

АГРОНОМИЯ

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология

Научная статья

УДК 633.351

doi: 10.28983/asj.y2025i2pp66-76

**Результаты изучения коллекционных образцов чечевицы
в засушливых условиях сухостепной зоны Акмолинской области**

Евгений Алексеевич Тен, Ирина Петровна Ошергина

ОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева», Акмолинская область,
пос. Научный, e-mail: jekon_t87.07@mail.ru

Аннотация. В статье изучены образцы крупносеменной и мелкосеменной чечевицы разного эколого-географического происхождения. Генотипы сравнивали с сортами-стандартами Шырайлы и Крапинка (крупно- и мелкосеменной соответственно). Исследования проводили на базе Товарищества с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева». Посев осуществляли на поле № 5, по чистому пару, руководствуясь методиками, разработанными в ВИР и НПЦЗХ им. А.И. Бараева. Рассматривали прохождение фаз вегетации, признаки продуктивности, урожайность и пластичность образцов в сухостепной зоне региона при острозасушливых климатических условиях 2022–2023 гг. (ГТК = 0,44 и 0,46 соответственно). Абиотические условия повлияли на вегетационный период, высоту растения и, как следствие, на урожайность. Недостаток увлажнения и повышенные ежедневные температуры воздуха позволили выявить наиболее пластичные, высокоурожайные образцы, представляющие особый интерес для ведения селекции в засушливых регионах страны. Образцы крупносеменной чечевицы Анфия, Е-149 и мелкосеменной К-1962 и К-408 меньше всего реагировали на жесткие условия вегетационных периодов 2022 и 2023 гг. Проведена корреляция и выявлена зависимость урожайности от элементов продуктивности чечевицы. Высокую положительную корреляционную зависимость с урожайностью показали признаки «масса семян с растения» ($r = 0,743$), «масса бобов с растения» ($r = 0,611$) и «масса 1000 семян» ($r = 0,722$).

Ключевые слова: коллекция чечевицы, вегетационный период, хозяйственно ценные признаки, урожайность, пластичность

Для цитирования: Тен Е. А., Ошергина И. П. Результаты изучения коллекционных образцов чечевицы в засушливых условиях сухостепной зоны Акмолинской области // Аграрный научный журнал. 2025. № 2. С. 66–76. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2025i2pp66-76>.

AGRONOMY

Original article

**The results of the study of collectible samples of lentils in arid conditions
of the dry steppe zone of the Akmola region**

Yevgeniy A. Ten, Irina P. Oshergina

Limited Liability Partnership “Scientific and Production Center of grain farming named after A. I. Baraev”

Abstract. The article studies samples of large-seeded and small-seeded lentils of different ecological and geographical origin. Genotypes were compared with the standard varieties Shyraily and Krapinka (large- and small-seeded varieties, respectively). The studies were conducted at the Limited Liability Partnership: A.I. Baraev Scientific and Production Center for Grain Farming. Sowing was carried out in field No. 5, on clean fallow, guided by the methods developed at VIR and A.I. Baraev Scientific and Production Center for Grain Farming. We considered the passage of vegetation phases, productivity traits, yield and plasticity of samples in the dry-steppe zone of the region under extremely arid climatic conditions of 2022–2023 (HTC = 0.44 and 0.46, respectively). Abiotic conditions affected the growing season, plant height and, as a result, yield. Lack of moisture and elevated daily air temperatures made it possible to identify the most flexible, high-yielding samples that are of particular interest for breeding



in the arid regions of the country. Samples of large-seeded lentils Anfiya, E-149 and small-seeded K-1962 and K-408 responded the least to the harsh conditions of the 2022 and 2023 growing seasons. A correlation was carried out and the dependence of yield on the productivity elements of lentils was revealed. A high positive correlation with yield was shown by the following traits: “seed weight per plant” ($r = 0.743$), “bean weight per plant” ($r = 0.611$) and “weight of 1000 seeds” ($r = 0.722$).

Keywords: lentil collection, growing season, economically valuable signs, yield, plasticity

For citation: Ten Y. A., Oshergina I. P. The results of the study of collectible samples of lentils in arid conditions of the dry steppe zone of the Akmola region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2025;(2):66–76. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2025i2pp66-76>.

Введение. Зернобобовые культуры являются важным источником белка в рационе человека. Белок чечевицы особенно богат аминокислотами и биологически активными пептидами [19]. Чечевица, как и другие бобовые культуры, играет большую роль в фиксации азота в почве, тем самым снижая потребность в азотных удобрениях. В севообороте со злаковыми культурами чечевица помогает предотвратить развитие болезней, обеспечивая альтернативные варианты для борьбы с ними, а также с сорной растительностью [10, 12, 16].

Программы селекции чечевицы сосредоточены на основных признаках: урожайности, прохождении фаз роста и развития растений, устойчивости к болезням, высоте растений, а также высоте прикрепления нижних бобов [7, 17].

Таким образом, селекция чечевицы провела отбор по урожайности и фенологическим показателям [6, 18, 20]. На урожайность чечевицы влияют такие факторы, как климат, почва и генетические особенности. Известно, что урожайность этой культуры может колебаться от 1057 до 2880 кг/га [13]. Исследования показали различия в таких архитектурных характеристиках чечевицы, как раскидистость ветвей, количество ветвей и высота растений [15]. В кормопроизводстве чечевица не сильно уступает гороху, а по питательности полученной зеленой массы превосходит его [1].

В настоящее время выращивание зернобобовых культур, более адаптивных к реалиям меняющегося климата и обладающих достаточно высокой потенциальной урожайностью, но плохо ее реализующих в производственных условиях из-за низкой технологичности, является актуальной проблемой селекции [9, 21].

