

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ЧЕЧЕВИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА ВЫСОКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Сайкенова А.Ж. *, PhD

alma.arai@mail.ru, <https://orsid.org/0000-0002-9211-1415>

Кудайбергенов М.С., доктор биологических наук, профессор

muhtar.sarsenbek@mail.ru, <https://orsid.org/0000-0002-8185-3990>

Байтаракова К.Ж., докторант 3 курса по ОП 8D08113 – «Селекция растений»

kuralai_baitarakova@mail.ru, <https://orsid.org/0000-0002-0515-7029>

Қанатқызы М., докторант 3 курса по ОП 8D08113 – «Селекция растений»

kanatkyzy_makpal@mail.ru, <https://orsid.org/0000-0001-5515-0311>

Ибаиш Н., магистр сельскохозяйственных наук

nurgazyibash93@mail.ru, <https://orsid.org/0009-0004-2629-8842>

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»,
п.Алматыбак, Казахстан*

Аннотация. На юго-востоке Казахстана осуществлена комплексная оценка генофонда чечевицы, на основе которой выделены и отобраны сортообразцы желательными хозяйственно-ценными признаками для проведения гибридизации, направленной на создание новых высокопродуктивных, скороспелых и крупносемянных сортов. Проведён корреляционный анализ взаимосвязей между хозяйственно- ценными признаками растений. Между количеством бобов с растения и числом продуктивных узлов выявлена очень сильная положительная корреляционная связь ($r = 0,881$). Связь между количеством боковых ветвей и числом продуктивных узлов характеризуется как умеренная положительная ($r = 0,493$). Между количеством боковых ветвей и числом бобов с растения также установлена умеренная положительная зависимость ($r = 0,432$). Корреляция между высотой растения и высотой прикрепления нижних бобов является умеренной положительной ($r = 0,445$).

Проведено 20 комбинаций скрещиваний различных сортообразцов чечевицы. Общее количество опылённых цветков составило 644, из которых было получено 41 гибридное семя, средний показатель завязываемости составил – 6,36%. Анализ полученных данных показал значительную вариабельность по уровню завязываемости семян в различных комбинациях.

Наиболее удачными гибридными комбинациями отмечена в комбинации ♀11418 × ♂Шырайлы – 18,8 % (13 семян из 69 опылённых цветков). Сравнительно высокий показатель также получен при скрещивании ♀Шырайлы × ♂Фиолетовый – 14,2 % (1 семя из 7), а также ♀9228 × ♂9207 – 13,04 % (3 семени из 23). Комбинация ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 обеспечила 12,5 % (2 семени из 16), а ♀11419 × ♂Шырайлы – 11,1 % (3 семени из 27).

Ключевые слова: селекция, чечевица, сортообразец, урожайность, коллекция, гибридизация.

Введение. Чечевица является одной из значимых зернобобовых культур, обладающих высоким народнохозяйственным значением. Её возделывают преимущественно для получения семян с повышенным содержанием белка, широко используемых в пищевой промышленности; кроме того, культура играет важную роль в биологической фиксации атмосферного азота и повышении плодородия почвы. Вместе с тем ограниченное распространение чечевицы в Казахстане обусловлено недостатком высокоурожайных сортов, устойчивых к заболеваниям и адаптированных к воздействию различных абиотических и биотических стрессовых факторов [1].

Подбор родительских форм является одним из ключевых этапов селекционного процесса, определяющим эффективность создания новых высокопродуктивных сортов чечевицы (*Lens culinaris* Medik.). Правильный выбор родительских пар позволяет объединить в одном генотипе ценные хозяйственно-биологические признаки, такие как высокая продуктивность, устойчивость к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам, технологичность и адаптивность к условиям выращивания.

При подборе родительских форм особое внимание уделяется элементам структуры

урожайности, включая высоту растения, высоту прикрепления нижних бобов, количество продуктивных узлов, количество бобов на растении и общее развитие вегетативных органов. Высота прикрепления нижних бобов является важным признаком, определяющим пригодность сорта к механизированной уборке, тогда как количество продуктивных узлов и бобов напрямую связано с уровнем урожайности.

Для гибридизации отбираются контрастные по комплексу признаков формы, что способствует расширению генетической изменчивости в гибридных популяциях и повышает вероятность получения трансгрессивных форм с улучшенными показателями продуктивности. В качестве материнских форм используются образцы с высокой продуктивностью и хорошей адаптивностью, а в качестве отцовских – генотипы, обладающие ценными селекционными признаками, такими как высокий уровень прикрепления нижних бобов, большое количество продуктивных узлов и устойчивость к стрессовым факторам.

Таким образом, целенаправленный подбор родительских пар на основе комплексной оценки хозяйственно ценных признаков является основой успешного создания новых высокоурожайных сортов чечевицы, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона. Для расширения посевных площадей актуальность приобретают комплексные исследования селекционного материала, направленные на создание высокопродуктивных и адаптивных сортов чечевицы [2,3,4]. Особенную роль играет агротехнология чечевицы, для повышения урожайности и качества зерна чечевицы необходимо, определить оптимальные методы основной обработки почвы, уровень минерального питания и нормы высева семян [5]. В научной литературе всё чаще поднимается вопрос о влиянии засухи на морфологические, физиологические и биохимические процессы в сельскохозяйственных культурах. Растения, устойчивые к засухе, способны адаптироваться к экстремальным условиям, таким как высокие дневные температуры и недостаток осадков, что позволяет им минимизировать негативное воздействие на рост и урожайность [6].

