Кудайбергенов М.С.**, доктор биологических наук, профессор  
[muhtar.sarsenbek@mail.ru](mailto:muhtar.sarsenbek@mail.ru), <https://orcid.org/000-0002-8185-3990>

**Қанатқызы М.**, докторант 3 курса по ОП D08113 – «Селекция растений»  
[kanatkyzy\\_makpal@mail.ru](mailto:kanatkyzy_makpal@mail.ru), <https://orcid.org/000-0001-5515-0311>

*Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, с. Алматыбак,  
Казахстан*

**Аннотация.** В статье представлена комплексная оценка морфологических и качественных признаков более 100 сортобразцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), направленная на выявление их фенотипического разнообразия и селекционной ценности. Проведён анализ ширины семян, формы продольного сечения, окраски и содержания белка. Определены мелкосеменные (<6 мм), среднесеменные (6-10 мм) и крупносеменные (>10 мм), а также в коллекционном питомнике присутствуют сортобразцы, которые относились к 9-ти типам фасоли по цвету: белый, бежевый, бордовый, черный, фиолетовый, зеленый, серый, коричневый и пестрый и к четырем разновидностям по форме: округлые, от округлого до эллиптического, эллиптические и почковидные семена фасоли, что говорит о расширенном имеющем генофонде и использования ее в скрещивании для создания нового сорта в условиях климата Алматинской области. Содержание протеина варьировало от 15,5 до 30,0 %, что позволило выделить группы с низким, средним и высоким уровнем белковости, а также определить перспективные образцы–доноры повышенного содержания белка. Полученные результаты формируют научную основу для дальнейшего селекционного отбора сортов фасоли с высокой пищевой ценностью, товарной привлекательностью и адаптацией к условиям южного Казахстана.

**Ключевые слова:** Фасоль, коллекция, морфология, белок, семена.

**Введение.** Фасоль (*Phaseolus* spp. L.) является одной из древнейших и наиболее широко распространённых зернобобовых культур, возделываемых человеком. Исторические данные и современные ботанические исследования показывают, что фермеры культивировали фасоль уже несколько тысячелетий назад, причём отдельные виды адаптировались к различным климатическим и почвенным условиям [1]. Род *Phaseolus* включает около 50 видов, однако наибольшее хозяйственное значение имеют три: обыкновенная фасоль (*P. vulgaris* L.), бобовая фасоль (*P. coccineus* L.) и лимская фасоль (*P. lunatus* L.). Эти виды различаются не только морфологическими признаками – формой куста, высотой стебля, размером и окраской семян, – но и биохимическими характеристиками, которые определяют их питательную ценность и пригодность для селекции. Такое разнообразие видов и генотипов является основой для формирования высокопитательных семян, что напрямую связано с их химическим составом [2].

Семена фасоли представляют собой высокопитательный продукт, содержащий значительные количества макро- и микроэлементов. Основу энергетической ценности зерна составляют углеводы (50-60 %), пищевые волокна (10-25 %) и белки, среднее содержание которых составляет 20-28 %, хотя оно может варьировать в зависимости от генотипа, условий выращивания и агротехнических приёмов. При этом белок фасоли отличается высоким содержанием лизина – незаменимой аминокислоты, дефицитной в злаковых культурах [3].

Помимо количественных характеристик белка, важное значение для селекции имеют морфологические признаки семян.

Исследования коллекций фасоли показывают значительное разнообразие по форме продольного сечения, ширине и окраске семян. Так, по форме продольного разреза

преобладают эллиптические семена, встречаются также почковидные, округлые и промежуточные формы. Ширина семян варьирует от мелких до крупных, что влияет на их использование в пищевой промышленности и селекционных программах. Окраска семян отличается высокой вариабельностью – от белой, кремовой и бежевой до бордовой, красной, чёрной, фисташковой и пёстрой с пятнами или штрихами. В совокупности морфологические и биохимические признаки семян формируют комплексный показатель их селекционной ценности и технологической пригодности [4].

Фасоль играет не только пищевую роль, но и важную агроэкологическую функцию благодаря способности к симбиотической фиксации атмосферного азота через корневые клубеньки, образуемые бактериями рода *Rhizobium*. Этот механизм улучшает азотное питание растений и повышает плодородие почвы, снижая потребность в минеральных удобрениях и повышая устойчивость агроценозов к истощению почвенных ресурсов [5].

Следовательно, ценность фасоли выходит за рамки питания человека и охватывает устойчивое сельское хозяйство, что делает её перспективной для селекционных и агрономических исследований.

На глобальном уровне фасоль занимает ведущие позиции среди зернобобовых культур по площади посевов и объёмам производства. Основными производителями являются страны Латинской Америки – Мексика, Бразилия, Аргентина – где культура исторически интегрирована в сельское хозяйство. Значительное производство также сосредоточено в Африке (Эфиопия, Кения, Танзания) и в Азии (Индия, Китай) [6].

Мировое производство превышает 45 млн тонн, а потребление в некоторых регионах достигает 8-10 кг на душу населения в год, что подчёркивает стратегическое значение фасоли для продовольственной безопасности [7]. Высокий спрос на фасоль на мировом рынке стимулирует развитие селекционных программ, направленных на повышение продуктивности и качества семян.

В последние годы наблюдается активное развитие селекционных программ, направленных на повышение продуктивности и качества семян. Особое внимание уделяется созданию сортов с высокой урожайностью, устойчивых к абиотическим стрессам, компактной кустовой формой и оптимальной высотой прикрепления нижних бобов, что повышает эффективность механизированной уборки. При этом морфологические признаки семян, такие как форма продольного сечения, ширина и окраска, используются как ключевые критерии отбора, поскольку они напрямую влияют на урожайность, товарные качества и потребительские свойства [8]. Эти селекционные усилия тесно связаны с изучением качества белка, который является ключевым показателем пищевой ценности фасоли.