Цель данного исследования – выявление наиболее адаптированных образцов чечевицы к острозасушливым условиям сухостепного региона Акмолинской области, с высокими показателями продуктивности.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2022–2023 гг. на мощностной базе ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» в Акмолинской области. Изучали генетический материал мировой коллекции чечевицы, полученный путем обмена коллекционными образцами с научными учреждениями Республики Казахстан, дальнего и ближнего зарубежья. Всего 22 образца разного эколого-географического происхождения: Казахстан – 2 (9,1 % от общего числа образцов), Россия – 7 (31,8 %), Украина – 3 (13,63 %), Армения – 2 (9,09 %), Эквадор, Канада, Афганистан, Италия, Турция, Грузия, Болгария и Эфиопия по 1 (5,2 %), Эфиопия, Германия, Венгрия, Монако, Непал, Пакистан и Россия по 1 (4,5 %). Образцы взяты из мировой коллекции ВИР (таблица 1).

Таблица 1 – Происхождение образцов чечевицы крупного и мелкосеменного типа

Table 1 – Origin of large and small-seeded lentil samples

Крупносеменной генотип	Происхождение	Мелкосеменной генотип	Происхождение
Шырайлы, St	Казахстан	Крапинка, St	Казахстан
E-149	Эквадор	K-408	Афганистан
Петровская – Юбилейная	Россия	K-2589	Италия
Веховская	Россия	FLIP 87-22L	Турция
Анфия	Россия	ВИР к-910	Армения
Roze	Канада	ВИР к-483	Армения
Красноградская 100	Украина	ВИР к-452	Грузия
Пауза	Россия	K-2030	Болгария
Луганчанка	Украина	Нива 95	Россия
Красноградская 5	Украина	K-1535	Россия
K-2850	Россия	K-1962	Эфиопия



Была дана оценка реакции растений на условия засухи во время вегетации. Питомник размещался (согласно рекомендациям ВИР) по чистому пару. Посев и оценку питомника проводили в соответствии с методическими указаниями по изучению зернобобовых культур [2, 4]. Технология подготовки чистого пара – весенне-летняя обработка почвы (3–4 обработки) плоскорезом КПШ-9 или КПШ-11 на глубину 10–12, 12–14, 15–19 см по мере отрастания сорняков [5]. Перед посевом семенной материал протравляли фунгицидом Максим XL.

Посев проводили в оптимальные сроки – в конце второй декады мая селекционной сеялкой ССФК-7 на глубину заделки семян 4–5 см. Норма высева крупносеменных образцов – 130 шт./м², мелкосеменных – 170 шт./м².

Уход за питомниками заключался в междурядной обработке, ручной прополке и борьбе с болезнями. В коллекционном питомнике чечевицы наблюдали проявления таких болезней, как аскохитоз и фузариоз. В большей степени растения чечевицы были подвержены фузариозу. Если заболевания не остановить на начальном этапе, то в дальнейшем растения могут погибнуть. Поэтому в борьбе с ними применяли опрыскивание посевов фунгицидом Приаксор (0,8 л/га); норма расхода рабочей жидкости – 165 л/га, скорость движения опрыскивателя – 8–9 км/ч. На начальной стадии развития болезней данный препарат снимал их негативное воздействие и позволял растениям в полной мере раскрыть свой потенциал. Из-за отсутствия специалистов-фитопатологов оценку по устойчивости к болезням не проводили. Фенологические наблюдения осуществляли в основные фазы роста и развития растений.

Перед уборкой отбирали по 25 растений каждого образца для структурного анализа с последующим обсчетом. Уборку в годы исследований проводили напрямую в фазу полной спелости семян комбайном Wintersteiger Classic. Урожайные данные приводили к 100%-й чистоте и 14%-й влажности.

Расчет показателей пластичности и стабильности линий чечевицы осуществляли согласно методике, разработанной S.A. Eberhart, W.A. Russel [14].

Математическую обработку экспериментальных данных проводили по программе AGROS, модифицированной С.П. Мартыновым [3], с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Посев культуры в 2022 г. проходил в условиях повышенной температуры воздуха и минимального количества осадков. В мае выпало 16,9 мм осадков, это значение ниже средних многолетних значений на 15,5 мм. В июне установлено низкое количество осадков (22,2 мм) и высокий температурный режим 20,2 °С. Температура июля превышала норму на 1,2 °С, но количество выпавших осадков в 3-й декаде составило 42,0 мм, что вызвало вторичное цветение чечевицы. Суммарное количество осадков августа было ниже средних многолетних значений на 14,6 мм. ГТК = 0,46.

В 2023 г. в большинстве районов Акмолинской области формирование зернобобовых культур проходило почти при полном отсутствии продуктивных летних осадков в сопровождении высокой температуры воздуха (жаркие дни и постоянно дующие суховеи). Посев чечевицы проходил в условиях повышенной температуры (15,3 °С) и минимального увлажнения почвы, при среднем значении 14,6 °С. В мае выпало незначительное количество осадков 2,5 мм, что ниже средних многолетних значений на 29,9 мм. Температура воздуха была выше средней многолетней на 2,8 °С. ГТК мая составил 0,01 (рисунок 1).

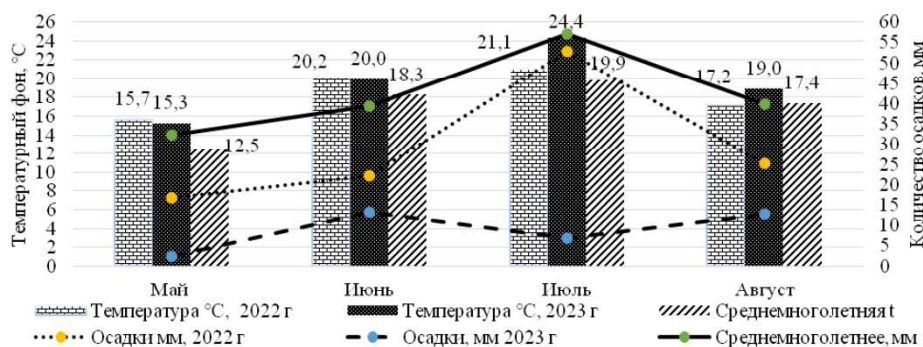


Рисунок 1 – Температурный режим и осадки вегетационных периодов 2022–2023 гг.

