УДК 633.358:631.524.85:631.559 **Исследовательская статья**

Формирование урожайности гороха посевного в зависимости от хозяйственно-ценных признаков и погодных условий сухостепной зоны Северного Казахстана

Ошергина И.П., Тен Е.А., Гладких Д.М., Жанзаков Б.Ж.

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева», Казахстан, п. Научный

Автор-корреспондент: Ошергина И.П.: egoriha76@mail.ru
Соавторы: (1: ЕТ): jekon_t87.07@mail.ru; (2: ДГ): dserviced@mail.ru; (3: БЖ): baha_zhan93@mail.ru

Получено: 08.09.2026 Принято: 29.09.2026 Опубликовано: 09.10.2026

Авторские права: Ошергина И.П. и др. Данная статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Аннотация

Предпосылки и цель. Продуктивность гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана в значительной степени зависит от погодных условий вегетационного периода, прежде всего от влагообеспеченности в критические фазы развития растений. Изучение взаимосвязей между урожайностью и элементами её структуры имеет важное значение для селекции адаптивных форм. Цель исследования – установить связь урожайности гороха с хозяйственно-ценными признаками и оценить её зависимость от погодных условий.

Материалы и методы. Полевые исследования проведены в 2024–2025 гг. на базе ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (НПЦЗХ им. А.И. Бараева). Изучено 37 коллекционных образцов гороха усатого и листочкового морфотипов. Оценка включала основные элементы структуры урожая: число бобов и семян на растении, массу семян с растения и массу 1000 зёрен. Урожайность определяли по массе семян с делянки. Погодные условия характеризовали по температуре воздуха, количеству осадков и гидротермическому коэффициенту. Для анализа использован корреляционный метод.

Результаты. Наибольшая средняя урожайность среди представленных образцов отмечена у усатого Л-26/120 – 353,0 г/м^2 и листочкового Л-64/83 – 338,9 г/м^2 морфотипов, что выше соответствующих стандартов на 95,5 и 71,8 г/м^2. Между числом семян на растении и массой семян с растения установлена сильная положительная корреляция: у усатого морфотипа r = 0,96 в 2024 г. и 0,89 в 2025 г., у листочкового – r = 0,81 в оба года ($p<0,05$). Связь этих признаков с урожайностью была слабее: соответственно r = -0,46 и -0,42 в 2024 г., 0,23 и 0,07 в 2025 г. у усатых форм; 0,25 и 0,10 в 2024 г., -0,17 и -0,13 в 2025 г. у листочковых форм ($p>0,05$). У листочкового морфотипа в 2025 г. выявлена положительная корреляция урожайности с высотой прикрепления нижнего боба (r = 0,52; $p <0,05$).

Заключение. Число семян на растении и масса семян с растения характеризуют индивидуальную продуктивность, однако их использование при отборе необходимо сочетать с прямым учётом урожайности делянки. Л-26/120 и Л-64/83 выделены для дальнейшего испытания. Двухлетние наблюдения не позволяют подтвердить преимущество раннеспелых форм или количественно оценить влияние погодных факторов на урожайность.

Ключевые слова: горох полевой; урожайность; элементы структуры урожая; корреляционные связи; погодные условия.

Введение

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) относится к числу наиболее значимых зернобобовых культур. Его семена служат источником растительного белка и используются в пищевых и кормовых целях [1, 2]. Благодаря симбиотической азотфиксации горох способствует пополнению запасов биологического азота в почве, повышает ценность севооборота и снижает потребность последующих культур в минеральных азотных удобрениях [1, 3]. Сочетание продовольственного,

кормового и агротехнического значения определяет устойчивый интерес к культуре и необходимость повышения стабильности её урожайности.

В сухостепной зоне Северного Казахстана продукционный процесс гороха протекает при неустойчивом увлажнении и выраженной изменчивости температурного режима. В этих условиях уровень урожайности определяется не только общим количеством осадков, но и их распределением по фазам развития растений. Наиболее чувствительными являются периоды цветения, формирования бобов и налива семян: дефицит влаги в это время ограничивает образование репродуктивных органов, уменьшает число выполненных семян и снижает массу семян с растения [4]. Повышенные температуры усиливают действие засухи и ускоряют прохождение межфазных периодов, поэтому реакция генотипов зависит также от продолжительности вегетации и сроков наступления генеративных фаз.

Урожайность представляет собой интегральный признак, формирующийся в результате взаимодействия числа продуктивных узлов и бобов, числа семян на растении, массы семян с растения и массы 1000 зёрен. Соотношение между этими показателями может меняться под влиянием условий среды вследствие компенсации одних элементов структуры урожая другими. Корреляционный анализ позволяет установить направленность и тесноту таких связей, определить признаки, в наибольшей степени сопряжённые с продуктивностью, и оценить возможность их использования в селекционном отборе [5]. При этом практическую ценность имеют признаки, сохраняющие информативность в разные по влагообеспеченности годы.

Усатые и листочковые формы гороха различаются архитектоникой растений и характером формирования ассимиляционного аппарата, поэтому вклад отдельных морфологических признаков и элементов структуры урожая в продуктивность может быть неодинаковым. Для сухостепной зоны Северного Казахстана сведения о характере этих взаимосвязей при контрастных гидротермических условиях остаются недостаточными. Сравнительное изучение морфотипов в годы, различающиеся по температурному режиму и влагообеспеченности, необходимо для обоснованного отбора исходного материала, сочетающего высокую продуктивность с адаптивностью к дефициту влаги. Это определяет актуальность настоящего исследования.

Научная новизна исследования состоит в сравнительной характеристике связей урожайности с морфологическими признаками и элементами индивидуальной продуктивности у двух морфотипов гороха в условиях 2024–2025 гг. Цель исследования – установить характер этих связей у коллекционных образцов усатого и листочкового морфотипов и сопоставить их проявление в различавшиеся по влагообеспеченности годы.

Материалы и методы

Полевые исследования проводились в 2024–2025 гг. в северном регионе Казахстана на опытных полях НПЦЗХ им. А.И. Бараева. Объектом исследования являлись коллекционные образцы гороха полевого (*Pisum sativum* L.). В испытании находились 37 образцов разного эколого-географического происхождения (Казахстан – 2 шт., Россия – 27 шт., США – 2 шт., Канада – 1 шт. и Венгрия – 2 шт.) , в том числе 14 образцов усатого морфологического типа (стандарт – сорт КАСИБ) и 23 образца листочкового морфотипа (стандарт – сорт Өріс).