Современные исследования акцентируют внимание не только на содержании, но и на качестве белка в бобовых культурах.

Генетическая вариативность позволяет селекционерам отбирать линии с повышенным содержанием белка, а применение методов молекулярной биологии и геномных маркёров существенно ускоряет создание новых генотипов с желательными белковыми характеристиками [9]. Так, в работе Ayala Rodríguez и соавт. (2022) продемонстрировалось, что белки фасоли (*Vicia faba* L.) обладают высокой биодоступностью при *in vitro* пищеварении, что подчеркивает необходимость комплексного анализа белка для селекционной работы и оценки его питательной ценности [10].

Эти данные подтверждаются исследованиями, показывающими, что белковые концентраты фасоли могут содержать до 79,8 % белка с высоким содержанием незаменимых аминокислот, что делает их конкурентоспособными по сравнению с другими растительными источниками. В частности, Alcázar Valle и соавт. (2020) провели сравнительное изучение различных видов фасоли (*Phaseolus* spp.) и показали, что бобовые культуры характеризуются высоким содержанием белка и незаменимых аминокислот, а также значительным потенциалом с точки зрения биологически активных соединений и антиоксидантной активности [11]. На основании чего можно заключить, белок фасоли является не только

источником питания, но и объектом селекционного отбора для повышения функциональной ценности зерна.

Анализ разнообразия семян фасоли в различных регионах мира демонстрирует широкий диапазон содержания белка – от 12 % до 38 %, а морфологические признаки семян усиливают значение этого генетического разнообразия [12].

В связи с этим, в Казахстане растёт интерес к фасоли, особенно в южных регионах, таких как Алматинская область, где культура рассматривается не только как источник продовольствия, но и как стратегически важный источник растительного белка, способный удовлетворить внутренние потребности и создавать экспортный потенциал [13].

Для реализации этого потенциала наши исследовательские программы сосредотачиваются на выявлении генотипов с оптимальными морфологическими и биохимическими характеристиками.

В рамках этих программ за период 2014-2024 годов было исследовано более 300 образцов фасоли, из которых более 100 были включены в коллекцию как генетически ценные по продуктивности, крупности семян, морфологическим признакам и содержанию белка. Эти генотипы стали основой селекционной работы по созданию высокобелковых и адаптированных сортов, способных стабильно давать урожай в экстремальных условиях южного Казахстана.

Учитывая выявленную генетическую изменчивость по белковому компоненту и морфологическим характеристикам, актуальность селекции на белок и морфологические признаки семян определяется как питательными, так и экономическими факторами, создавая предпосылки для целенаправленного отбора высокобелковых сортов с желаемыми качествами семян.

Таким образом, фасоль (*Phaseolus* spp. L.) представляет собой стратегически важную культуру, сочетая высокую урожайность, адаптивность к различным агроэкологическим условиям, значительную белковую ценность и разнообразие морфологических признаков семян. В мировом контексте фасоль является источником белка для миллионов людей и объектом интенсивной селекционной работы, направленной на повышение продуктивности и качества зерна, а в Казахстане она приобретает всё большее значение как источник высококачественного растительного белка и селекционных возможностей.

В связи с этим целью наших исследований является определение морфологических особенностей (форма, размер и окраска) и качественных показателей семян фасоли.

**Материалы и методы.** Работа была проведена в условиях Алматинской области в 2023-2024 гг. Предшественники – озимые и яровые зерновые культуры. Почвенный покров представлен светло-каштановыми, суглинистыми, реже супесчаными почвами. Размер учетной делянки – 1 м<sup>2</sup>, повторность 2-х кратная, глубина посева 5-6 см.

Объектами исследований являлись 100 сортообразцов фасоли различного географического происхождения из разных научных центров таких как, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), ВНИИ института зернобобовых и крупяных культур (Орел), ВНИИ института селекции люпина (Брянск), института полеводства и овощеводства (Сербия), и научно-практического центра Национальной академии наук Белоруссии по земледелию. Морфологические (формы, размер и цвет) особенности семян сортообразцов коллекционного питомника фасоли изучены по пособию идентификации признаков зернобобовых культур (фасоль, нут, чечевица) [14]. Содержание протеина в зерне – методом Кьельдаля (ГОСТ 10846-91) и ИК-спектроскопически (PacificScientific 4250) на базе ранее созданных градуировочных уравнений. Статистическая обработка результатов эксперимента для обеспечения достоверности данных проводилась в программной среде R (<https://cran.r-project.org/>) [15]. С открытым исходным кодом и в программе Windows Excel дисперсионный анализ (ANOVA) использовался с IBM SPSS25.0 (IBM Inc.).

**Результаты исследований и их обсуждение.** В наших исследованиях была проведена комплексная оценка морфологических и качественных характеристик более 100

сортообразцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.). Основное внимание уделялось форме продольного сечения, ширине и окраске семян, а также содержанию белка. Такой подход позволил количественно охарактеризовать фенотипическое разнообразие коллекции, выявить преобладающие и редкие морфологические формы, а также определить генотипы с наибольшим селекционным и пищевым потенциалом.

Полученные данные создают основу для дальнейшего отбора сортов, обладающих высокой продуктивностью, улучшенными технологическими свойствами и адаптацией к условиям южного Казахстана.