Чечевица уязвима к различным абиотическим стрессам, таким как тепловой стресс, засуха в конце вегетационного периода и низкое плодородие почвы, что создает значительные проблемы для ее выращивания [7]. Эти факторы окружающей среды могут негативно влиять на рост растений, цветение и развитие стручков, что приводит к снижению урожайности [8]. В результате использования расширенного генофонда и проведения межвидовых скрещиваний индийскими селекционерами были выведены две перспективные линии чечевицы – «Jammu Lentil 144» и «Jammu Lentil 71» [9]. Тем не менее, отбор, основанный исключительно на урожайности семян без учета других важных признаков, становится неэффективным.

Раннее наступление фазы цветения и сокращённая продолжительность вегетационного периода до созревания относятся к числу приоритетных селекционных признаков в условиях усиливающейся климатической нестабильности. Эти адаптивные характеристики обеспечивают фенологическое «уход от стресса» (stress escape), позволяя растениям завершать репродуктивное развитие до наступления позднесезонной засухи и экстремально высоких температур. В результате снижается негативное влияние теплового и водного дефицита на процессы опыления, формирования бобов и налива семян, что способствует стабилизации урожайности и повышению экологической пластичности культуры в засушливых и полузасушливых регионах. Кроме того, было также показано, что тепловой стресс на репродуктивных стадиях негативно влияет на урожайность и питательную ценность чечевицы [10]. Особая роль в данном случае отводится изучению генетически разнообразного исходного материала, выделению ценных генотипов для включения их в селекционный процесс в условиях конкретного региона [11].

В связи с этим, основной целью работы было изучить генофонд чечевицы, на основе которой выделены и отобраны сортообразцы для проведения гибридизации, направленной на создание новых высокопродуктивных, скороспелых и крупносемянных сортов.

Материалы и методы. Исследования проводились на полуобеспеченной богаре (станционах Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства).

Опыты закладывались по методике закладки коллекционного и гибридного питомников с соблюдением всех агротехнических мероприятий и ухода за полевыми культурами [12]. Посев рендомизированный в трехкратной повторности. Объектами исследования послужили 397 сортообразцов коллекции чечевицы из разных стран мира. Подбор родительских пар проводили с учетом различия элементов продуктивности, вегетационного периода и других хозяйственно-ценных признаков и с учетом происхождения сортообразцов.



Рисунок 1 – Коллекционный питомник чечевицы

Фенологические наблюдения (посев, всходы, цветение, созревание), визуальную оценку по хозяйственно – полезным признакам, фенотипирование элементов продуктивности (длина растения, высота прикрепления нижнего боба, число ветвей, масса растения, число бобов, число семян, масса семян, масса 1000 семян, число семян в бобе) осуществлялись в соответствии с методическим указаниям по изучению коллекции зернобобовых культур [13]. Коэффициент корреляции Пирсона (r) [15].

В зависимости от длины вегетационного периода подобранных родительских форм их высевают в 2-3 срока с интервалом 7-14 дней. Это позволяет совместить сроки их цветения, что является важным условием для гибридизации. К скрещиванию приступаем при первом появлении цветков на растениях, так как вероятность завязывания и нормального формирования бобов у первых цветков на растении значительно выше, чем у последних.

Работу по скрещиванию начинаем в утренние часы с 6 до 10 ч. При этом на материнской форме подбираем цветки для кастрации, у которых лепестки венчика показались из-под чашелистиков на 1-2 мм, т.е. когда пыльники тычинок еще не раскрылись и не пылят. После выбора все остальные цветки и завязавшиеся бобы на цветоносе удаляем. Это удобно для работы с кастрируемыми цветками, при котором весь приток пластических веществ направляется только к цветку, на котором проводится гибридизация.

Все опыленные цветки отмечают красной ниточкой, которую свободно привязываем к цветоножке на один узел.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2023-2025 годах в полуобеспеченной богаре в коллекционном питомнике было изучено 397 сортообразцов чечевицы. При этом посев производился ежегодно в конце марта. В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения: всходы появились через 12-15 дней после посева. Фаза цветения длилась с 23 мая по 15 июня, а период полного созревания – с 25 июня по 10 июля. Таким образом, продолжительность вегетационного периода составила от 68 до 83 дней.