Почвенный покров – чернозём южным карбонатным. По данным агрохимической паспортизации опытных участков Центра, содержание органического вещества в почве составляет 3,4–3,7%, подвижного фосфора – 0,10–0,15%, обменного калия – 8–14 мг/кг, нитратного азота – 4–15 мг/кг. Содержание бора составляет 0,7 мг/кг, молибдена – 0,2 мг/кг, марганца – около 20 мг/кг, цинка – 0,8 мг/кг, меди – 0,2 мг/кг. Реакция почвенной среды слабощелочная: pH водной вытяжки – 7,2–7,8. Плотность почвы находится в пределах 1,0–1,2 г/см^3, общая порозность – 50–55%, воздухоёмкость – 25–30% [6].

Предшественник – чистый пар. Перед посевом определяли лабораторную всхожесть семян по ГОСТ 12038-84 [7], массу 1000 зёрен по ГОСТ 12042-80 [8]. Посев осуществлялся селекционной сеялкой ССФК-7 при норме 100 всхожих семян на 1 м^2 и глубине заделки 3–5 см., в оптимальные сроки 20–22 мая. Площадь делянки составляла 4 м^2, повторность опыта трёхкратная.

В период вегетации проводили фенологические наблюдения за основными фазами роста и развития растений согласно методическим рекомендациям Всероссийского института

генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) [9] и Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [10].

Перед уборкой с учётных площадок отбирали 30 растений для структурного анализа. Определяли длину стебля, высоту прикрепления нижнего боба, число междоузлий и продуктивных узлов, число бобов и семян на растении, число семян в бобе, массу семян с растения и массу 1000 зёрен.

Уборку проводили селекционным комбайном Wintersteiger Classic по достижению хозяйственной спелости и влажности зерна 14-15% (III декада августа). Урожайность определяли по массе семян с учётной площади делянки и выражали в г/м^2:

$$Y = m/S \times 1000,$$

где

m – масса семян с делянки, кг;

S – фактическая учётная площадь, м^2.

Статистическую обработку проводили по *Доспехову Б.А.* [11]; в исходной обработке использованы AGROS 2.11 и пакет Snedecor в модификации *Сорокина О.Д.* Степень тесноты линейной связи по коэффициенту корреляции Пирсона оценивают по его абсолютному значению (r): r = 0,0 - линейная связь отсутствует; 0,0 ≤ r ≤ 0,30 –слабая; 0,30≤ r ≤ 0,70 – средняя; 0,70 ≤ r ≤ 1,00 – сильная; r = 1,00 – полная линейная связь.

Результаты

Гидротермические условия учитывали при сопоставлении результатов двух лет [12]. Агрометеорологические условия 2024–2025 гг. значительно различались по уровню влагообеспеченности как в целом за вегетационный период, так и по межфазным интервалам, что позволило объективно оценить продуктивность гороха посевного и особенности формирования его структуры.

В качестве основных анализируемых показателей использованы температура воздуха, количество осадков и гидротермический коэффициент *Селянинова* (ГТК), отражающий соотношение тепловых ресурсов и влагообеспеченности.

ГТК рассчитывается как

$$\frac{10\Sigma P}{\Sigma t},$$

где

ΣP – сумма осадков, мм, за период со среднесуточной температурой выше 10 °C;

Σt – сумма среднесуточных температур за тот же период.

Для интерпретации приняты следующие интервалы:

ГТК <0,30 – очень сухо;

0,30-0,49 – сухо;

0,50-0,69 – засушливо;

0,70-0,99 – недостаточное увлажнение;

1,00-1,50 – достаточное увлажнение;

> 1,50 – избыточное увлажнение [20].

В таблице 1 приведены календарные периоды; их нельзя отождествлять с межфазными интервалами всех образцов. Отнесение осадков и температур к фазам развития каждого генотипа требует сопоставления ежедневных метеонаблюдений с фактическими датами начала и окончания соответствующих фаз.

Таблица 1. Агрометеорологические условия по фазам развития гороха, 2024–2025 гг.

Фаза развития	Средняя температура, °C		Осадки, мм		ГТК	
	2024 г.	2025 г.	2024 г.	2025 г.	2024 г.	2025 г.
Посев – всходы	11,2	16,2	76,9	32,4	2,30	1,20
Фаза активного роста растений	22,6	19,5	63,2	40,0	0,92	0,70

Продолжение таблицы 1

Цветение – формирование бобов	21,7	19,4	63,3	10,2	0,93	0,17
Налив и созревание семян	17,3	17,0	106,6	104,8	1,95	1,99
Итого/среднее	18,2	18,0	310,0	187,4	1,52	1,01

В 2024 году в течение вегетационного периода отмечалась повышенная влагообеспеченность: сумма осадков за май–август составила 310,0 мм, что значительно превышало среднемноголетние значения. В 2025 году погодные условия были контрастными: в июне–июле наблюдалась засуха, в августе – переувлажнение. Наиболее неблагоприятные условия для растений гороха сложились в июле 2025 года, когда гидротермический коэффициент снизился до 0,17. Агрометеорологические условия 2024 и 2025 гг. контрастно различались по влагообеспеченности, что позволило выявить реакцию генотипов на дефицит влаги в критические фазы развития. Продолжительность вегетационного периода является важным показателем адаптивности сортов гороха и определяется температурными условиями и влагообеспеченностью [13]. В условиях повышенных температур развитие растений ускоряется, тогда как дефицит влаги в критические фазы может приводить к сокращению межфазных периодов и снижению продуктивности.

По результатам исследований 2024–2025 гг. выявлено, что коллекционные образцы гороха различались по продолжительности периодов «всходы – цветение» и «всходы – созревание» (таблица 2).