Ширина семян фасоли является важным морфологическим признаком, напрямую влияющим на массу зерна, урожайность и товарные качества. Она также отражает генетическую изменчивость коллекции и позволяет выделять линии, пригодные для селекционного отбора и промышленного использования.



**Рисунок 1 – Ширина семян сортообразцов коллекционного питомника фасоли**

В результате морфологического анализа ширины семян все изученные образцы фасоли были классифицированы на две основные категории: мелкосеменные (>6 мм) и среднесеменные (6-10 мм) (Рисунок 1).

К категории мелкосеменных отнесено 79 образцов с шириной семян от 3 до 5 мм, включая: 152, 153, 154, 158, 164, 168, 170, 171, 172, 173, 176, 179, 182, 183, 185, 188, 189, 190, 191, 194, 196, 197, 208, 209, 210, 211, 213, 215, 216, 217, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 247, 250, 1071, 1088, 1106, 1202, 1214, 1279, 1280, 2145, 8400, 10709, 11633, 11758, 11789, 12170, 12700, 15134, 15189, 15190, 15245, а также сорта Empress, Brilliant, Cabretta, Элита, Judia, Шоколадница, Нина-Мегазин, 08-543, Стрела, Золотая шпага, Загадка, Белко, БР (Боранжа), 2-вад, Superstar. Преобладание данной группы свидетельствует о доминировании в коллекции форм с компактными размерами семян, что характерно для большинства современных сортов фасоли и отражает тенденцию селекционной работы, направленной на формирование высокопроизводительных компактных форм (Рисунок 1).

Среднесеменные образцы с шириной семян 6–10 мм представлены значительно меньшим числом. К данной категории отнесено 14 образцов: 160, 165, 167, 178, 182, 214, 268, 15366, 15378, 15452, 15480, 15522, 15260, 15571. Ограниченная представленность среднесеменных форм указывает на их относительную редкость в коллекции, что определяет их перспективность в качестве исходного материала для селекционных программ, направленных на создание сортов с увеличенной массой зерна и улучшенными товарными качествами (Рисунок 1).

Наименьшей по численности является группа крупносеменных образцов, включающая формы 1986, 15185, 15483, 15529 и СЖ (Славонский Жутозелений), отличающиеся максимальной шириной семян в исследуемом наборе. Несмотря на ограниченное количество, данные образцы обладают высокой селекционной и хозяйственной значимостью. Крупный размер семян является важным признаком, определяющим потребительскую привлекательность и коммерческую ценность продукции, что делает данные формы перспективными для использования в селекции сортов фасоли с высококачественным и конкурентоспособным зерном (Рисунок 1).

Форма продольного сечения семян является важным морфологическим признаком, отражающим особенности их внутреннего строения и генетически обусловленные различия

между образцами, в связи с чем она широко используется при морфологической характеристике коллекций и в селекционной практике.



**Рисунок 2 – Форма продольного сечения семян фасоли**

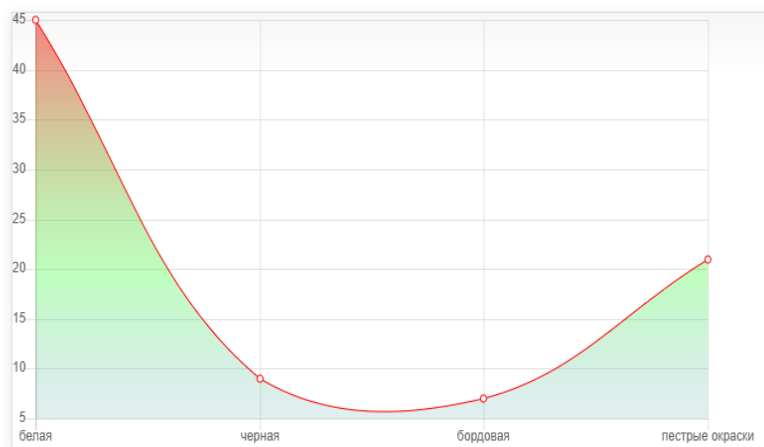
В соответствии с этим признаком в исследуемой коллекции были выделены несколько морфологических типов. Наиболее распространённой оказалась эллиптическая форма продольного разреза семян, выявленная у 57 образцов (152, 153, 154, 158, 160, 164, 173, 176, 182, 183, 185, 191, 194, 196, 197, 210, 215, 226, 230, 231, 232, 233, 247, 250, 268, 1071, 1088, 1202, 1214, 1279, 1280, 2145, 8400, 10709, 11633, 11758, 11789, 12170, 15185, 15189, 15190, 15245, 15260, 15366, 15378, 15480, 15571, Empress, Brilliant, Cabretta, Judia, Шоколадница, Нина-Мегазин, Стрела, Загадка, БР (Боранжа) и СЖ (Славон. Ж) (Рисунок 2).

Наряду с преобладающим типом значительную долю коллекции составили образцы с почковидной формой продольного разреза, которая была отмечена у 34 образцов (165, 167, 168, 170, 171, 179, 189, 190, 208, 209, 211, 213, 216, 217, 222, 223, 228, 235, 236, 1986, 1106, 12700, 15134, 15452, 15483, 15522, 15529, а также сортов Fabilio na/balong, Элита, 08-543, 2-вад, Superstar) (Рисунок 2).

В отличие от указанных групп, промежуточная форма продольного разреза, варьирующая от округлой до эллиптической, встречалась значительно реже и была характерна лишь для 7 образцов (172, 178, 214, 220, 224, 225, Белко), тогда как округлая форма оказалась наименее распространённой и выявлена только у двух образцов (188, Золотая шпага) (Рисунок 2).