Проведён структурный анализ (фенотипирование) сортообразцов чечевицы. В ходе

исследования изучались основные хозяйственно-ценные признаки, включая высоту растений, высоту прикрепления нижних бобов, количество боковых ветвей, число продуктивных узлов, количество бобов с одного растения и массу 1000 семян. Высота стебля и высота прикрепления нижних бобов являются морфологическими количественными признаками, характеризующими архитектуру растения и имеющими важное значение при селекции сортов, пригодных для механизированной уборки: по высоте растений превышающей стандарт, выделено 32 сортообразцов (34,4–49,0 см): pl-76, 72-pl-30, 11502, 33209, pl-54, pl-28, 72-pl-28, 11509, 9319, pl-84, 11521, 39233/1, К-1975, 39102, 39207, 33113, 9221, 39131, 11505, 23202, 9232, 23107, 72-pl-43, LC46000170L, 72-pl-29, 72-pl-19, LC46000128L, 72-pl-18, 72-pl-26, 23222, 23108, LC04600023L; По высоте прикрепления нижних бобов (20,0–27,4 см) отмечены следующие образцы: Ozbek, Ceren, LC46000170L, 9322, 23222, 23108, К-1975, 11119, LC04600023L, 11417 кр; по количеству боковых ветвей (3,2–5,4 шт.) выделяются: 9213, pl-149, 39211, 11502, 9324, pl-150, 72-pl-42, pl-29, 11130, pl-20, 9207, К-1975, pl-93, pl-94, pl-64, pl-102, pl-103, 9308, Ceren, pl-84, 72-pl-30, 72-pl-34, 9323, 11124, 9317, 11435, 11417, 11418, 010S96105-1, 11002, 11017, 2788; (рис.2.).

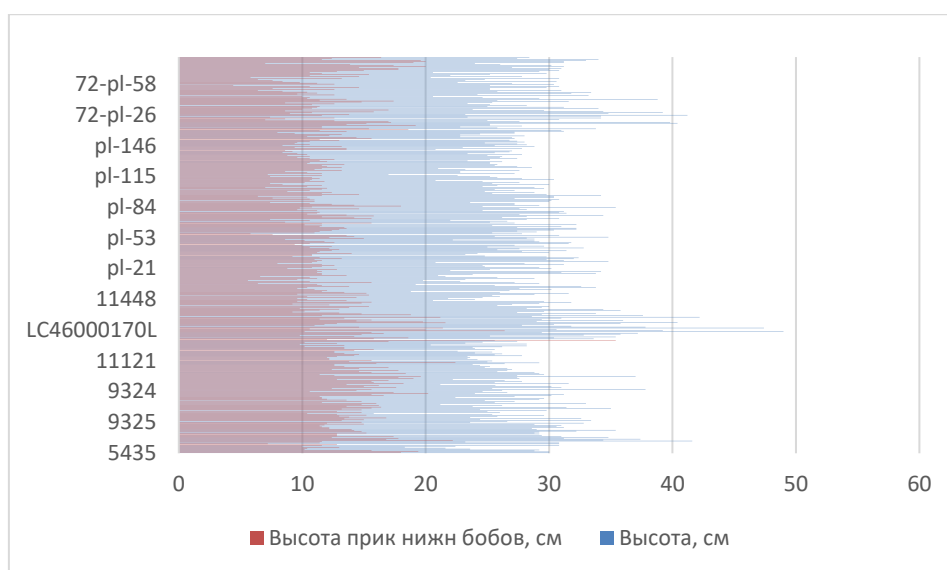


Рисунок 2 – Сравнительная оценка высоты стебля и высоты прикрепления нижних бобов в полуобеспеченной богаре Алматинской области среднее за 2023-2025 годы

Элементы структуры урожайности – это совокупность морфологических и количественных признаков растения, определяющих формирование урожая. К ним относятся количество продуктивных узлов, количество бобов на растении, количество семян, масса семян и другие показатели, характеризующие продуктивность растения. По количеству продуктивных узлов выделено (60,2–73,6 шт.): 39108, 9327, pl-101, 9323, 72-pl-43, 72-pl-36, 39106, pl-84, pl-99, pl-100, pl-95, 72-pl-24, 9308; по количеству бобов с растения (80,2–130,4 шт.): Alugaji, 11125, 9321, 9301, 72-pl-42, pl-141, 11130, 72-pl-34, pl-100, pl-99, 39106, pl-19, 72-pl-44, pl-72, pl-86, pl-76, pl-22, pl-101, 9313, 11117, pl-84, 72-pl-47, 72-pl-36, 72-pl-24, 39108, 9308, 72-pl-23, 72-pl-43, 11124, 9323, 9327; (рис.3).

По массе семян с одного растения (2,0–3,0 г) выделены: 9205, 9207, 11420, 11516, 39131, 39121, 23224, 39108, 11519, 11526, 39110, 39111, 33203, Flip 97-18-1, 33209, 39232, 6434, 010S96105-1, Фиолетовый, 11017, 11035, 2788, 9229; Масса 1000 семян является одним из важнейших хозяйственно ценных и селекционных признаков чечевицы, определяющих как продуктивность сорта, так и его технологические и потребительские качества.

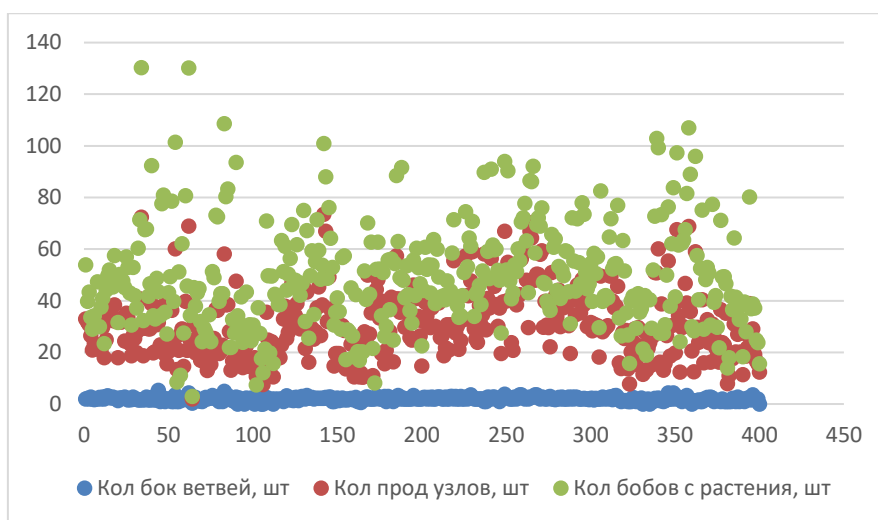


Рисунок 3 – Элементы продуктивности чечевицы в полуобеспеченной богаре Алматинской области среднее за 2023-2025 годы