Таблица 2. Продолжительность периодов от цветения и созревания у выделенных образцов гороха

Образец	Период от всходов до, сут.					
	цветения			созревания		
	2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	среднее
Усатый морфотип						
КАСИБ, стандарт	30	34	32	77	79	78
УГ 94-1084	32	35	34	76	80	78
27/01	29	34	32	75	82	79
Л-28-02	33	36	35	75	80	78
Л 32/05	32	34	33	73	80	77
Ву 24/90	34	38	36	75	79	77
Л-37/03	32	35	34	74	77	76
Акс. ус к. 8921	37	34	36	78	80	79
Obrazcov ciflik 13	33	35	34	75	78	77
Среднее, n = 9	32,4	35,0	34,0	75,3	79,4	77,7
V, %	7,1	3,8	4,4	2,0	1,8	1,3
$НСР_{05}$	0,5	1,2	1,6	2,1	1,0	1,3
Листочковый морфотип						
Өріс, стандарт	34	36	35	81	80	81
Уг 92-1352	33	33	33	73	73	73
Л-64/83	33	34	34	81	70	76
Л-47/02	33	32	33	79	71	75
Л-22090	32	32	32	73	72	73
Сахарный 2	40	35	38	83	73	78
Л-45/02	32	35	34	73	78	76

Продолжение таблицы 2

К-8233	33	34	34	78	73	76
К 7499 Орегон шуга	34	38	36	75	73	74
Аляска	34	34	34	75	72	74
Сенатор	38	37	38	80	76	78
Жегалова 112	34	33	34	75	72	74
Совинтер 1	32	33	33	74	73	74
Среднее, n = 13	34,0	34,3	34,5	76,9	73,5	75,5
V, %	7,0	5,4	5,4	4,6	3,8	3,1
$НСР_{05}$	2,4	1,6	2,2	3,2	1,1	2,3

У выделенных образцов усатого морфотипа продолжительность периода «всходы – цветение» составляла в среднем 32–36 суток, а период от всходов до полного созревания – 76–79 суток. Стандартный сорт КАСИБ характеризовался продолжительностью периода «всходы-цветение» 32 суток и вегетационного периода – 78 суток. Более ранним цветением отличались образцы 27/01 и Л-32/05, у которых данный период составлял 32–33 суток.

У образцов листочкового морфотипа период «всходы – цветение» варьировал от 32 до 38 суток, продолжительность вегетационного периода – от 73 до 81 суток. Стандартный сорт Өріс характеризовался значениями 35 и 81 сутки соответственно. Более раннеспелыми среди листочковых форм были образцы УГ 92-1352 и Л-22090, у которых вегетационный период составлял 73 суток.

Связь продолжительности вегетационного периода с урожайностью у усатых образцов составляла r = 0,52 в 2024 г. и -0,04 в 2025 г., у листочковых – -0,13 и 0,10 соответственно; при принятых объёмах выборок эти связи статистически незначимы (p> 0,05). Следовательно, общее преимущество раннеспелых генотипов по урожайности в данном опыте не установлено. Роль фенологии в адаптации зернобобовых культур показана в других исследованиях [14], однако для проверяемого материала необходимы сопоставление групп спелости и дальнейшие испытания.

Элементы структуры урожая. Анализ показал значительную изменчивость изучаемых признаков среди коллекционных образцов гороха (таблица 3).

Изменчивость признаков оценена по коэффициентам вариации в пределах представленных групп образцов. У усатого морфотипа V массы семян с растения составлял 27,6% в 2024 г. и 28,5% в 2025 г., числа семян на растении – 21,9 и 21,0%, массы 1000 зёрен – 9,8 и 11,7%. У листочкового морфотипа соответствующие значения составляли 35,7 и 21,5%; 22,1 и 20,9%; 21,9 и 12,9%. Таким образом, выраженность изменчивости зависела от признака, морфотипа и года.

У выделенных образцов усатого морфотипа число бобов на растении в среднем составляло 7–9 шт., а число семян с растения варьировало от 24 до 33 шт. Наибольшее количество семян на растении отмечено у образцов Л 46/08 и Л-37/03 (в среднем 33 и 32 шт. соответственно). Масса семян с растения у данных образцов также была повышенной и достигала 6,5–7,1 г, что превышало показатели стандарта КАСИБ (4,4 г). Масса 1000 зёрен у выделенных образцов усатого морфотипа изменялась от 176,2 до 223,6 г, при этом наиболее крупным зерном отличался образец Л-37/03 (223,6 г).

Среди выделенных образцов листочкового морфотипа число бобов на растении составляло 5–9 шт., а число семян с растения варьировало от 22 до 30 шт. Наиболее высокими значениями данного признака характеризовались образцы Л-22090 и Л 38-98, у которых число семян с растения достигало 30 шт. Высокая масса семян с растения отмечена у образцов Л-22090 (7,2 г) и Аляска (6,4 г), что свидетельствует о высоком потенциале их продуктивности.

Масса 1000 зёрен у выделенных образцов листочкового морфотипа варьировала от 160,2 до 246,8 г, при этом наиболее крупным зерном отличался образец Аляска (246,8 г), а также образец Л-22090 (238,2 г).

Число семян на растении и масса семян с растения характеризуют индивидуальную продуктивность образцов. Их значение для формирования урожайности с единицы площади необходимо оценивать отдельно, поскольку тесная взаимосвязь этих признаков между собой не означает наличия столь же тесной связи с урожайностью делянки. Показатели урожайности выделенных образцов приведены в таблице 4.

№ 3 (131)/2026 ISSN 3135-2434, 3135-2448

Таблица 3. Элементы структуры урожая выделенных образцов гороха, 2024–2025 гг.

Образец	Число с растения, шт.									Масса, г					
	бобов			семян						семян с растения			1000 зёрен		
				в бобе			с растения								
	2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	средняя	2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	среднее
КАСИБ, стандарт	10	7	9	3	5	4	30	19	25	5,7	3,1	4,4	187,5	164,9	176,2
УГ 94-1084	9	4	7	5	6	5	37	18	27	7,2	3,5	5,3	196,2	196,1	196,1
27/01	10	7	9	5	5	5	38	27	32	6,8	4,9	5,9	181,9	185,7	183,8
Л-28-02	6	8	7	4	5	5	20	28	24	3,1	6,3	4,7	157,0	221,1	189,1
Л 32/05	6	8	7	5	6	5	30	33	32	5,5	7,2	6,4	186,1	218,3	202,2
Л 46/08	10	6	8	5	5	5	41	24	33	7,7	5,3	6,5	205,6	221,7	213,6
Л-37/03	11	6	9	5	5	5	39	25	32	8,3	5,8	7,1	215,3	231,9	223,6
Среднее, n = 7	8,9	6,6	8,0	4,6	5,3	4,9	33,6	24,9	29,3	6,3	5,2	5,8	189,9	205,7	197,8
V, %	23,0	21,3	12,5	17,2	9,2	7,8	21,9	21,0	13,0	27,6	28,5	17,3	9,8	11,7	8,4
Листочковый морфотип															
Өріс, стандарт	9	6	7	4	7	6	33	31	32	4,0	6,1	5,1	120,7	199,7	160,2
Л-64/83	6	7	6	6	5	5	23	22	22	4,1	5,5	4,8	178,9	253,2	216,1
Л-47/02	8	4	6	5	6	5	30	20	25	7,2	4,2	5,7	236,8	213,8	225,3
Л-22090	11	8	9	6	5	5	37	23	30	9,2	5,3	7,2	244,9	231,6	238,2
Л 38-98	8	9	9	5	6	5	24	36	30	4,6	6,5	5,5	191,7	182,0	186,8
Л-45/02	8	7	7	5	6	5	29	26	28	5,0	4,9	4,9	170,4	189,1	179,8
К-8233	7	10	8	4	6	5	17	34	25	2,9	8,1	5,5	168,2	239,3	203,8
Аляска	5	6	5	6	5	6	25	27	26	5,7	7,2	6,4	226,4	267,2	246,8
Сенатор	6	4	5	7	5	6	35	22	29	5,6	4,4	5,0	159,1	199,5	179,3
ТОТ 1939	6	5	6	5	7	6	25	23	24	3,7	5,3	4,5	148,4	233,3	190,9
Среднее, n = 10	7,4	6,6	6,8	5,3	5,8	5,4	27,8	26,4	27,1	5,2	5,8	5,5	184,6	220,9	202,7
V, %	24,0	30,5	21,7	17,9	13,6	9,6	22,1	20,9	11,7	35,7	21,5	14,9	21,9	12,9	13,9