Figure 1 – Temperature regime and precipitation of the growing seasons 2022–2023





Июнь также отличался небольшим количеством осадков (13,2 мм, среднемноголетнее значение 39,5 мм), при высоком температурном режиме (20,0 °С), ГТК = 0,1.

В июле суммарное значение осадков составило 6,8 мм, что ниже средних многолетних значений на 50,2 мм. В первой и третьей декадах осадки отсутствовали полностью, во второй выпало всего 6,8 мм. По температурному режиму июль также превысил многолетние показатели на 4,5 °С. ГТК = 0,01. Небольшое количество выпавших осадков пришлось на ключевые фазы роста растений чечевицы.

Недобор осадков наблюдали и в августе. Суммарное количество осадков этого месяца было ниже средних многолетних значений на 27,1 мм. При этом температура воздуха была выше средних значений на 1,6 °С. Данный факт позволил сократить вегетационный период чечевицы от 8 до 10 суток.

Результаты исследований. Продолжительность вегетации различалась не только по образцам, но и виду чечевицы. Осадки третьей декады июля 2022 г. вызвали вторичное цветение растений чечевицы, вследствие чего вегетационный период был значительно растянут. Так, в 2022 г. вегетационный период крупносеменных образцов чечевицы в среднем составил $104 \pm 0,6$ сут. ($KV = 1,84$ %), у мелкосеменных образцов – $102 \pm 0,4$ сут. ($KV = 1,08$ %). В 2023 г. вегетационный период крупносеменных и мелкосеменных образцов чечевицы в среднем составил 80 сут. ($KV = 1,37$ и $1,48$ % соответственно). За два года период вегетации крупносеменных образцов составил в среднем 97 суток, мелкосеменных – 96 суток. Установлено, что затягивание вегетационного периода в 2022 г. связано с выпадением атмосферных осадков в третьей декаде июня (42,0 мм) и первой декаде августа (23,9 мм), таблица 2.

Таблица 2 – Оценка вегетационного периода образцов чечевицы (2022–2023 гг.)

Table 2 – Assessment of the growing season of lentil samples, 2022–2023

Образец	Вегетационный период, суток от всходов до					
	цветения			созревания		
	2022 г.	2023 г.	в среднем	2022 г.	2023 г.	в среднем
Крупносеменная чечевица						
Шырайлы, st	42	39	41	106	79	93
E149	43	41	42	105	80	93
Петровская – Юбилейная	43	42	43	111	81	96
Веховская	43	38	41	106	79	93
Анфия	43	42	43	105	81	93
Roze	44	42	43	103	81	92
Красноградская 100	44	42	43	108	81	95
Рауза	43	39	41	105	78	92
Луганчанка	43	42	43	101	81	91
Красноградская 5	42	40	41	102	80	91
К-2850	43	39	41	102	79	91
V, %	1,47	3,88	2,38	26,54	1,37	1,25
Мелкосеменная чечевица						
Крапинка, st	40	40	40	102	80	91
К-408	41	42	42	103	81	92
К-2589	39	39	39	101	79	90
FLIP 87-22L	40	39	40	102	79	91
ВИР к-910	42	42	42	103	82	93
ВИР к-483	43	41	42	105	81	93
ВИР к-452	40	41	41	103	81	92
К-2030	41	40	41	104	80	92
Нива 95	39	41	40	101	81	91
К-1535	40	41	41	102	81	92
К-1962	41	38	40	102	78	90
V, %	2,99	3,19	2,48	1,08	1,48	1,12

В условиях 2022 г. высота растений крупносеменной чечевицы в ярусе составила 28 см. Наибольшей высотой отличался российский сорт Рауза (30 см), что выше стандартного сорта Шы-

райлы на 4 см. Наиболее высокое прикрепление нижнего боба в 2022 г. отмечали у стандартного крупносеменного сорта Шырайлы (18 см). У сорта Анфия (Россия) и Луганчанка (Украина) – 17 см. Наибольшим количеством бобов, а также семян с одного растения отличалась Красноградская 100 (Украина) – 28 и 31 шт. соответственно. Высота растений мелкосеменной чечевицы в ярусе в среднем составила 28,5 см. По этому показателю выделился стандартный мелкосеменной сорт Крапинка и образец из Эфиопии К-1962 (31 см). Высотой прикрепления нижнего боба (20 см) также отличался мелкосеменной образец К-1962.

В засушливых условиях 2023 г. высота растений крупносеменной чечевицы в ярусе составила в среднем около 32 см. Наибольшей высотой выделялись сорта Веховская и Петровская – Юбилейная – 34 см, что на 3 см выше сорта-стандарта. Наиболее высокое прикрепление нижнего боба в 2023 г. отмечали у сорта Веховская-25 см ($KV = 3,93\%$). Наибольшее количество бобов крупносеменного типа, а также семян с одного растения отмечали у сорта Анфия – 28 и 32 шт., при вариации признака 19,9 и 21,3 % соответственно. Высота растений мелкосеменной чечевицы в 2023 г. в ярусе в среднем составила $29,0 \pm 0,9$ см. По этому показателю выделились сортообразцы К-1962 и К-452 (33 и 32 см соответственно). Высотой прикрепления нижнего боба отличалась Нива 95 – 20 см. В условиях вегетации у мелкосеменной чечевицы Нива 95 сформировалось большое количество бобов (32 шт.) и семян (43 шт.). Элементы продуктивности чечевицы наглядно показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Элементы продуктивности образцов чечевицы (2022–2023 гг.)