Этот признак характеризует морфологические особенности генотипа, выполненностью зерна и общим уровнем урожайности. По массе 1000 семян выделилось (42,0–56,0 г): 9228, 11112, 11505, 11502, 39110, 11417, 39232, 5423, 9201, 010S96130-6, 11419, Киз-20, 840, 11034, 11026, 11031, 11119, 9226 (таблица 1).

Таблица 1 – Выделенные сортообразцы чечевицы по признакам в полуобеспеченной богаре Алматинской области среднее за 2023-2025 годы

№	Признак	Диапазон значений	Выделенные сортообразцы
1	Высота растений (высокостебельные)	34,4 – 49,0 см	pl-76, 72-pl-30, 11502, 33209, pl-54, pl-28, 72-pl-28, 11509, 9319, pl-84, 11521, 39233/1, К-1975, 39102, 39207, 33113, 9221, 39131, 11505, 23202, 9232, 23107, 72-pl-43, LC46000170L, 72-pl-29, 72-pl-19, LC46000128L, 72-pl-18, 72-pl-26, 23222, 23108, LC04600023L
2	Высота прикрепления нижних бобов	20,0 – 27,4 см	Ozbek, Ceren, LC46000170L, 9322, 23222, 23108, К-1975, 11119, LC04600023L, 11417
3	Количество боковых ветвей	3,2 – 5,4 шт.	9213, pl-149, 39211, 11502, 9324, pl-150, 72-pl-42, pl-29, 11130, pl-20, 9207, К-1975, pl-93, pl-94, pl-64, pl-102, pl-103, 9308, Ceren, pl-84, 72-pl-30, 72-pl-34, 9323, 11124, 9317, 11435, 11417, 11418, 010S96105-1, 11002, 11017, 2788
4	Количество продуктивных узлов	60,2 – 73,6 шт.	39108, 9327, pl-101, 9323, 72-pl-43, 72-pl-36, 39106, pl-84, pl-99, pl-100, pl-95, 72-pl-24, 9308
5	Количество бобов с растения	80,2 – 130,4 шт.	Alugaji, 11125, 9321, 9301, 72-pl-42, pl-141, 11130, 72-pl-34, pl-100, pl-99, 39106, pl-19, 72-pl-44, pl-72, pl-86, pl-76, pl-22, pl-101, 9313, 11117, pl-84, 72-pl-47, 72-pl-36, 72-pl-24, 39108, 9308, 72-pl-23, 72-pl-43, 11124, 9323, 9327
6	Масса семян одного растения	2,0 – 3,0 г	9205, 9207, 11420, 11516, 39131, 39121, 23224, 39108, 11519, 11526, 39110, 39111, 33203, Flip 97-18-1, 33209, 39232, 6434, 010S96105-1, Фиолетовый, 11017, 11035, 2788, 9229
7	Масса 1000 семян	42,0 – 56,0 г	9228, 11112, 11505, 11502, 39110, 11417, 39232, 5423, 9201, 010S96130-6, 11419, Киз-20, 840, 11034, 11026, 11031, 11119, 9226
8	Происхождение	Из разных стран	Икарда, Сербия, Россия, Таджикистан, Турция, Узбекистан

Нами был проведён корреляционный анализ взаимосвязей между хозяйственно-ценными признаками растений. Корреляционный анализ позволил выявить степень и направление взаимосвязей между исследуемыми признаками и определить структурные компоненты формирования продуктивности растений (рисунок 4). В результате проведённого корреляционного анализа установлены следующие закономерности взаимосвязей между исследуемыми признаками. Между количеством бобов с растения и числом продуктивных узлов выявлена очень сильная положительная корреляционная связь ($r = 0,881$). Полученные значения свидетельствуют о высокой степени сопряжённости признаков и указывают на то, что увеличение числа продуктивных узлов является основным структурным фактором формирования урожайности (Рисунки 4,5).