Таблица 4. Урожайность выделенных образцов гороха, 2024–2025 гг.

	Урожайность, г/м²			Отклонение от стандарта, +/-, г/м²		
	2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	среднее
КАСИБ, St	178,3	336,7	257,5	0,0	0,0	0,0
Л-26/120	298,3	407,8	353,0	120,0	71,1	95,5
УГ 94-1084	191,4	387,4	289,4	13,1	50,7	31,9
Л-28-02	227,4	374,4	300,9	49,1	37,7	43,4
Ву 24/90	186,3	353,3	269,8	8,0	16,6	12,3
Л 46/08	249,1	383,3	316,2	70,8	46,6	58,7
Аксайский усатый к8921	217,1	337,8	277,4	38,8	1,1	19,9
Среднее, n = 7	221,1	368,7	294,9	-	-	-
V, %	19,1	7,3	10,9	-	-	-
$НСР_{05}$	15,1	28,3	11,9	-	-	-
Листочковый морфотип						
Өріс, стандарт	207,4	326,8	267,1	0,00	0,00	0,00
Л-64/83	221,1	456,7	338,9	13,7	129,9	71,8
Таловец 55	227,4	363,9	295,6	20,0	37,1	28,6
Л-45/02	249,1	384,4	316,8	41,7	57,7	49,7
ТОТ 1939	226,3	388,3	307,3	18,9	61,6	40,2
Walerking K8343	220,6	399,4	310,0	13,2	72,7	42,9
Среднее, n = 6	225,3	386,6	306,0	-	-	-
V, %	6,1	11,1	7,8	-	-	-
$НСР_{05}$	12,5	25,1	23,12	-	-	-

Среди образцов усатого морфотипа стандартный сорт КАСИБ сформировал среднюю урожайность 257,5 г/м². Наиболее высокой продуктивностью отличался образец Л-26/120 с урожайностью 353,0 г/м², что на 95,5 г/м² выше стандарта. Высокие значения также отмечены у образцов Л 46/08 (316,2 г/м²) и Л-28-02 (300,9 г/м²), превышение стандарта составило соответственно 58,7 и 43,4 г/м². Урожайность выше уровня стандарта также показали образцы УГ 94-1084 (289,4 г/м²), Ву 24/90 (269,8 г/м²) и Аксайский усатый к 8921 (277,4 г/м²).

Среди листочковых форм стандартный сорт Өріс сформировал среднюю урожайность 267,1 г/м². Наиболее продуктивным был образец Л-64/83 (338,9 г/м²), превышение стандарта составило 71,8 г/м². Высокой урожайностью отличались также образцы Л-45/02 (316,8 г/м²), Walerking K8343 (310,0 г/м²) и ТОТ 1939 (307,3 г/м²), с превышением стандарта на 49,7; 42,9 и 40,2 г/м² соответственно. Образец Таловец 55 также превысил стандарт, сформировав 295,6 г/м².

Несмотря на дефицит осадков в июне-июле 2025 года, урожайность всех образцов, представленных в таблице 4, была выше, чем в 2024 году. У стандартов КАСИБ и Өріс она увеличилась соответственно на 158,4 и 119,4 г/м², у образцов Л-26/120 и Л-64/83 – на 109,5 и 235,6 г/м². Средняя урожайность представленной группы усатых образцов, включая стандарт (n = 7), увеличилась с 221,1 до 368,7 г/м², листочковых (n = 6) – с 225,3 до 386,6 г/м². Эти средние характеризуют отобранные для таблицы образцы и не являются средними по всей коллекции.

Корреляционные связи урожайности, продолжительности вегетации, морфологических признаков и элементов структуры урожая анализировали отдельно по морфотипам и годам. Коэффициенты для усатого морфотипа приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5. Коэффициенты корреляции хозяйственно ценных признаков у усатого морфотипа гороха в 2024 г.

2024 г.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1У, г/м^2												
2 ∑t ≥ 10 °C	0,13	-										
3 КО, мм	0,14	0,99**	-									
4 ВП, сут	0,52	0,56*	0,56*	-								
5 ЧМУ, шт.	-0,36	-0,31	-0,31	-0,30	-							
6 ЧПУ, шт.	-0,40	-0,45	-0,45	-0,38	0,50	-						
7 ДСР, см	-0,26	-0,35	-0,36	-0,16	-0,26	0,37	-					
8 ВПНБ, см	0,13	-0,19	-0,19	0,34	-0,30	0,19	0,18	-				
9 ЧБР, шт.	-0,53	-0,40	-0,41	-0,40	0,47	0,83**	0,59*	0,24	-			
10 ЧСБ, шт.	0,10	-0,02	-0,02	0,39	0,06	0,12	-0,18	0,38	-0,20	-		
11 ЧСР, шт.	-0,46	-0,30	-0,31	-0,17	0,38	0,61*	0,20	0,30	0,63*	-0,01	-	
12 МСР, г	-0,42	-0,34	-0,35	-0,13	0,40	0,49	0,20	0,30	0,56*	0,04	0,96**	-
13 М1000, г	0,21	-0,33	-0,33	0,22	0,06	-0,11	0,18	0,36	-0,01	0,29	0,17	0,43

Примечание: [1]Урожайность; [2]∑t ≥ 10 °C; [3]Количество осадков, мм; [4]Вегетационный период, сут; [5]Число междоузлий, шт.; [6]Число продуктивных узлов, шт.; [7]Длина стебля растения, см; [8]Высота прикрепления нижнего боба, см; [9]Число бобов на растении, шт.; [10]Число семян в бобе, шт.; [11]Число семян с растения, шт.; [12]Масса семян с растения, г; [13]Масса 1000 зёрен, г. **Корреляция значима на уровне 0,01; *Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).