Исходя из полученных данных, распределение образцов по форме продольного разреза семян указывает на выраженное морфологическое разнообразие исследуемой коллекции. Наличие различных морфотипов расширяет возможности использования данного материала в селекционных программах, направленных на улучшение хозяйственно ценных признаков, в том числе формы и размера семян, а также их декоративной и товарной привлекательности.

Окраска семян фасоли представляет собой ключевой морфологический признак, характеризующий генетическое разнообразие коллекции, так и потенциальные хозяйственно-ценные свойства материала. Вариативность окраски семян включает однотонные и пёстрые формы, различающиеся по оттенкам, интенсивности и наличию штрихов или пятен, что делает данный признак информативным для фенотипического анализа и селекционной работы.



**Рисунок 3 – Окраска семян коллекционного питомника фасоли**

Наиболее многочисленной в исследуемой коллекции оказалась группа образцов с белой окраской (Рисунок 4а), включающая молочную, светло-молочную и белую с рубчиком формы, представленная 41 образцами (168, 170, 172, 176, 183, 185, 189, 190, 191, 194, 196, 197, 208, 210, 211, 213, 222, 224, 225, 226, 228, 230, 231, 232, 233, 235, 8400, 11633, 15134, 15189, 15190, 15245, 15378, Empress, Brilliant, Cabretta, Judia, Загадка, БР (Боранжа), Superstar, Fabilio na/balong).

Следующей по численности является группа кремовых, молочных и светло-молочных оттенков (Рисунок 4б), представленных 6 образцами (182 - светло-молочная, 209, 216, 15483 - кремовые, 08-543 – кремовое с бордовыми штрихами, 15366 – молочный), что демонстрирует переход от однотонных светлых окрашенных семян к более разнообразным по оттенкам формам (Рисунок 3).

Бежевая окраска и её вариации, включающие штрихи и пятна (Рисунок 4в), представлены 9 образцами (165, 167, 178, 214, 247, 268, 15185, 15522, 15529) и образуют логическое продолжение градации от светлых к промежуточным оттенкам.

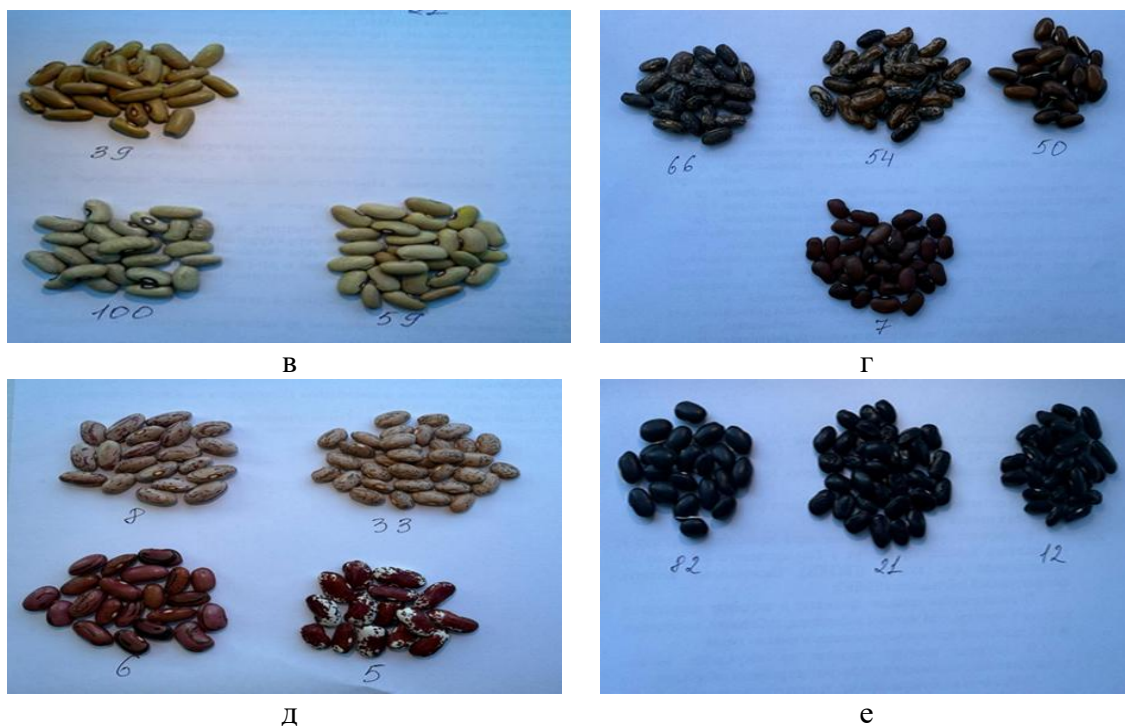
Сходным образом, жёлтые и горчичные оттенки (Рисунок 4б,в) (154 - жёлто-коричневое, 1202, 12700, 15452 – горчичные) дополняют спектр семян с более тёплой окраской, переходя к коричневым оттенкам.

Коричневые семена, включая тёмно-коричневые и стеклянно-коричневые (Рисунок 4г), встречаются у 6 образцов (160 – каштановое, 164 – коричневое, 188 – чёрное, 250 - тёмно-коричневое, 1088 – коричневое с бежевыми крапинками, 15480 – стеклянно-коричневое), причём пёстрые пятнисто-коричнево-белые и тёмные с пятнами формы выделены в отдельную категорию комбинированных окрашенных семян, что демонстрирует переход от однотонных к пёстрым формам (Рисунок 3).