Table 3 – Productivity elements of lentil samples (2022–2023)

Образец	Высота растения, см			Высота прикрепления нижнего боба, см			Число с растения, шт.					
							бобов			семян		
	2022 г.	2023 г.	средняя	2022 г.	2023 г.	средняя	2022 г.	2023 г.	средняя	2022 г.	2023 г.	средняя
Крупносеменная чечевица												
Шырайлы, st	26	31	29	18	21	20	16	11	14	18	18	18
E149	25	31	28	15	22	19	18	22	20	21	23	22
Петровская – Юбилейная	24	34	29	14	23	19	12	18	15	16	17	17
Веховская	28	34	31	13	25	19	18	21	20	23	22	23
Анфия	33	30	32	17	20	19	14	28	21	16	32	24
Roze	27	31	29	16	20	18	10	16	13	14	16	15
Красноградская 100	29	32	31	14	21	18	28	19	24	31	20	26
Рауза	30	32	31	16	22	19	21	19	20	28	20	24
Лугончанка	29	32	31	17	22	20	12	23	18	17	22	20
Красноградская 5	31	31	31	16	21	19	16	22	19	23	24	24
К-2850	27	32	30	15	23	19	20	20	20	23	20	22
V, %	9,48	3,93	4,14	9,70	6,74	3,33	30,18	21,60	17,78	25,53	20,39	16,12
Мелкосеменная чечевица												
Крапинка, st	31	23	27	13	15	14	27	17	22	43	22	33
К-408	28	30	29	13	19	16	27	26	27	39	32	36
К-2589	27	28	28	14	20	17	13	22	18	20	23	22
FLIP 87-22L	26	27	27	13	19	16	16	18	17	25	19	22
ВИР к-910	26	25	26	17	18	18	11	19	15	16	23	20
ВИР к-483	26	30	28	18	20	19	14	19	17	19	22	21
ВИР к-452	29	32	31	15	23	19	15	17	16	24	31	28
К-2030	28	29	29	15	19	17	26	20	23	35	25	30
Нива 95	30	31	31	15	23	19	32	20	26	43	34	39
К-1535	32	31	32	15	21	18	14	25	20	25	50	38
К-1962	31	33	32	20	21	21	9	32	21	9	38	24
V, %	7,73	10,46	7,28	14,67	11,47	10,84	42,41	21,58	19,92	42,00	31,72	25,16

В среднем за 2022–2023 гг. высота растений крупной чечевицы составила 30 см, высота прикрепления нижнего боба – 17,6 см; высота мелкосеменной – 29 и 17 см соответственно. По высоте растений выделились следующие образцы: Анфия, К-1535 и К-1962 (32 см).



В 2022 г в период третьей декады июля и первой декады августа выпало рекордное для региона количество осадков (42,0 и 23,9 мм соответственно), что повлекло за собой вторичное цветение и подгон. Семена нижнего и среднего ярусов к уборке имели техническую спелость, в то время как отцветшие и вновь сформировавшиеся бобы находились в стадии формирования семян. Данный фактор удлинил период вегетации растений. Нижний ярус к моменту уборки осыпался от 25 до 90 %. Из-за осыпания семян нижнего яруса растений чечевицы в 2022 г. средняя урожайность стандартного крупносеменного сорта Шырайлы составила 76,3 г/м², в свою очередь, все испытуемые образцы показали меньшую урожайность. Наибольший показатель урожайности наблюдали у образцов Красноградская 100 (Украина) и Roze (Канада), превысивших стандарт на 84,6 и 78,7 г/м², $K_{хоз} = 37,19$ и $27,81$ % соответственно. В среднем масса 1000 семян у крупносеменных образцов составила 58,4±1,6 г. Наибольшей массой 1000 семян отличался сорт Анфия – 66,2 г. Среди мелкосеменной чечевицы выделили образцы с высоким уровнем урожайности: Нива 95, К-1535 и К-2589 (68,8; 65,0 и 62,5 г/м², $K_{хоз} = 31,05$; 38,28 и 28,00 % соответственно). В среднем урожайность у мелкосеменной чечевицы в 2022 г. составила 47,8±4,3 г/м² (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность и масса 1000 зерен образцов чечевицы

Table 4 – Yield and weight of 1000 grains of lentil samples

Образец	Урожайность, г/м ²			* $K_{хоз}$, %		Пластичность Vi	Масса 1000 семян, г		
	2022 г.	2023 г.	средняя	2022 г.	2023 г.		2022 г.	2023 г.	средняя
Крупносеменная чечевица									
Шырайлы, st	76,30	139,60	107,95	23,70	29,73	1,69	62,8	58,8	60,80
E149	103,40	181,40	142,40	20,83	31,89	2,08	52,7	59,9	56,30
Петровская – Юбилейная	78,10	134,40	106,25	21,25	25,00	1,50	54,3	60,4	57,35
Веховская	96,90	158,60	127,75	32,06	35,29	1,65	61,0	57,1	59,05
Анфия	101,60	199,00	150,30	23,78	33,33	2,60	66,2	49,7	57,95
Roze	155,00	125,30	140,15	27,81	31,25	-0,79	63,7	60,6	62,15
Красноградская 100	160,90	163,10	162,00	37,19	40,63	0,06	60,3	61,9	61,10
Рауза	152,50	149,40	150,95	34,62	26,19	-0,08	57,4	57,8	57,60
Луганчанка	106,90	122,70	114,80	29,17	25,00	0,42	60,8	47,3	54,05
Красноградская 5	129,40	153,30	141,35	27,89	31,58	0,64	48,4	50,0	49,20
К-2850	96,90	142,90	119,90	21,00	36,67	1,23	54,6	56,1	55,35
НСР ₀₅	52,46	14,40	52,14	–	–	–	–	–	–
V, %	26,54	15,26	14,15	–	–	–	24,87	8,93	6,40
Ij	-1,87	1,86	–	–	–	–	–	–	–
Мелкосеменная чечевица									
Крапинка, st	58,80	123,50	91,15	33,94	27,27	1,01	33,7	41,8	37,7
К-408	36,60	127,90	82,25	30,67	33,34	1,42	31,2	30,2	30,7
К-2589	62,50	125,90	94,20	28,00	30,00	0,99	35,6	42,0	38,8
FLIP 87-22L	33,10	86,10	59,60	36,50	35,00	0,82	28,8	33,7	31,2
ВИР к-910	28,90	94,00	61,45	11,15	13,46	1,01	36,3	31,3	33,8
ВИР к-483	43,80	74,40	59,10	27,62	28,57	0,48	29,8	26,4	28,1
ВИР к-452	33,80	99,80	66,80	21,39	22,22	1,03	32,3	26,0	29,1
К-2030	50,00	107,70	78,85	26,67	24,24	0,90	24,8	32,6	28,7
Нива 95	68,80	124,60	96,70	31,05	26,32	0,87	36,6	27,5	32,0
К-1535	65,00	103,10	84,05	38,28	27,59	0,59	45,6	25,7	35,6
К-1962	45,00	167,00	106,00	13,17	31,71	1,90	62,7	33,5	48,1
НСР ₀₅	8,32	21,76	59,85	–	–	–	–	–	–
V, %	29,54	22,58	20,44	–	–	–	28,54	18,08	17,35
Ij	-3,20	3,21	–	–	–	–	–	–	–