У усатого морфотипа в 2024 г. связь урожайности с продолжительностью вегетации была положительной, средней по силе (r = 0,52). Отрицательные связи урожайности с числом семян на растении (r = -0,46) и массой семян с растения (r = -0,42) также не достигали уровня значимости 0,05. Для связи с числом бобов (r = -0,53).

Наиболее выраженные корреляционные связи выявлены между элементами структуры урожая. Установлена тесная положительная связь между числом продуктивных узлов и числом бобов на растении (r = 0,83; p ≤ 0,01), числом бобов и числом семян с растения (r = 0,63; p ≤ 0,05), а также между числом семян с растения и массой семян с растения (r = 0,96; p ≤ 0,01). Связь урожайности с большинством изученных признаков в 2024 г. была слабой или отрицательной.

Таблица 6. Коэффициенты корреляции хозяйственно ценных признаков у усатого морфотипа гороха в 2025 г.

2025 г.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1У, г/м^2												
2 ∑t ≥ 10 °C	0,99	-										
3 КО, мм	0,04	0,88**	-									
4 ВП, сут	-0,04	0,95**	0,86**	-								
5 ЧМУ, шт.	0,08	0,21	0,05	0,14	-							
6 ЧПУ, шт.	0,30	0,28	0,38	0,05	0,41	-						
7 ДСР, см	0,12	0,57*	0,52	0,50	0,68**	0,54*	-					
8 ВПНБ, см	0,04	0,53	0,42	0,54*	0,23	0,07	0,63*	-				
9 ЧБР, шт.	0,27	0,27	0,14	0,01	0,44	0,77**	0,55*	0,24	-			
10 ЧСБ, шт.	-0,02	-0,20	-0,06	-0,29	0,02	0,34	0,09	0,28	0,26	-		
11 ЧСР, шт.	0,23	0,16	0,18	-0,11	0,31	0,84**	0,46	0,14	0,90**	0,35	-	
12 МСР, г	0,07	0,03	0,20	-0,17	0,34	0,76**	0,47	0,07	0,69**	0,29	0,89**	-
13 М1000, г	-0,27	-0,20	0,14	-0,04	0,02	-0,16	-0,5	-0,25	-0,54*	-0,18	-0,31	0,14

В 2025 году также сохранялась тесная взаимосвязь между агроклиматическими показателями. Корреляция между ∑t ≥ 10 °C и количеством осадков составила r = 0,88 (p ≤ 0,01), между ∑t ≥ 10 °C и продолжительностью вегетационного периода – r = 0,95 (p ≤ 0,01). Среди морфологических признаков отмечена положительная связь между числом междоузлий и длиной стебля (r = 0,68; p ≤ 0,01), а также между длиной стебля и высотой прикрепления нижнего боба (r = 0,63; p ≤ 0,05).

Наиболее тесные связи вновь выявлены между элементами структуры урожая: число продуктивных узлов коррелировало с числом бобов на растении (r = 0,77; p ≤ 0,01), число бобов – с числом семян с растения (r = 0,90; p ≤ 0,01), а число семян с растения – с массой семян с растения (r = 0,89; p ≤ 0,01).

Корреляционный анализ у образцов листочкового морфотипа показал, что формирование урожайности определяется совокупным влиянием морфологических признаков и элементов структуры урожая. В условиях 2024 года более выраженную роль играли элементы продуктивности. Урожайность имела слабые положительные связи с длиной стебля (r = 0,30), высотой прикрепления нижнего боба (r = 0,25) и числом семян с растения (r = 0,25). Отрицательная корреляция отмечена с числом бобов (r = -0,20) и числом семян в бобе (r = -0,20), что указывает на перераспределение продуктивности между элементами структуры урожая (таблицы 7 и 8).

Таблица 7. Взаимосвязь урожайности гороха листочкового морфотипа с хозяйственно-ценными признаками и её зависимость от погодных условий, 2024 г.

2024 г.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1У, г/м²												
2 ∑t ≥ 10 °C	0,07	-										
3 КО, мм	0,11	0,99**	-									
4 ВП, сут	-0,13	0,81**	0,78**	-								
5 ЧМУ, шт.	0,08	-0,07	-0,04	0,07	-							
6 ЧПУ, шт.	0,28	-0,07	-0,06	-0,03	0,56**	-						
7 ДСР, см	0,30	0,07	0,10	0,09	0,52*	0,10	-					
8 ВПНБ, см	0,25	0,27	0,30	0,19	0,31	-0,10	0,88**	-				
9 ЧБР, шт.	0,20	-0,33	-0,35	-0,23	0,43*	0,75**	0,05	-0,17	-			
10 ЧСБ, шт.	-0,20	-0,23	-0,23	-0,03	0,08	0,16	-0,33	-0,37	-0,03	-		
11 ЧСР, шт.	0,25	-0,14	-0,15	0,06	0,54**	0,71**	0,04	-0,13	0,66**	0,38	-	
12 МСР, г	0,10	-0,35	-0,36	-0,15	0,61**	0,69**	0,02	-0,14	0,63**	0,40	0,81**	-
13 М1000, г	-0,40	-0,23	-0,25	-0,16	0,12	0,13	-0,14	-0,17	0,05	-0,06	-0,20	0,34

У образцов листочкового морфотипа в 2024 г. выявлены положительные корреляции между числом бобов и числом семян на растении (r = 0,66, p ≤ 0,01), а также между числом семян и массой семян с растения (r = 0,81, p ≤ 0,01). Длина стебля тесно коррелировала с высотой прикрепления нижнего боба (r = 0,88, p ≤ 0,01). При этом связи урожайности с числом бобов, числом семян и массой семян с растения были значительно слабее и составляли соответственно 0,20; 0,25 и 0,10.

Таблица 8. Взаимосвязь урожайности гороха листочкового морфотипа с хозяйственно-ценными признаками и её зависимость от погодных условий, 2025 г.