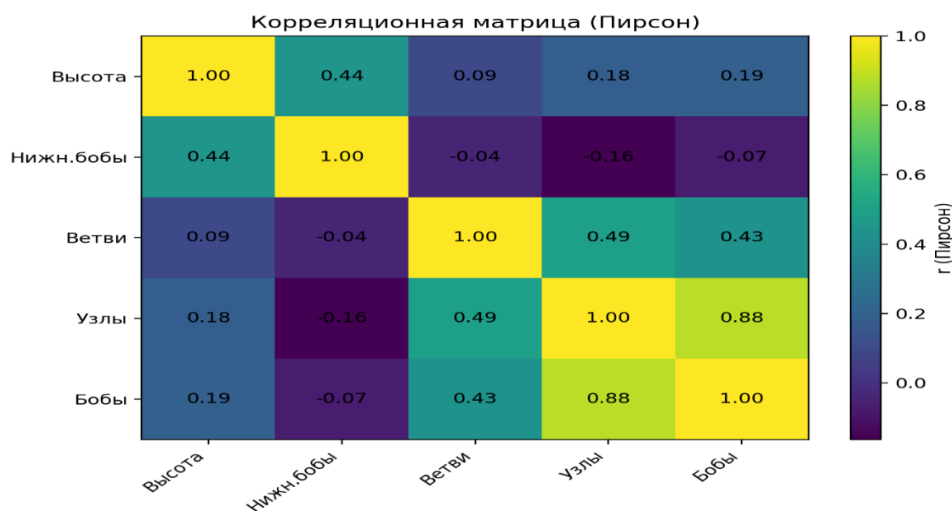


Рисунок 4 – Корреляционная матрица хозяйственно-ценных признаков растений (коэффициент Пирсона)

Связь между количеством боковых ветвей и числом продуктивных узлов характеризуется как умеренная положительная ($r = 0,493$). Это позволяет предположить, что увеличение ветвистости растений способствует формированию большего количества узлов, потенциально участвующих в образовании бобов (рисунок 4).

Между количеством боковых ветвей и числом бобов с растения также установлена умеренная положительная зависимость ($r = 0,432$). Данная взаимосвязь, вероятно, носит опосредованный характер и реализуется через увеличение числа продуктивных узлов (рис. 4).

Корреляция между высотой растения и высотой прикрепления нижних бобов является умеренной положительной ($r = 0,445$), что свидетельствует о закономерном повышении уровня расположения нижних бобов у более высоких растений (рисунок 4).

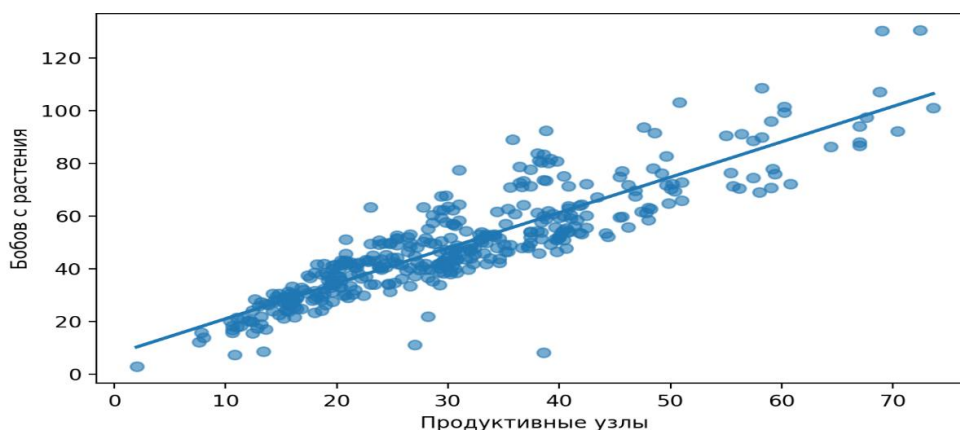


Рисунок 5 – Зависимость числа бобов с растения от количества продуктивных узлов

Связь высоты растения с числом бобов носит слабый положительный характер ($r \approx 0,195$), что свидетельствует о незначительном прямом влиянии данного признака на общую продуктивность (рисунок 6). Корреляция между высотой прикрепления нижних бобов и числом бобов практически отсутствует и имеет слабое отрицательное направление ($r \approx -0,075$), что позволяет заключить, что данный морфологический показатель не оказывает существенного влияния на формирование урожайности.



Рисунок 6 – Связь высоты растения и числа бобов с растения

Как утверждает В.И. Зотиков, наиболее распространенным методом для создания новых высокоурожайных сортов является гибридизация между различными сортами и подвидами, простые и сложные скрещивания с использованием форм, обладающих хозяйственно ценными признаками [14]. В 2025 году проведено скрещивание по 4-м селекционным направлениям (урожайность, пригодность к механизированной уборке, содержание белка, крупность семян) (рисунок 7).



Рисунок 7 – Гибридизация чечевицы

Гибридизация проводилась с 04 июня по 16 июня. В ходе гибридизации было

проведено 20 комбинаций скрещиваний различных сортообразцов чечевицы. Общее количество опылённых цветков составило 644, из которых было получено 41 гибридное семя, средний показатель завязываемости составил – 6,36%. Анализ полученных данных показал значительную вариабельность по уровню завязываемости семян в различных комбинациях. Наиболее удачными гибридными комбинациями отмечена в комбинации ♀11418 × ♂Шырайлы – 18,8 % (13 семян из 69 опылённых цветков). Сравнительно высокий показатель также получен при скрещивании ♀Шырайлы × ♂Фиолетовый – 14,2 % (1 семя из 7), а также ♀9228 × ♂9207 – 13,04 % (3 семени из 23). Комбинация ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 обеспечила 12,5 % (2 семени из 16), а ♀11419 × ♂Шырайлы – 11,1 % (3 семени из 27).