*Коэффициент хозяйственной ценности

В засушливых условиях 2023 г. средняя урожайность стандартного крупносеменного сорта Шырайлы составила 139,60 г/м² ($K_{хоз} = 29,73$ %), что на 63,3 г больше, чем в 2022 г. Показатель был наибольшим у крупносеменных образцов Анфия и E149 ($K_{хоз} = 33,33$ и $31,89$ % соответственно), превысивших стандарт на 59,4 и 41,8 г/м² соответственно. Урожайность у мелкосеменной чечевицы в среднем составила 112,18±7,56 г/м². Высоким уровнем урожайности выделились





мелкосеменные образцы К-1962, К-408 и К-2589 (167,0; 127,9 и 125,9 г/м², $K_{\text{хоз}} = 31,71; 33,34$ и 30,00 % соответственно).

В среднем за 2022–2023 гг. по урожайности отличались образцы крупносеменного типа Е149 (142,4 г/м²), Анфия (150,30 г/м²), Roze (140,15 г/м²), Красноградская 100 (162,0 г/м²) и Рауза (150,95 г/м²), F-критерий = 1,1254, НСР (5 % для частных средних) = 52,14, общее среднее = 133,30, стандартная ошибка = 18,12 (13,6 % от общего среднего).

Среди образцов мелкосеменной чечевицы высокой урожайностью выделились К-2589 (94,20 г/м²), Нива 95 (96,70 г/м²) и К-1962 (106 г/м²), F-критерий = 0,6181, НСР (5 % для частных средних) = 59,85, общее среднее = 80,016, стандартная ошибка = 20,80 (26,0 % от общего среднего).

Создаваемые новые линии сельскохозяйственных культур должны обладать не только высокой урожайностью и хорошим качеством продукции, но и быть устойчивыми к неблагоприятным факторам среды [11]. Так, селекционеры сталкиваются с проблемой сочетания в новом сорте высокой урожайности и пластичности, которые служат проекцией особенностей продуктивности растений созданного сорта и его адаптации к абиотическим условиям различных регионов [8]. Оптимальные погодные условия сложились в 2023 г. Индекс условий среды (I_j) составил 1,86, худшие условия наблюдали в 2022 г. (I_j = -1,87).

Изученные крупносеменные образцы чечевицы наиболее требовательны к погодным условиям и относятся, согласно нашему анализу, к интенсивному типу возделывания. К ним можно отнести Е149 (b_i = 2,08), Шырайлы (b_i = 1,69), Анфия (b_i = 2,60), Веховская (b_i = 1,65), Петровская – Юбилейная (b_i = 1,50) и К-2850 (b_i = 1,23).

Проанализированные крупносеменные образцы, пластичность которых менее 1, относятся к малоперспективным. Такие образцы мы отнесли к экстенсивному типу: Roze (b_i = 0,79), Рауза (b_i = -0,08), Красноградская 100 (b_i = 0,06), Луганчанка (b_i = 0,42) и Красноградская 5 (b_i = 0,64), рисунок 2.

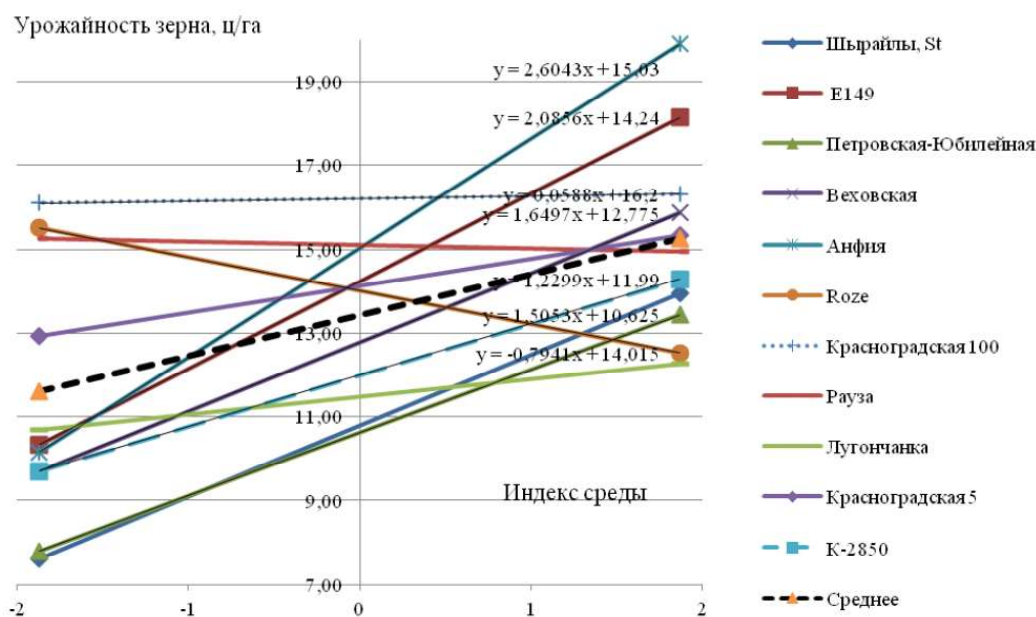


Рисунок 2 – Линии регрессии урожайности крупносеменной чечевицы (2022–2023 гг.)