2025 г.	1У, г/м²	2∑t ≥ 10 °C	3КО, мм	4ВП, сут	5ЧМУ, шт.	6ЧПУ, шт.	7ДСР, см	8ВПНБ, см	9ЧБР, шт.	10ЧСБ, шт.	11ЧСР, шт.	12МСР, г
∑t ≥ 10 °C	0,11	-										
КО, мм	0,07	0,94**	-									
ВП, сут	0,10	0,97**	0,91**	-								
ЧМУ, шт.	0,13	-0,10	-0,20	-0,12	-							

Продолжение таблицы 8

ЧПУ, шт.	-0,23	0,01	0,01	-0,05	0,80**	-						
ДСР, см	0,40	-0,04	-0,07	-0,04	0,51*	0,20	-					
ВПНБ, см	0,52*	0,09	0,08	0,05	0,24	-0,02	0,86**	-				
ЧБР, шт.	-0,10	0,01	0,02	-0,07	0,76**	0,85**	0,25	0,01	-			
ЧСБ, шт.	-0,01	0,01	-0,01	0,00	-0,27	-0,19	-0,29	-0,10	-0,12	-		
ЧСР, шт.	-0,17	0,06	0,07	0,05	0,52*	0,62**	0,20	0,07	0,73**	0,37	-	
МСР, г	-0,13	-0,01	0,01	-0,04	0,51*	0,66**	0,24	0,02	0,69**	0,09	0,81**	-
М1000, г	0,10	-0,03	-0,01	-0,05	0,03	0,10	0,01	-0,11	0,01	-0,43*	-0,23	0,37

В 2025 году характер взаимосвязей изменился, что связано с особенностями гидротермических условий. Урожайность была положительно связана с высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,52$; $p \leq 0,05$) и длиной стебля ($r = 0,40$). Связи с элементами структуры урожая оставались слабыми и преимущественно отрицательными ($r = –0,17$; $r = –0,13$).

В то же время взаимосвязи между элементами структуры усилились: число бобов достоверно коррелировало с числом семян ($r = 0,73$, $p \leq 0,01$), число семян с растения – с массой семян ($r = 0,81$, $p \leq 0,01$). Отмечена отрицательная связь между числом семян в бобе и массой 1000 зёрен ($r = –0,43$, $p \leq 0,05$). Климатические показатели были тесно связаны между собой: $\sum t \geq 10$ °C коррелировала с количеством осадков ($r = 0,94$, $p \leq 0,01$) и продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,97$, $p \leq 0,01$), однако их влияние на урожайность носило косвенный характер.

В целом, независимо от года исследований, сохранялись устойчивые связи между элементами структуры урожая (число бобов – число семян с растения; число семян с растения – масса семян с растения). Длина стебля и высота прикрепления нижнего боба выступали стабильными морфологическими показателями, связанными с продуктивностью. Масса 1000 зёрен не имела устойчивых связей с другими признаками.

Межгодовая изменчивость корреляционных связей урожайности с элементами её структуры отражает влияние гидротермических условий на реализацию продукционного потенциала и указывает на наличие компенсаторных механизмов формирования урожайности.

Обсуждение

Увеличение урожайности в 2025 г. сопровождалось неодинаковыми изменениями индивидуальной продуктивности. У КАСИБ число семян на растении снизилось с 30 до 19, масса семян с растения – с 5,7 до 3,1 г, масса 1000 зёрен – со 187,5 до 164,9 г, тогда как урожайность повысилась со 178,3 до 336,7 г/м^2. У Л-28-02 одновременно увеличились число семян на растении (с 20 до 28), масса семян с растения (с 3,1 до 6,3 г), масса 1000 зёрен (со 157,0 до 221,1 г) и урожайность (с 227,4 до 374,4 г/м^2). У листочкового образца Л-64/83 число семян на растении изменилось с 23 до 22, но масса 1000 зёрен возросла со 178,9 до 253,2 г, масса семян с растения – с 4,1 до 5,5 г, урожайность – с 221,1 до 456,7 г/м^2. Следовательно, повышение урожайности не сопровождалось единым для всех образцов изменением её элементов.

Чувствительность гороха к недостатку влаги в репродуктивный период показана в экспериментальных исследованиях *Guilioni* et al. (2003). Авторы установили, что водный дефицит и повышенная температура могут ограничивать формирование числа семян вследствие снижения интенсивности роста растений в критический период от начала цветения до начала налива семян на последних продуктивных узлах [15]. В нашем исследовании уменьшение числа семян с растения в 2025 г. отмечено, например, у КАСИБ, УГ94-1084 и Л-46/08. Вместе с тем у Л-28-02, Л 32/05 и К-8233 этот показатель увеличился. Таким образом, реакция представленных образцов была неоднородной, а выявленные межгодовые изменения нельзя рассматривать как одинаковый для всех генотипов ответ на дефицит осадков.

Урожайность с единицы площади зависит от числа сохранившихся к уборке продуктивных растений, их средней семенной продуктивности и потерь при уборке. Поэтому увеличение урожайности при снижении массы семян с растения, отмеченное у ряда образцов, требует

проверки густоты стояния, репрезентативности структурной пробы, учётной площади и сопоставимости условий учёта урожая. Эти показатели в представленных данных отсутствуют; объяснять расхождение конкретным механизмом без их анализа нельзя. Сильная корреляция числа и массы семян с растения отражает сопряжённость элементов индивидуальной продуктивности и не заменяет оценки их связи с урожайностью делянки [16, 17].

Неравномерность выпадения осадков в 2025 году допускает различия в обеспеченности влагой генотипов с неодинаковыми сроками развития. Однако августовские осадки могли использоваться для налива семян только у тех образцов, которые к этому времени не завершили соответствующую фазу. Без календарных дат цветения и созревания нельзя приписывать повышение урожайности поздним осадкам, а снижение отдельных элементов структуры – исключительно июльской засухе. Корреляционные связи также зависят от состава изучаемого материала, что необходимо учитывать при сопоставлении с другими работами [18].

Различия между усатым и листочковым морфотипами также следует оценивать с учётом условий выращивания и генотипического состава сравниваемых групп. *Аринов* и др. (2025) в испытаниях в Казахстане показали, что короткостебельные усатые генотипы имели преимущества в более влажных условиях Акмолинской области, тогда как в засушливых условиях Карагандинской области более продуктивными были высокорослые формы с обычными листьями [19]. В нашем исследовании у листочкового морфотипа в 2025 г. выявлена положительная связь урожайности с высотой прикрепления нижнего боба. Однако такая связь сама по себе не доказывает, что высота прикрепления боба обусловила повышение урожайности. Представленные данные также не позволяют отделить эффект морфотипа от других наследственных различий между образцами.