а

б



**Рисунок 4 (а,б,в,г,д,е) – Фенотипическое разнообразие окраски семян фасоли в коллекции «КазНИИЗиР»**

Бордовая и винно-красная окраски (Рисунок 4д), выявленные у 7 образцов (158 - бордовая с белыми штрихами, 173, 215 - винно-красные, 2145 - бордовая с бежевой крапинкой, 11758, 12170 - бордовые, Нина-Мегазин - бордовая с бежевыми крапинками), плавно продолжают спектр тёмных оттенков семян, сменяясь чёрной окраской (Рисунок 4е), характерной для 8 образцов (171, 217, 1106, 1071, 10709, 15260, 15571, 220 - чёрная переходная форма), что отражает постепенный переход от цветных к максимально тёмным семенам (Рисунок 3).

Фиолетовые оттенки представлены сортами Элита (тёмно-фиолетовое) и Стрела (фиолетовое) (Рисунок 4г), а зелёные и светло-зелёные - фисташковым (1280) и светло-фисташковым (СЖ) цветом (Рисунок 4в). Серые и оливковые оттенки выявлены у образцов 179 (светло-серый) и 223 (оливковая), что подчёркивает наличие в коллекции уникальных редких цветов (Рисунок 3).

Таким образом, анализ окраски семян демонстрирует высокую фенотипическую вариабельность коллекции, где доминирует белая окраска, а наименее представлены однотонные каштановая, жёлто-коричневая и бежевая формы. Выявленное разнообразие подчеркивает значительный потенциал материала для селекционного отбора и использования в генетико-селекционных программах, направленных на улучшение декоративных, товарных и хозяйственно-ценных признаков семян.

**Таблица 1 – Вариационные показатели влажности и содержания белка зерна фасоли**

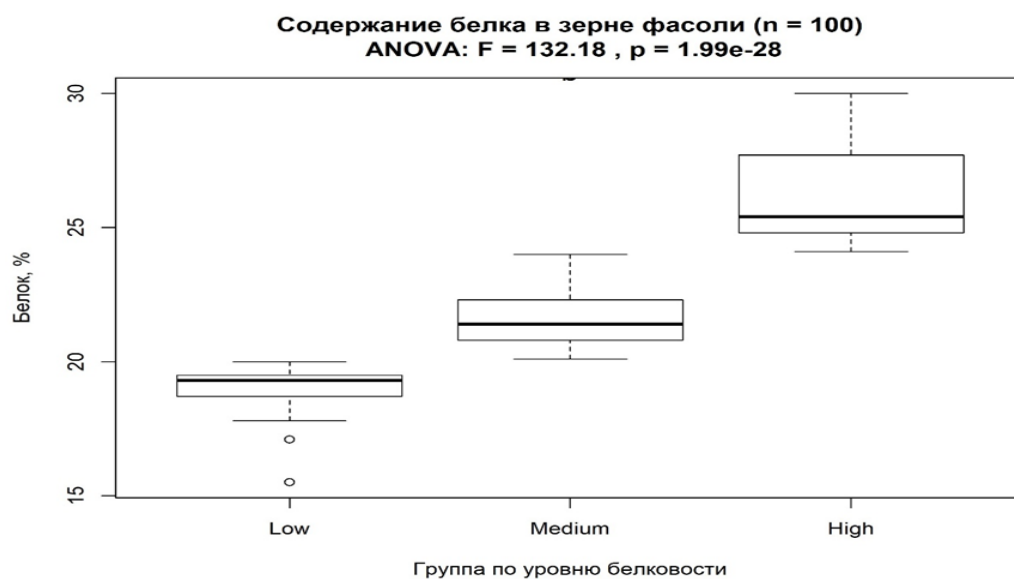
Показатель	Минимум	Максимум	Среднее
Влажность, %	5,7	8,0	6,8
Белок, %	15,5	30,0	~21,5

Влажность исследуемых образцов варьировала от 5,7 до 8,0 %, при среднем значении около 6,8-6,9 %. Узкий диапазон варьирования свидетельствует о равномерной послеуборочной доработке зерна и обеспечивает корректность сравнительной оценки содержания белка между образцами (Таблица 1).

Содержание протеина в зерне фасоли характеризовалось значительной изменчивостью и находилось в пределах от 15,5 до 30,0 %, что указывает на выраженную генетическую дифференциацию коллекционного материала.

Для оценки селекционной ценности образцы были распределены на три группы по уровню содержания белка.

Медианное значение содержания белка в группе с низким уровнем белка варьирует около 19%, в группе со средним уровнем – около 21.5%, а в группе с высоким уровнем – около 26% (рисунок 5). Диапазон значений и межквартильный размах увеличиваются с ростом группы по уровню белковости, что может указывать на более выраженную вариабельность в группе с высоким содержанием белка. Наличие выбросов в группе Low свидетельствует о подгруппе образцов с особенно низким содержанием белка, которые отличаются от основной массы данных.



**Рисунок 5 – Сравнение содержания белка (%) в зерне фасоли по группам с разным уровнем белковости (ANOVA)**

В результате проведенных нами лабораторных исследований по методике Кьелдаля содержание общего белка в стандартном сорте Инжу составила 20,6%.