Figure 2 – Regression lines of yield of large-seeded lentils (2022–2023)

Те линии регрессии образцов, которые находятся в верхней правой части графика, представляют селекционный интерес и будут включаться в схему селекционного подбора родительских пар. К таким образцам относятся Анфия и Е149. Полученные данные имеют низкий коэффициент ошибки опыта – 1,93, при ошибке разности средних 2,74.

Изученные мелкосеменные образцы чечевицы после анализа данных мы отнесли к интенсивному типу возделывания: К-408 (b_i = 1,42) и К-1962 (b_i = 1,90). Эти образцы вызывают особый селекционный интерес и так же, как и выделившиеся крупносеменные образцы, будут рекомендоваться для включения в схему гибридизации. К экстенсивному типу отнесли все оставшиеся образцы, b_i которых менее 1. Полученные данные имеют низкий коэффициент ошибки опыта – 1,24, при ошибке разности средних 1,75 (рисунок 3).

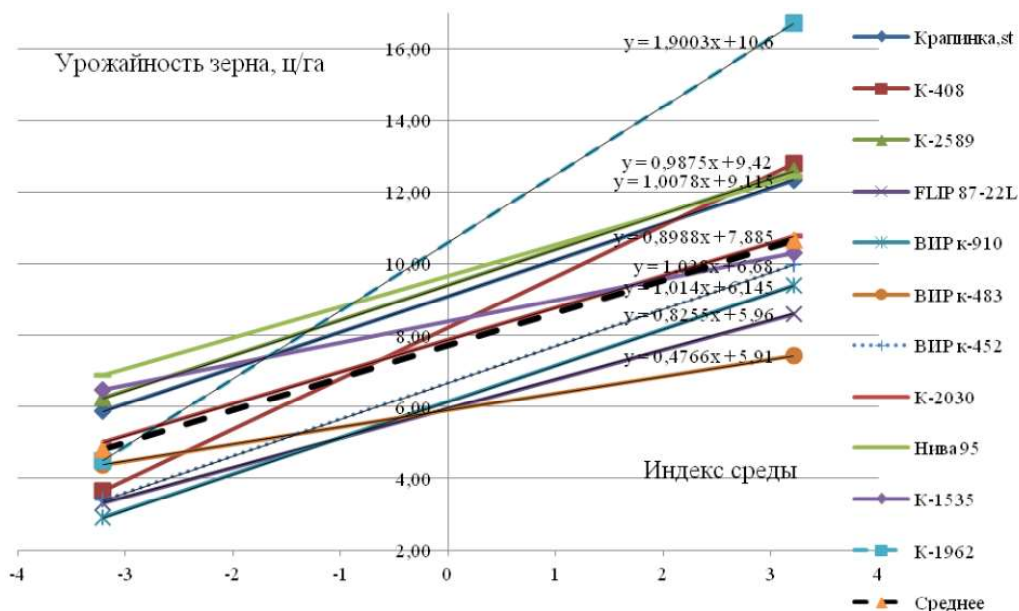


Рисунок 3 – Линии регрессии урожайности мелкосеменной чечевицы (2022–2023 гг.)

Figure 3 – Small-seed lentil yield regression lines (2022–2023)

Линии регрессии подтверждают математические расчеты по части селекционной ценности образцов К-1962 и К-408 в виду наибольшей их пластичности по годам.

По результатам изучения морфологических признаков был проведен корреляционный анализ по чечевице крупносеменного типа (таблица 5).

Таблица 5 – Корреляционная зависимость урожайности от показателей продуктивности крупносеменной чечевицы (2022–2023 гг.)

Table 5 – Correlation dependence of yield on productivity indicators of large-seeded lentils (2022–2023)

Признак	Всходы – цветение	Всходы – созревание	Урожайность	Высота растения	Высота прикрепления нижнего боба	Количество бобов с растения	Количество семян с растения	Масса семян с растения	Всходы – цветение
Всходы – созревание	0,33	1	–	–	–	–	–	–	–
Урожайность	0,14	0,35	1	–	–	–	–	–	–
Число ветвей	–0,49	–0,59	–0,06	1	–	–	–	–	–
Высота растения	0,01	–0,06	0,39	0,13	1	–	–	–	–
Высота прикрепления нижнего боба	–0,32	–0,39	–0,67	0,00	0,00	1	–	–	–
Количество бобов с растения	–0,06	0,31	0,639*	0,14	0,58	–0,24	1	–	–
Количество семян с растения	–0,26	0,22	0,646*	0,23	0,657*	–0,14	0,950**	1	–
Масса семян с растения	–0,34	0,08	0,27	0,45	0,22	–0,20	0,682*	0,60	1
Масса 1000 семян	0,29	0,659*	0,10	–0,684*	–0,23	–0,36	–0,20	–0,31	–0,02

* Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя), ** Корреляция значима на уровне 0,01

Корреляционная зависимость урожайности от показателей продуктивности крупносеменной чечевицы показала, что наибольшую положительную зависимость имеет признак количество семян с растения с высотой растения и бобов с растения ($r = 0,657$ и $0,950$ соответственно). Урожайность зависела от признака количество семян с растения и бобов с растения ($r = 0,646$ и $0,639$ соответственно).

По результатам изучения морфологических признаков был проведен корреляционный анализ по мелкосеменным образцам (таблица 6).



Таблица 6 – Корреляционная зависимость урожайности от показателей продуктивности мелкосеменной чечевицы (2022–2023 гг.)