Практическое значение результатов заключается в выделении продуктивных образцов обоих морфотипов и выявлении связей между элементами индивидуальной продуктивности. Образцы Л-26/120 и Л-64/83 представляли интерес по средней урожайности за два года и превышали соответствующие стандарты в каждом году испытания. Вместе с тем двухлетняя оценка в одном пункте недостаточна для окончательной характеристики их устойчивости к засухе и стабильности урожайности, исследования необходимо продолжать.

Заключение

В 2024–2025 гг. среди представленных образцов гороха наибольшая средняя урожайность отмечена Л-26/120 усатого морфотипа – 353,0 г/м^2 и Л-64/83 листочкового морфотипа – 338,9 г/м^2, превышавшие соответствующие стандарты на 95,5 и 71,8 г/м^2. Образцы превосходили стандарты по приведённым значениям в каждом году испытания и представляют интерес для дальнейшей селекционной оценки.

Число семян на растении и масса семян с растения были сильно положительно связаны у усатого морфотипа ($r = 0,96$ и 0,89) и у листочкового ($r = 0,81$ в оба года); $p<0,05$. Их корреляции с урожайностью делянки статистически незначимы. У листочкового морфотипа в 2025 г. выявлена значимая положительная связь урожайности с высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,52$), которая не подтвердилась в 2024 году.

Урожайность всех образцов таблицы 4 была выше в 2025 г., хотя сумма осадков за май-август была меньше на 122,6 мм. Причины этого расхождения нельзя установить по сезонной сумме осадков и индивидуальной продуктивности без учёта густоты посева, потерь урожая и календарных сроков развития. Статистически значимой связи продолжительности вегетации с урожайностью не выявлено. Оценку Л-26/120 и Л-64/83 следует продолжить в многолетних испытаниях с одновременным учётом урожайности, элементов её структуры и состояния посева.

Вклад авторов

ИО: провела анализ и обработку полученных экспериментальных данных, интерпретировала результаты и подготовила научную публикацию. ЕТ: разработал методологию исследования, провёл анализ и обработку полученных экспериментальных данных. ДГ: проводила полевые и лабораторные исследования. БЖ: подготовил литературный обзор, обобщил результаты исследований.

Информация о финансировании

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках программы, финансируемой Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан, BR24992903 «Практическое внедрение современных молекулярно-генетических, физиолого-биохимических, биотехнологических методов и цифрового фенотипирования в селекцию экономически значимых сельскохозяйственных культур», 2024–2026 гг.

Список литературы

1 Smýkal, P., Aubert, G., Burstin, J., Coyne, C.J., Ellis, N.T.H., Flavell, A.J., Ford, R., Hýbl, M., Macas, J., Neumann, P., McPhee, K.E., Redden, R.J., Rubiales, D., Weller, J.L., Warkentin, T.D. (2012). Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy*, 2(2), 74–115. DOI: 10.3390/agronomy2020074.

2 Wu, D.T., Li, W.X., Li, C., Cao, H., Feng, F., Gan, R.Y., Li, H.B. (2023). A comprehensive review of pea (*Pisum sativum* L.): Chemical composition, processing, health benefits and food applications. *Foods*, 12(13), 2527. DOI: 10.3390/foods12132527.

3 Kebede, E. (2021). Contribution, utilization, and improvement of legumes in sustainable agriculture. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 694425. DOI: 10.3389/fsufs.2021.694425.

4 Dave, K., Kumar, A., Jain, M. et al. (2024). Climate change impacts on legume physiology and ecosystem dynamics: A multifaceted perspective. *Sustainability*, 16, 6026. DOI: 10.3390/su16146026.

5 Togay, N., Togay, Y., Yıldırım, B., Doğan, Y. (2008). Relationships between yield and some yield components in pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) genotypes by using correlation and path analysis. *African Journal of Biotechnology*, 7(23), 4285–4287.

6 Savin, T.V., Dolinny, Yu.Yu., Akshalov, K.A. et al. (2025). V*esenne-polevye raboty v khozyaistvakh Akmolinskoi oblasti* [*Spring field work in farms of Akmola region*]. Shortandy: Nauchno-proizvodstvennyi centr zernovogo hozyaistva imeni A.I. Baraeva, 105. [*In Russian*].

7 GOST 12038-84 - *Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti* [*Seeds of agricultural crops. Methods for determination of germination*]. Moscow: Standartinform. [*In Russian*].

8 GOST 12042-80 - S*emena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan* [*Seeds of agricultural crops. Methods for determination of 1,000-seed weight*]. Moscow: Standartinform. [*In Russian*].

9 Vishnyakova, M.A., Seferova, I.V., Buravceva, T.V., Burlyaeva, M.O., Semyonova, E.V., Filipenko, G.I., Aleksandrova, T.G., Egorova, G.P., YAn'kov, I.I., Bulyncev, S.V., Gerasimova, T.V., Drugova, E.V. (2018). *Kollekciya mirovyh geneticheskih resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya (2-e izd., pererab. i dop.*) [*Collection of the world's genetic resources of grain legumes: replenishment, conservation and study: methodological guidelines (2nd ed., revised and add.)*]. Sankt-Peterburg: VIR, 143. [*In Russian*].

10 Skokbaev, S.O. (red.). (2002). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur* [*The methodology of state variety testing of agricultural crops*]. Almaty, 378.

11 Dospekhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii)* (6-e izd., stereotip.) *[Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)* (6th ed., stereotype)]. Moskva: Al'yans, 352. [*In Russian*].

12 Oshergina, I.P., Ten, E.A., Pestova, D.M. (2026). Ocenka kollekcionnyh obrazcov goroha na zasuhoustoichivost' v usloviyah Severnogo Kazahstana [Assessment of pea collection samples for drought resistance in the conditions of Northern Kazakhstan]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury,* 1(57), 27–38. DOI:10.24412/2309-348X-2026-1-27-38. [*In Russian*].

13 Korobova, N.A., Korobov, A.P., Puchkova, E.V., SHaposhnikova, YU.V. (2025). Vliyanie pogodnyh uslovii na vegetacionnyi period, urozhainost' i kachestvo zerna goroha [Influence of weather conditions on the growing season, yield and quality of pea grains]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 3, 12–22. DOI:10.28983/asj.y2025i3pp12-22. [In Russian].