Средний уровень эффективности (4–9 %) отмечен у комбинаций ♀11435 × ♂5423 (8,8 %), ♀Киз-20 × ♂840 (5,5 %), ♀11417 × ♂9201 (5,0 %), ♀11502 × ♂39212 (4,76 %), ♀9204 × ♂9205 (4,0 %) и ♀9216 × ♂9213 (3,8 %).

В ряде комбинаций гибридные семена получены не были (0 %), что может быть обусловлено генетической несовместимостью родительских форм, низкой жизнеспособностью пыльцы, неблагоприятными погодными условиями в период цветения либо физиологическими особенностями материнских компонентов. К таким комбинациям относятся ♀Киз-20 × ♂Фиолетовый, ♀840 × ♂Киз-20, ♀11001 × ♂11002, ♀11017 × ♂11034, ♀11026 × ♂11035, ♀11031 × ♂Шырайлы, ♀11119 × ♂2720, ♀2788 × ♂840 и ♀9229 × ♂9226.

В целом результаты гибридизации показали, что наибольшую селекционную ценность проявили комбинации с участием сорта Шырайлы, который обеспечил высокий процент завязываемости семян в нескольких вариантах скрещивания. Это позволяет рассматривать данный генотип как перспективный компонент для дальнейших гибридизационных программ (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты гибридизации чечевицы 2025 г, ТОО КазНИИЗиР

Комбинация скрещиваний		Количество опылённых цветков	Количество гибридных семян	
материнская форма♀	отцовская форма♂		шт.	%
9216	9213	78	3	3,8
9204	9205	50	2	4
9228	9207	23	3	13,04
11435	5423	34	3	8,8
11502	39212	42	2	4,76
11417	9201	40	2	5
11418	Шырайлы	69	13	18,8
010S96105-1	010S96130-6	16	2	12,5
11419	Шырайлы	27	3	11,1
Киз-20	Фиолетовый	16	-	0
Киз-20	840	127	7	5,5
840	Киз-20	68	-	0
11001	11002	5	-	0
11017	11034	7	-	0
11026	11035	6	-	0
11031	Шырайлы	8	-	0
11119	2720	5	-	0
2788	840	6	-	0
9229	9226	10	-	0
Шырайлы	Фиолетовый	7	1	14,2
Итого		644	41	6,36

Данная работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267 (BR22885414).

Выводы. В результате проведённых исследований выделены источники исходного материала по комплексу хозяйственных признаков.

Выделены сортообразцы, которые выделяются выраженностью хозяйственно-ценных и биологических признаков и свойств. Выделенные в результате комплексной оценки сортообразцы чечевицы включены в рабочую селекционную коллекцию и в дальнейшем будут использованы в селекционных программах в качестве исходного материала для гибридизации. Их привлечение направлено на усиление и закрепление хозяйственно ценных признаков – высокой урожайности, скороспелости, крупносемянности, устойчивости к абиотическим стрессам и адаптивности к условиям возделывания, – с целью создания новых конкурентоспособных сортов чечевицы. Проведено 20 комбинаций скрещиваний различных сортообразцов чечевицы. Общее количество опылённых цветков составило 644, из которых было получено 41 гибридное семя, средний показатель завязываемости составил – 6,36%.

Финансирования. Данное исследование проведено в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024-2026 годы. BR22885414 «Создание высокопродуктивных сортов зернобобовых культур на основе методов современной биологии, разработка их сортовой технологии и первичного семеноводства».

Литература:

- [1] Кудайбергенов, М.С., Сайкенова А.Ж., Байтаракова К.Ж., Қанатқызы М., Башабаева Б.М. Исходный материал для повышения продуктивности и технологичности в селекции чечевицы // Издәністер, нәтижелер – Исследования, результаты, 2024. – № 02-1 (special). – С. 5–15. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/534>
- [2] Сайкенова, А.Ж., Кудайбергенов М.С., Қанатқызы М. Особенности взаимосвязей хозяйственноценных признаков у сортообразцов чечевицы // Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата, 2023. – № 1(64). – С. 49–61. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v64.i1.001>
- [3] Saikenova, A.Zh., Kudaibergenov M.S., Nurgassenov T.N., Saikenov B.R., Didorenko S.V. Crop Yield and Quality of Lentil Varieties in the Conditions of the Southeast of Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences, 2021. – Vol. 21, No. 1. – P. 33–40. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.33.40>
- [4] Saikenova, A.Zh., Kudaibergenov M.S., Kanatkyzy M., Saken G.S., Baitarakova K.Zh., Abildaeva J.B., Nussipbay K. Optimizing Lentil Breeding Models for South-East Kazakhstan: Yield, Adaptability, and Protein Enhancement // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2025. – P. 674–683. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2025.674.683>
- [5] Коровин, А.И. Растения и экстремальные температуры. – Л.: [б. и.], 1984. – 272 с.
- [6] Levitt, J. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1: Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. – New York: Academic Press, 1980. – 426 p.
- [7] Priya, S., Bansal R., Kumar G., Dikshit H.K., Kumari J., Pandey R., Singh A.K., Tripathi K., Singh N., Kumari N.P., Kumar S. Root Trait Variation in Lentil (*Lens culinaris* Medikus) Germplasm under Drought Stress // Plants, 2021. – Vol. 10. – Art. 2410–2421. <https://doi.org/10.3390/plants10112410>
- [8] Zeroual, A., Baidani A., Idrissi O. Drought Stress in Lentil (*Lens culinaris* Medik) and Approaches for Its Management // Horticulturae, 2022. – Vol. 9. – P. 1–25. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010001>
- [9] Singh, M., Kumar S., Mehra R., Sood S., Malhotra N., Sinha R., Jamwal S., Gupta V. Evaluation and Identification of Advanced Lentil Interspecific Derivatives Resulted in the Development of Early Maturing, High Yielding, and Disease-Resistant Cultivars under Indian Agro-Ecological Conditions // Frontiers in Plant Science, 2022. – Vol. 13. – Art. 936572. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.936572>
- [10] Choukri, H., Hejjaoui K., El-Baouchi A., El Haddad N., Smouni A., Maalouf F., Thavarajah D., Kumar S. Heat and Drought Stress Impact on Phenology, Grain Yield, and Nutritional Quality of Lentil