Первая группа характеризовалась пониженной белковостью от 15,5%-19,9% и могут представлять интерес преимущественно для селекционных программ, ориентированных на другие хозяйственно ценные признаки (урожайность, устойчивость к стрессам, технологические качества), образцы как: 214, 183, 1214, 15480, 171, 164, 209, 15189, 15190, 225, 8400, 176, Cabretta, 182, 188, 15522, 194, 196, Шоколадница, 213;

Вторая группа сортообразцов со средним уровнем белковости, включающая более половины коллекции. Содержание протеина в этой группе варьировало от (20,0 до 24,0 %): 11789, 185, 224, Judia, Загадка, 154, 208, 1986, СЖ (Славон. Жутоз.), 15134, Стандарт Инжу, 189, 210, 211, 216, 226, 12700, Brilliant, 2145, 15377, 15571, Белко, 11633, 228, 11758, Clendick, Стрела, 15279, 173, 220, 10709, Empress, 191, Fabilio nano balong, 231, 15452, 232, 168, 15529, 215, 15185, Золотая шпага, 152, 165, 1280, 15245, 15260, 15483, Gom, 1279, 12170, Нина-Мегазин, 1106, 15366, 223, БР (Боранжа), 08-543, 153, 15378, 1088, 1202, 197, 230, 233, 1071, 2-вад, 178, 172, 170, 250;

Третья группа сортообразцов находились на уровне или превышали стандартный сорт Инжу, показатели этих образцов составляет от (24,1–30,0 %): 250, 236, Lathyrus-1, 190, 179, 158, 160, 235, 217, 222, 167. Максимальное значение отмечено у сортообразца 167 (30,0 %),

выделенные сортообразцы могут быть использованы в качестве доноров высокого содержания протеина при создании сортов пищевого и кормового назначения.

**Заключение.** После полученных результатов исследований морфологических особенностей и качественных показателей можно сделать следующие выводы:

В коллекционном питомнике присутствуют сортообразцы, которые относились к 9-ми типам фасоли по цвету: белый, бежевый, бордовый, черный, фиолетовый, зеленый, серый, коричневый и пестрый и к четырем разновидностям по форме: округлые, от округлого до эллиптического, эллиптические и почковидные семена фасоли, что говорит о расширенном имеющем генофонде и использования ее в скрещивании для создания нового сорта в условиях климата Алматинской области.

Проведена классификация по размерам сортообразцов коллекционного питомника фасоли на крупные, средние и мелкие семена. Среди исследованных сортообразцов крупные семена не обнаружены, к мелким семенам отнеслись 86 образцов с шириной семян от 3 до 5 мм, к категории среднесеменных семян, ширина которых составляет 6-7 мм, отнесено 14 образцов.

Содержание влаги в зернах фасоли колебалось от 5,7 до 8,0 %, при среднем значении около 6,8-6,9 %. Это напрямую связано с географическими и климатическими особенностями местного ландшафта. Низкое содержание влаги позволяет местные сорта фасоли перевозить, хранить длительное время.

Содержание белка варьирует от 15,5-30,0 %, выделено три группы сортообразцов. Первая группа с пониженным содержанием белка (15,5-19,9 %) представляет интерес преимущественно для селекционных программ, направленных на улучшение других хозяйственно ценных признаков. Вторая, наиболее многочисленная группа, характеризуется средним уровнем белковости (20,0-24,0 %) и включает основную часть коллекции, что свидетельствует о стабильном среднем потенциале по данному признаку. Третья группа объединяет сортообразцы с высоким содержанием протеина (24,1-30,0 %), на уровне или выше стандарта Инжу; максимальное значение отмечено у сортообразца 167 (30,0 %).

Выделенные высокобелковые сортообразцы целесообразно рекомендовать в качестве доноров при ведении селекции сортов фасоли пищевого и кормового назначения, ориентированных на повышение белковой ценности продукции.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение научного и (или) научно-технического проекта по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований» ИРН АР23489482 «Селекционно-физиологические модели новых сортов гороха и фасоли для орошаемого земледелия» (2024-2026 гг).

#### **Литературы:**

[1] **Frascarelli, G.**, Galise T.R., D'Agostino N. et al. The evolutionary history of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) revealed by chloroplast and nuclear genomes analysis // *Theoretical and Applied Genetics*, 2025. – Vol. 138. – P. 47. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-025-04832-z>.

[2] **Tapia, G.**, Gonzalez M., Méndez J. et al. Transcriptome analysis reveals biosynthesis and regulation of flavonoids in common bean seeds during grain filling // *BMC Plant Biology*, 2024. – Vol. 24. – P. 916. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05593-5>.

[3] **Romero-Astudillo, M.J.**, Tapia C., Giménez de Azcárate J., Montalvo D. Diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) landraces in rural communities in the Andes Highlands of Cotacachi-Ecuador // *Agronomy*, 2024. – Vol. 14, № 8. – Art. 1666. – DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14081666>.

[4] **Oladzad, A.**, González A., Macchiavelli R., de Jensen C.E., Beaver J., Porch T., McClean P. Genetic factors associated with nodulation and nitrogen derived from atmosphere in a Middle American common bean panel // *Frontiers in Plant Science*, 2020. – Vol. 11. – Art. 576078. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.576078>.

[5] **Aguiló-Aguayo, I.**, Álvarez C., Saperas M., Rivera A., Abadias M., Lafarga T. Proteins isolated from Ganxet common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace: techno-functional and antioxidant properties //

International Journal of Food Science and Technology, 2021. – Vol. 56, № 11. – P. 5452-5460. – DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.15201>.

[6] **Azevedo, P.Z.**, Rigolon T.C.B., Souza B.R. de, Stringheta P.C., Martins E., Campelo P.H. White bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins: extraction methods, physicochemical and techno-functional properties, applications, and challenges for the food industry // Observatório de la Economía Latinoamericana, 2025. – Vol. 23, № 6. – e10325. – DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n6-098>.