Table 6 – Correlation dependence of yield on productivity indicators of small-seeded lentils (2022–2023)

Признак	Всходы – цветение	Всходы – созревание	Урожайность	Высота растения	Высота прикрепления нижнего боба	Количество бобов с растения	Количество семян с растения	Масса семян с растения
Всходы – созревание	0,919**	1	–	–	–	–	–	–
Урожайность	–0,60	–0,67	1	–	–	–	–	–
Высота растения	–0,13	–0,21	0,51	1	–	–	–	–
Высота прикрепления нижнего боба	0,10	0,03	0,13	0,626*	1	–	–	–
Количество бобов с растения	–0,06	–0,15	0,611*	0,34	–0,19	1	–	–
Количество семян с растения	0,01	0,00	0,45	0,52	–0,19	0,778**	1	–
Масса семян с растения	–0,38	–0,39	0,743**	0,39	–0,25	0,803**	0,841**	1
Масса 1000 семян	–0,54	–0,72	0,722*	0,27	0,24	0,03	–0,12	0,23

* Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя), ** Корреляция значима на уровне 0,01

Высокую положительную корреляционную зависимость за 2022–2023 гг. наблюдали между признаками всходы – созревание и всходы – цветение мелкосеменной чечевицы ($r = 0,919$), массой семян с растения и количеством бобов ($r = 0,803$), количеством семян и количеством бобов ($r = 0,778$). Высокую положительную корреляционную зависимость с урожайностью показали такие признаки, как масса семян с растения ($r = 0,743$) и количество бобов с растения ($r = 0,611$) и масса 1000 семян ($r = 0,722$).

Заключение. Изучено 20 образцов чечевицы и 2 стандарта (Шырайлы, Крапинка). За 2022–2023 гг. период вегетации крупносеменных образцов составил в среднем 97 суток, мелкосеменных – 96 суток.

В среднем за 2022–2023 гг. высота растений крупной чечевицы составила 30 см, высота прикрепления нижнего боба – 17,6 см, высота мелкосеменной – 29 см и прикрепление нижнего боба – 17 см. По высоте растений выделились следующие образцы: Анфия, К-1535 и К-1962 (32 см). По урожайности выделились образцы крупносеменного типа Е149 (142,4 г/м²), Анфия (150,30 г/м²), Roze (140,15 г/м²), Красноградская 100 (162,0 г/м²) и Рауза (150,95 г/м²), мелкосеменного типа – К-2589 (94,20 г/м²), Нива 95 (96,70 г/м²) и К-1962 (106 г/м²).

Исследования показали, что наиболее адаптированными к абиотическим условиям Акмолинской области являются образцы крупносеменной чечевицы Анфия и Е149, мелкосеменной – К1962 и К-408.

По результатам изучения морфологических признаков провели корреляционный анализ чечевицы крупносеменного и мелкосеменного типа.

У крупносеменной чечевицы наибольшую положительную зависимость имел признак количество семян с растения с высотой растения и бобов с растения ($r = 0,657$ и $0,950$ соответственно). Урожайность зависела от признака количество семян с растения и бобов с растения ($r = 0,646$ и $0,639$ соответственно).

У мелкосеменной чечевицы высокую положительную корреляционную зависимость наблюдали между признаками всходы – созревание и всходы – цветение ($r = 0,919$), массой семян с растения и количеством бобов ($r = 0,803$), количеством семян и количеством бобов ($r = 0,778$).

Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования МСХ РК по бюджетной программе 267, BR-22885414 «Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов зернобобовых культур на основе методов современной биологии, разработка их сортовой технологии и первичного семеноводства».



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варлахов М.Д., Шумилин П.И., Селедкина И.М. Интродукция чечевицы и оценка химического состава и питательности зеленой массы // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы III Междунар. науч.-произв. конф. Пенза, 2000. Т. 1. С. 79–80.
2. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / М. А. Вишнякова [и др.]. Санкт-Петербург, 2018. 143 с.
3. Мартынов С. П. Пакет программ для математической обработки данных. AGROS versiya 2:11. 2011
4. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. Л., 1975. 60 с.
5. Особенности проведения весенне-полевых работ в Акмолинской области в 2023 году / Б. К. Канафин [и др.]. Шортанды: НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева, 2023. 60 с.
6. Ошергина И. П., Тен Е. А. Коллекция чечевицы как источник исходного материала для ее селекции в условиях Северного Казахстана // Инновационные подходы и перспективные идеи молодых ученых в аграрной науке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 17 ноября 2017. Кайнар: КазНИИКОХ, 2017. С. 437–440.
7. Тен Е. А., Ошергина И. П. Сравнительная урожайность и вегетационный период образцов чечевицы различного эколого-географического происхождения // Инновационные разработки по селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Кайнар, 2018. С.176–180.
8. Тен Е. А., Ошергина И. П. Экологическая пластичность и урожайность коллекционных сортов чечевицы в условиях Акмолинской области // Владимирский земледелец. 2023. № 3. С. 55–60.
9. Тен Е. А., Ошергина И. П., Жанзаков Б. Ж. Жасымық үлгілерінің Ақмола облысы жағдайында өнімін қалыптастыру ерекшеліктері // Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің хабаршысы ауыл шаруашылығы ғылымдары. 2023. №2 (65). С. 165–175.
10. Шевцова Л. П., Марухненко А. И. Зерновая и симбиотическая продуктивность чечевицы на черноземах южных в зависимости от бактериальных препаратов и микроэлементов // Вавиловские чтения – 2011: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2011. С. 70–73.
11. Щербатов В. К. Эволюционно-генетическая теория биологических систем: гомеостаз, значение для развития теории селекции // Вестник сельскохозяйственной науки. 1981. № 3. С. 124–128.
12. Break crops and rotations for wheat / J. F. Angus, J. A. Kirkegaard, J. R. Hunt, M. H. Ryan, L. Ohlander, M. B. Peoples // Crop Pasture Sci. 2015. No. 66. P. 523–552.
13. Bicer B. T., Sakar D. Heritability of yield and its components in lentil (*Lens culinaris* Medik.) // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2010. No. 16(1). P. 30–35.
14. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
15. Hanlan T. G., Ball R. A., Vandenberg A. Canopy growth and biomass partitioning to yield in short-season lentil // Can. J. Plant Sci. 2006. No. 86. P. 109–119.
16. Kirkegaard J., Christen O., Krupinsky J. Break crop benefits in temperate wheat production // Field Crops Res. 2008. No. 107. P. 185–195.
17. Response of lentil (*Lens culinaris*) germplasm to high concentrations of soil boron / K. Hobson, R. Armstrong, M. Nicolas, D. Connor, M. Materne // Euphytica. 2006. No. 151. P. 371–382.
18. Richards R. A., Cavanagh C. R., Riffkin, P. Selection for erect canopy architecture can increase yield and biomass of spring wheat // Field Crops Res. 2019. No. 244. P. 107649.
19. Seed protein of lentils: current status, progress, and food applications / H. Khazaei, M. Subedi, M. Nickerson, C. Martínez-Villaluenga, J. Frias, A. Vandenberg // Foods. 2019. No. 8. 391 p.
20. Sadras V., Rosewarne G., Lake L. Australian lentil breeding between 1988 and 2019 has delivered greater yield gain under stress than under high-yield conditions // Front. Plant Sci. 2021. No. 12. 830 p.
21. The stage of seed development influences iron bioavailability in pea (*Pisum sativum* L.) / K. L. Moore, I. Rodríguez-Ramiro, E. R. Jones, E. J. Jones, J. Rodríguez-Celma, K. Halsey // Sci. Rep. 2018. No. 8. P. 68–65.