(Lens culinaris Medikus) // *Frontiers in Nutrition*. – 2020. – Vol. 7. – Art. 596307. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307>

[11] **Маракаева, Т.В.** Семенная продуктивность перспективных образцов чечевицы в Омской области // *Вестник Вятского ГАТУ*, 2021. – № 4(10).

[12] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.

[13] **Вишнякова, М.А.,** Буравцева Т.В., Булынцев С.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. – СПб.: ВИР, 2010. – 142 с.

[14] **Зотиков, В.И.,** Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2020. – № 4(36).

[15] **Рокицкий, П.Ф.** Биометрия. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.

References:

[1] **Kudaibergenov, M.S.,** Saikenova A.Zh., Baitarakova K.Zh., Kanatkyzy M., Bashabaeva B.M. Iskhodnyi material dlya povysheniya produktivnosti i tekhnologichnosti v selektsii chechevitsy // *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 2024. – No. 02-1 (special). – P. 5–15. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/534> [in Russian]

[2] **Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Kanatkyzy M. Osobennosti vzaimosvyazei khozyaistvenno-tsennyykh priznakov u sortoobraztsov chechevitsy // *Vestnik Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata*, 2023. – No. 1(64). – P. 49–61. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v64.i1.001> [in Russian]

[3] **Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Nurgassenov T.N., Saikenov B.R., Didorenko S.V. Crop Yield and Quality of Lentil Varieties in the Conditions of the Southeast of Kazakhstan // *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2021. – Vol. 21, No. 1. – P. 33–40. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.33.40>

[4] **Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Kanatkyzy M., Saken G.S., Baitarakova K.Zh., Abildaeva J.B., Nussipbay K. Optimizing Lentil Breeding Models for South-East Kazakhstan: Yield, Adaptability, and Protein Enhancement // *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2025. – P. 674–683. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2025.674.683>

[5] **Korovin, A.I.** Rasteniya i ekstremal'nye temperatury. – L.: [b. i.], 1984. – 272 p. [in Russian]

[6] **Levitt, J.** Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1: Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. – New York: Academic Press, 1980. – 426 p.

[7] **Priya, S.,** Bansal R., Kumar G., Dikshit H.K., Kumari J., Pandey R., Singh A.K., Tripathi K., Singh N., Kumari N.P., Kumar S. Root Trait Variation in Lentil (*Lens culinaris Medikus*) Germplasm under Drought Stress // *Plants*, 2021. – Vol. 10. – Art. 2410–2421. <https://doi.org/10.3390/plants10112410>

[8] **Zeroual, A.,** Baidani A., Idrissi O. Drought Stress in Lentil (*Lens culinaris Medik*) and Approaches for Its Management // *Horticulturae*, 2022. – Vol. 9. – P. 1–25. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010001>

[9] **Singh, M.,** Kumar S., Mehra R., Sood S., Malhotra N., Sinha R., Jamwal S., Gupta V. Evaluation and Identification of Advanced Lentil Interspecific Derivatives Resulted in the Development of Early Maturing, High Yielding, and Disease-Resistant Cultivars under Indian Agro-Ecological Conditions // *Frontiers in Plant Science*, 2022. – Vol. 13. – Art. 936572. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.936572>

[10] **Choukri, H.,** Hejjaoui K., El-Baouchi A., El Haddad N., Smouni A., Maalouf F., Thavarajah D., Kumar S. Heat and Drought Stress Impact on Phenology, Grain Yield, and Nutritional Quality of Lentil (*Lens culinaris Medikus*) // *Frontiers in Nutrition*, 2020. – Vol. 7. – Art. 596307. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307>

[11] **Marakaeva, T.V.** Semennaya produktivnost' perspektivnykh obraztsov chechevitsy v Omskoi oblasti // *Vestnik Vyatskogo GATU*, 2021. – No. 4(10). [in Russian]

[12] **Dospikhov, B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – Moscow: Kniga po Trebovaniyu, 2012. – 352 p. [in Russian]

[13] **Vishnyakova, M.A.,** Buravtseva T.V., Bulyntsev S.V. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya. – Saint Petersburg: VIR, 2010. – 142 p. [in Russian]

[14] **Zotikov, V.I.,** Polukhin A.A., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Razvitie

proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii na osnove ispol'zovaniya selektsionnykh dostizhenii // Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2020. – No. 4(36). [in Russian]