[7] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Pulses Day 2024: Shining the spotlight on the vital role of pulses in promoting soil health and nourishing people [Electronic resource], 2024. – URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/world-pulses-day-2024--shining-the-spotlight-on-the-vital-role-of-pulses-in-promoting-soil-health-and-nourishing-people>

[8] **Carbas, B.**, Machado N., Oppolzer D., Ferreira L., Queiroz M., Brites C., Rosa E.A., Barros A.I. Nutrients, antinutrients, phenolic composition, and antioxidant activity of common bean cultivars and their potential for food applications // Antioxidants, 2020. – Vol. 9, № 2. – P. 186. – DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9020186>.

[9] **Chen, P.X.**, Zhang H., Marcone M.F., Pauls K.P., Liu R., Tang Y., Zhang B., Renaud J.B., Tsao R. Anti-inflammatory effects of phenolic-rich cranberry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) extracts and enhanced cellular antioxidant enzyme activities in Caco-2 cells // Journal of Functional Foods, 2017. – Vol. 38. – P. 675-685. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.12.027>.

[10] **Ayala-Rodríguez, V.A.**, López-Hernández A.A., López-Cabanillas Lomelí M., González-Martínez B.E., Vázquez-Rodríguez J.A. Nutritional quality of protein flours of fava bean (*Vicia faba* L.) and in vitro digestibility and bioaccessibility // Food Chemistry: X, 2022. – Vol. 14. – Art. 100303. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100303>.

[11] **Alcázar-Valle, M.**, Lugo-Cervantes E., Mojica L. et al. Bioactive compounds, antioxidant activity, and antinutritional content of legumes: a comparison between four *Phaseolus* species // Molecules, 2020. – Vol. 25, № 15. – P. 3528. – DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25153528>.

[12] **Warsame, A.O.**, Michael N., O'Sullivan D.M., Tosi P. Identification and quantification of major faba bean seed proteins // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2020. – Vol. 68, № 32. – P. 8535-8544. – DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c02927>.

[13] **Кудайбергенов, М.С.**, Сайкенова А.Ж., Байгаракова К.Ж., Канаткызы М. Зернобобовые культуры в Казахстане. – Алматы: Центр печати QALAM, 2024. – 470 с.

[14] **Кириченко, В.В.**, Кобизева Л.Н., Петренкова В.П. и др. Идентификация признаков зернобобовых культур (фасоль, нут, чечевица). – Харьков: ИП им. В.Я. Юрьева УААН, 2009. – 118 с.

[15] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [Electronic resource]. – Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021. – URL: <https://www.R-project.org/> (date of access: 13.01.2026).

## References:

[1] **Frascarelli, G.**, Galise T.R., D'Agostino N. et al. The evolutionary history of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) revealed by chloroplast and nuclear genomes analysis // Theoretical and Applied Genetics. – 2025. – Vol. 138. – P. 47. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-025-04832-z>.

[2] **Tapia, G.**, Gonzalez M., Méndez J. et al. Transcriptome analysis reveals biosynthesis and regulation of flavonoids in common bean seeds during grain filling // BMC Plant Biology. – 2024. – Vol. 24. – P. 916. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05593-5>.

[3] **Romero-Astudillo, M.J.**, Tapia C., Giménez de Azcárate J., Montalvo D. Diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) landraces in rural communities in the Andes Highlands of Cotacachi-Ecuador // Agronomy. – 2024. – Vol. 14, № 8. – Art. 1666. – DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14081666>.

[4] **Oladzad, A.**, González A., Macchiavelli R., de Jensen C.E., Beaver J., Porch T., McClean P. Genetic factors associated with nodulation and nitrogen derived from atmosphere in a Middle American common bean panel // Frontiers in Plant Science. – 2020. – Vol. 11. – Art. 576078. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.576078>.

[5] **Aguiló-Aguayo, I.**, Álvarez C., Saperas M., Rivera A., Abadias M., Lafarga T. Proteins isolated from Ganxet common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace: techno-functional and antioxidant properties // International Journal of Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 56, № 11. – P. 5452-5460. – DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.15201>.