REFERENCES

1. Varlahov M. D., Humilin P. I., Seledkina I. M. Introduction of lentils and assessment of the chemical composition and nutritional value of the green mass. Introduction of non-traditional and rare agricultural plants: III International Scientific and Industrial Conference. Penza; 2000;1:79–80. (In Russ.).
2. Collection of the world's genetic resources of grain legumes VIR: replenishment, conservation and study: method. Instructions / M. A. Vishnyakova et al. Sankt-Peterburg; 2018. 143 p. (In Russ.).
3. Martynov S. P. A software package for mathematical data processing. AGROS version 2:11. 2011. (In Russ.).
4. Methodological guidelines for the study of the collection of grain legumes. L., 1975. 60 p. (In Russ.).



5. Features of spring field work in Akmola region in 2023 / B. K. Kanafin et al. Shortands: NPC grain farming named after A. I. Baraev; 2023. 60 p. (In Russ.).
6. Oshergina I. P., Ten E. A. Collection of lentils as a source of raw material for its breeding in the conditions of Northern Kazakhstan. Innovative approaches and promising ideas of young scientists in agricultural science: Mat. International Scientific and Practical Conference. Kainar: KazNIIKOH; 2017. P. 437–440. (In Russ.).
7. Ten E. A., Oshergina I. P. Comparative yield and growing season of lentil samples of various ecological and geographical origin. Innovative developments in breeding and technology of cultivation of agricultural crops. Kainar; 2018. P. 176–180. (In Russ.).
8. Ten E. A., Oshergina I. P. Ecological plasticity and productivity of collectible varieties of lentils in the conditions of the Akmola region. *Vladimir Farmer*. 2023;(3):55–60. (In Russ.).
9. Ten E. A., Oshergina I. P., Zhanzakov B.Zh. Features of the formation of lentil samples in the conditions of Akmola region. *Bulletin of Korkyt Ata Kyzylorda University Agricultural Sciences*. 2023;2(65):165–175. (In Russ.).
10. Shevcova L. P., Maruhnenko A. I. Grain and symbiotic productivity of lentils on southern chernozems depending on bacterial preparations and trace elements. Vavilov Readings – 2011: Materials of the international scientific and practical conference. Saratov; 2011. P. 70–73. (In Russ.).
11. Shcherbakov V. K. Evolutionary genetic theory of biological systems: homeostasis, importance for the development of the theory of selection. *Bulletin of Agricultural Science*. 1981;(3):124–128. (In Russ.).
12. Break crops and rotations for wheat / J. F. Angus, J. A. Kirkegaard, J. R. Hunt, M. H. Ryan, L. Ohlander, M. B. Peoples. *Crop Pasture Sci*. 2015;(66):523–552.
13. Bicer B. T., Sakar D. Heritability of yield and its components in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2010;16(1):30–35.
14. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci*. 1966;6(1):36–40.
15. Hanlan T. G., Ball R. A., Vandenberg A. Canopy growth and biomass partitioning to yield in short-season lentil. *Can. J. Plant Sci*. 2006;(86):109–119.
16. Kirkegaard J., Christen O., Krupinsky J. Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crops Res*. 2008;(107):185–195.
17. Response of lentil (*Lens culinaris*) germplasm to high concentrations of soil boron / K. Hobson, R. Armstrong, M. Nicolas, D. Connor, M. Materne. *Euphytica*. 2006;(151):371–382.
18. Richards R. A., Cavanagh C. R., Riffkin, P. Selection for erect canopy architecture can increase yield and biomass of spring wheat. *Field Crops Res*. 2019;(244):107649.
19. Seed protein of lentils: current status, progress, and food applications / H. Khazaai, M. Subedi, M. Nickerson, C. Martínez-Villaluenga, J. Frias, A. Vandenberg. *Foods*. 2019;(8):391.
20. Sadras V., Rosewarne G., Lake L. Australian lentil breeding between 1988 and 2019 has delivered greater yield gain under stress than under high-yield conditions. *Front. Plant Sci*. 2021;(12):830.
21. The stage of seed development influences iron bioavailability in pea (*Pisum sativum* L.) / K. L. Moore, I. Rodríguez-Ramiro, E. R. Jones, E. J. Jones, J. Rodríguez-Celma, K. Halsey. *Sci. Rep*. 2018;(8):68–65.

Статья поступила в редакцию 15.04.2024; одобрена после рецензирования 22.05.2024; принята к публикации 27.05.2024.
The article was submitted 15.04.2024; approved after reviewing 22.05.2024; accepted for publication 27.05.2024.