[15] Rokitskii, P.F. Biometriya. – Minsk: Vysshaya shkola, 1973. – 320 p. [in Russian]

ЖОҒАРЫ ӨНІМДІЛІККЕ СЕЛЕКЦИЯЛАУҒА АРНАЛҒАН ЖАСЫМЫҚТЫҢ БАСТАПҚЫ МАТЕРИАЛЫ

Сайкенова А.Ж. *, PhD

Құдайбергенов М.С., биология ғылымдарының докторы, профессор

Байтаракова К.Ж., 8D08113 – «Өсімдіктер селекциясы» БББ-ның 3 курс докторанты

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

Ибаш Н., ауыл шаруашылығы магистрі

Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматыбақ а., Қазақстан

Аңдатпа. Қазақстанның оңтүстік-шығысында жасымықтың генетикалық қоры кешенді бағаланып, нәтижесінде гибридизация жүргізу үшін шаруашылыққа құнды белгілері жоғары сортүлгілер іріктеліп алынды. Зерттеу жаңа жоғары өнімді, ерте пісетін және ірі тұқымды сорттарды жасауға бағытталған. Өсімдіктің шаруашылыққа құнды белгілері арасындағы өзара байланыстарға корреляциялық талдау жүргізілді. Өсімдіктегі бұршақ саны мен өнімді буындар саны арасында өте жоғары оң корреляциялық байланыс анықталды ($r = 0,881$). Жанама бұтақтар саны мен өнімді буындар саны арасындағы байланыс орташа оң деңгейде сипатталады ($r = 0,493$). Сондай-ақ жанама бұтақтар саны мен өсімдіктегі бұршақ саны арасында орташа оң тәуелділік анықталды ($r = 0,432$). Өсімдік биіктігі мен төменгі бұршақтың бекіну биіктігі арасындағы корреляция орташа оң деңгейде болды ($r = 0,445$).

Әртүрлі сортүлгілер арасында 20 будандастыру комбинациясы жүргізілді. Барлығы 644 гүл қолдан тозандандырылып, нәтижесінде 41 гибридті тұқым алынды, орташа тұқым байлану көрсеткіші 6,36%-ды құрады.

Алынған деректерді талдау әртүрлі будандастыру комбинацияларында тұқым байлану деңгейінің айтарлықтай өзгермелілігін көрсетті.

Ең жоғары тұқым байлану көрсеткіші ♀11418 × ♂Шырайлы комбинациясында анықталды – 18,8 % (69 тозандандырылған гүлден 13 тұқым). Салыстырмалы түрде жоғары нәтиже ♀Шырайлы × ♂Фиолетовый комбинациясында – 14,2 % (7 гүлден 1 тұқым), сондай-ақ ♀9228 × ♂9207 комбинациясында – 13,04 % (23 гүлден 3 тұқым) байқалды. ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 комбинациясында тұқым байлануы 12,5 % (16 гүлден 2 тұқым), ал ♀11419 × ♂Шырайлы комбинациясында 11,1 % (27 гүлден 3 тұқым) болды.

Тірек сөздер: селекция, жасымық, сортүлгі, өнімділік, коллекция, гибридизация.

SOURCE MATERIAL OF LENTIL FOR BREEDING FOR HIGH PRODUCTIVITY

Saikenova A.Zh., PhD

Kudaibergenov M.S., Doctor of Biological Sciences, Professor

Baitarakova K.Zh., Doctoral Student 3year – 8D08113 «Plant Breeding»

Kanatkyzy M., Doctoral Student 3year – 8D08113 «Plant Breeding»

Ibash N., master of Agricultural Sciences

Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalybak, Kazakhstan

Annotation. A comprehensive evaluation of lentil germplasm was carried out in the south-eastern region of Kazakhstan. Based on the results, accessions possessing desirable agronomic traits were identified and selected for hybridization aimed at developing new high-yielding, early-maturing, and large-seeded varieties. A correlation analysis was conducted to determine the relationships among economically valuable plant traits. A very strong positive correlation was found between the number of pods per plant and the

number of productive nodes ($r = 0.881$). The relationship between the number of lateral branches and the number of productive nodes was characterized as moderately positive ($r = 0.493$). A moderate positive correlation was also established between the number of lateral branches and the number of pods per plant ($r = 0.432$). The correlation between plant height and the height of the lowest pod attachment was moderate and positive ($r = 0.445$).

Twenty crossing combinations among different lentil accessions were performed. A total of 644 flowers were pollinated, resulting in 41 hybrid seeds, with an average seed set rate of 6.36%.

Analysis of the obtained data showed considerable variation in seed set among the different hybrid combinations. The highest seed set was observed in the hybrid combination ♀11418 × ♂Shyraily, reaching 18.8% (13 seeds from 69 pollinated flowers). A relatively high seed set was also obtained in the combinations ♀Shyraily × ♂Fioletovyi – 14.2% (1 seed from 7 pollinated flowers) and ♀9228 × ♂9207 – 13.04% (3 seeds from 23 pollinated flowers). The hybrid combination ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 showed a seed set of 12.5% (2 seeds from 16 pollinated flowers), while ♀11419 × ♂Shyraily had a seed set of 11.1% (3 seeds from 27 pollinated flowers).

Keywords: breeding, lentil, accession, yield, collection, hybridization.