- [6] **Azevedo, P.Z.**, Rigolon T.C.B., Souza B.R. de, Stringheta P.C., Martins E., Campelo P.H. White bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins: extraction methods, physicochemical and techno-functional properties, applications, and challenges for the food industry // *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 2025. – Vol. 23, № 6. – e10325. – DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n6-098>.
- [7] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Pulses Day 2024: Shining the spotlight on the vital role of pulses in promoting soil health and nourishing people [Electronic resource], 2024. – URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/world-pulses-day-2024--shining-the-spotlight-on-the-vital-role-of-pulses-in-promoting-soil-health-and-nourishing-people>
- [8] **Carbas, B.**, Machado N., Oppolzer D., Ferreira L., Queiroz M., Brites C., Rosa E.A., Barros A.I. Nutrients, antinutrients, phenolic composition, and antioxidant activity of common bean cultivars and their potential for food applications // *Antioxidants*, 2020. – Vol. 9, № 2. – P. 186. – DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9020186>.
- [9] **Chen, P.X.**, Zhang H., Marcone M.F., Pauls K.P., Liu R., Tang Y., Zhang B., Renaud J.B., Tsao R. Anti-inflammatory effects of phenolic-rich cranberry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) extracts and enhanced cellular antioxidant enzyme activities in Caco-2 cells // *Journal of Functional Foods*. – 2017. – Vol. 38. – P. 675-685. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.12.027>.
- [10] **Ayala-Rodríguez, V.A.**, López-Hernández A.A., López-Cabanillas Lomelí M., González-Martínez B.E., Vázquez-Rodríguez J.A. Nutritional quality of protein flours of fava bean (*Vicia faba* L.) and in vitro digestibility and bioaccessibility // *Food Chemistry: X*, 2022. – Vol. 14. – Art. 100303. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100303>.
- [11] **Alcázar-Valle, M.**, Lugo-Cervantes E., Mojica L. et al. Bioactive compounds, antioxidant activity, and antinutritional content of legumes: a comparison between four *Phaseolus* species // *Molecules*, 2020. – Vol. 25, № 15. – P. 3528. – DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25153528>.
- [12] **Warsame, A.O.**, Michael N., O'Sullivan D.M., Tosi P. Identification and quantification of major faba bean seed proteins // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2020. – Vol. 68, № 32. – P. 8535-8544. – DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c02927>.
- [13] **Kudajbergenov, M.S.**, Sajkenova A.Zh., Bajtarakova K.Zh., Kanatkyzy M. Zernobobovye kul'tury v Kazahstane. – Almaty: Centr pechati QALAM, 2024. – 470 s. [in Russian]
- [14] **Kirichenko, V.V.**, Kobizeva L.N., Petrenkova V.P. i dr. Identifikacija priznakov zernobobovyh kul'tur (fasol', nut, chechevica). – Har'kov: IP im. V.Ja. Jur'eva UAAN, 2009. – 118 s. [in Russian]
- [15] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [Electronic resource]. – Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021. – URL: <https://www.R-project.org/> (date of access: 13.01.2026).

## **ҮРМЕБҮРШАҚ СОРТҮЛГІЛЕРІНІҢ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ**

**Сакен Г. \***, 7M08112 «Ауыл шаруашылығы дақылдарының селекциясы және тұқым шаруашылығы»  
БББ -ның 2 курс магистранты

**Құдайбергенов М.С.**, биология ғылымдарының докторы, профессор

**Қанатқызы М.**, 8D08113 – «Өсімдіктер селекциясы» БББ-ның 3 курс докторанты

*Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алмалыбақ ауылы,  
Қазақстан*

**Аңдатпа.** Мақалада үрмебұршақтың (*Phaseolus vulgaris* L.) 100-ден астам сортүлгілеріне морфологиялық және сапалық белгілер бойынша кешенді бағалау жүргізіліп, олардың фенотиптік әртүрлілігі мен селекциялық құндылығы анықталған. Зерттеу барысында тұқымның ені, бойлық кимасының пішіні, түсі және ақуыз мөлшері талданды.

Тұқым ені бойынша ұсақ тұқымды (<6 мм), орташа тұқымды (6–10 мм) және ірі тұқымды (>10 мм) топтар анықталды. Сонымен қатар коллекциялық питомникте тұқым түсіне қарай 9 түрі : ақ, бидай өңді, күрең қызыл, кара, күлгін, жасыл, сұр, қоңыр және ала, ал пішіні бойынша 4 түрге морфологиялық топ құрады: домалақ, домалақтан эллипс тәріздіге дейін, пішіні эллипс тәрізді және бүйрек пішіне ұқсас тұқымдар кездесетіні анықталды. Бұл деректер коллекцияда кеңейтілген генетикалық қордың бар екенін және оны Алматы облысының климаттық жағдайында жаңа сорттар шығару үшін будандастыруда тиімді пайдалануға болатынын көрсетеді.

Ақуыз мөлшері 15,5-тен 30,0 %-ға аралығында ауытқып өзгерді, төмен, орташа және жоғары ақуыздылық деңгейі бар топтарды ажыратуға, сондай-ақ ақуызы жоғары перспективалы донор-үлгілерді анықтауға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер жоғары тағамдық құндылығы, тауарлық тартымдылығы және оңтүстік Қазақстан жағдайына бейімделген үрмебұршақ сорттарын селекциялық іріктеу үшін ғылыми негіз қалыптастырады.

**Тірек сөздер:** Үрмебұршақ, коллекция, морфология, ақуыз, дән.

## MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND SEED QUALITY OF COMMON BEAN CULTIVARS

**Saken G.\***, 2nd year masters student 7M08112 «Plant breeding and seed science»

**Kudaibergenov M.S.**, Doctor of Biological Sciences, professor

**Kanatkyzy M.**, 3rd year doctoral student 8D08113 «Plant breeding»

*Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production, Almalyk village, Kazakhstan*

**Annotation.** The article presents a comprehensive evaluation of morphological and quality traits of over 100 common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) accessions, aimed at identifying their phenotypic diversity and breeding value. An analysis was conducted on seed width, longitudinal section shape, color, and protein content. The accessions were classified into small-seeded (<6 mm), medium-seeded (6–10 mm), and large-seeded (>10 mm) groups. Additionally, the collection included accessions belonging to 9 seed color types: white, beige, burgundy, black, purple, green, gray, brown, and variegated, and 4 seed shape types: round, round to elliptical, elliptical, and kidney-shaped. This indicates a broad genetic base and the potential for use in hybridization to develop new varieties suitable for the climate of the Almaty region.

Protein content ranged from 15.5 to 30.0%, allowing the identification of groups with low, medium, and high protein levels, as well as the determination of promising donor accessions with elevated protein content. The results provide a scientific basis for the further breeding of common bean varieties with high nutritional value, marketable traits, and adaptation to the conditions of southern Kazakhstan.

**Keywords:** Common bean, collection, morphology, protein, seed.