14 Berger, J.D., Ali, M., Basu, P.S., Chaudhary, B.D., Chaturvedi, S.K., Deshmukh, P.S., Dharmaraj, P.S., Dwivedi, S.K., Gangadhar, G.C., Gaur, P.M., Kumar, J., Pannu, R.K., Siddique, K.H. M., Singh, D.N., Singh, D.P., Singh, S.J., Turner, N.C., Yadava, H.S., Yadav, S.S. (2006). Genotype by environment studies demonstrate the critical role of phenology in adaptation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to

high and low yielding environments of India. *Field Crops Research*, 98(2–3), 230–244. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.02.007.

15 Guilioni, L., Wéry, J., Lecoeur, J. (2003). High temperature and water deficit may reduce seed number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Functional Plant Biology*, 30(11), 1151–1164. DOI: 10.1071/FP03105.

16 Oshergina, I.P., Ten, E.A. (2025). Analiz vzaimosvyazi klimaticheskih uslovii i produktivnosti goroha razlichnyh morfologicheskih tipov [Analysis of the relationship between climatic conditions and productivity of peas of various morphological types]. *Agrarnaya Rossiya*, 3, 33-38. DOI:10.30906/1999-5636-2025-3-33-38. [*In Russian*].

17 Greveniotis, V., Bouloumpasi, E., Zotis, S., Korkovelos, A., Ipsilandis, C.G. (2021). Yield components stability assessment of peas in conventional and low-input cultivation systems. *Agriculture*, 11(9), 805.

18 Parth, Kashyap, V., Singh, S.P., Dikshit, S., Dixit, P.S., Singh, N., Pandey, S.R., Singh, B.P., Singh, D.V. (2024). Estimation of correlation coefficient analysis for yield and component traits in field pea (Pisum sativum L.). *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 25(3–4), 13–16. DOI: 10.56557/pcbmb/2024/v25i3-48636.

19 Arinov, B., Khassanova, G., Zailasheva, A., Kuzbakova, M., Mussynov, K., Sereda, T., Kipshakbayeva, A., Jatayev, S., Tolenova, K., Sweetman, C., Jenkins, C.L.D., Soole, K.L., Shavrukov, Y. (2025). Genotyping of Le and Af Haplotypes in Dry Pea (*Pisum sativam* L.) with Field Trials: Short and Semi-Leafless Plants Are Not Always Better in Kazakhstan. *Plants*, 14(22), 3479. DOI: 10.3390/plants14223479.

20 Zhuikova, T.V., Meling, E.V., Popova, A.S. (2022). Metodika otsenki integral'nogo pokazatelya stepeni blagopriyatnosti pogodnykh uslovii dlya rastenii [The methodology for assessing an integral indicator of the degree of favorable weather conditions for plants]. *Samarskii nauchnyi vestnik*, 11(2), 45–51. DOI: 10.55355/snv2022112106. [*In Russian*].

Солтүстік Казақстанның құрғақ дала аймағында егістік бұршақтың (*Pisum sativum* L.) өнімділігінің қалыптасуына шаруашылыққа құнды белгілер мен ауа райы жағдайларының әсері

Ошергина И.П., Тен Е.А., Гладких Д.М., Жанзаков Б.Ж.

«А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан, Научный кенті

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Солтүстік Қазақстанның құрғақ дала аймағында егістік асбұршақтың (*Pisum sativum* L.) өнімділігі вегетациялық кезеңдегі ауа райы жағдайларына, әсіресе өсімдіктер дамуының шешуші кезеңдеріндегі ылғалмен қамтамасыз етілуіне едәуір дәрежеде байланысты. Өнімділік пен өнім құрылымы элементтерінің өзара байланысын зерттеу бейімделгіш формаларды селекциялау үшін маңызды. Зерттеудің мақсаты – асбұршақ өнімділігінің шаруашылықтық құнды белгілермен байланысын анықтау және оның ауа райы жағдайларына тәуелділігін бағалау.

Материалдар мен әдістер. Танаптық зерттеулер 2024–2025 жылдары «А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС базасында жүргізілді. Асбұршақтың мұртшалы және жапырақты морфотиптеріне жататын 37 коллекциялық үлгі зерттелді. Өнім құрылымының негізгі элементтері: бір өсімдіктегі бұршаққаптар мен тұқымдар саны, бір өсімдіктегі тұқым массасы және 1000 тұқым массасы бағаланды. Өнімділік мөлдектен жиналған тұқым массасы бойынша анықталды. Ауа райы жағдайлары ауа температурасы, жауын-шашын мөлшері және гидротермиялық коэффициент арқылы сипатталды. Деректерді талдау үшін корреляциялық әдіс қолданылды.

Нәтижелер. Ұсынылған үлгілердің ішінде ең жоғары орташа өнімділік мұртшалы морфотипке жататын Л-26/120 үлгісінде – 353,0 г/м^2 және жапырақты морфотипке жататын Л-64/83 үлгісінде – 338,9 г/м^2 анықталды. Бұл көрсеткіштер тиісті стандарттардан 95,5 және 71,8 г/м^2 жоғары болды. Бір өсімдіктегі тұқым саны мен тұқым массасы арасында күшті оң корреляция

анықталды: мұртшалы морфотипте 2024 жылы r = 0,96 және 2025 жылы r = 0,89, жапырақты морфотипте екі жылда да r = 0,81 (p < 0,05). Осы белгілердің өнімділікпен байланысы әлсіздеу болды: мұртшалы формаларда тиісінше 2024 жылы r = -0,46 және -0,42, 2025 жылы 0,23 және 0,07; жапырақты формаларда 2024 жылы 0,25 және 0,10, 2025 жылы -0,17 және -0,13 (p > 0,05). Жапырақты морфотипте 2025 жылы өнімділік пен төменгі бұршаққаптың бекіну биіктігі арасында оң корреляция анықталды (r = 0,52; p < 0,05).

Қорытынды. Бір өсімдіктегі тұқым саны мен тұқым массасы жеке өсімдіктің өнімділігін сипаттайды, алайда бұл белгілерді іріктеу кезінде пайдалануды мөлдек өнімділігін тікелей есепке алумен ұштастыру қажет. Л-26/120 және Л-64/83 үлгілері одан әрі сынау үшін бөлініп алынды. Екі жылдық бақылаулар ерте пісетін формалардың артықшылығын растауға немесе ауа райы факторларының өнімділікке әсерін сандық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік бермейді.

Кілт сөздер: егістік бұршақ; өнімділік; өнім құрылымының элементі; корреляциялық байланыс; ауа райы жағдайы.

Yield formation of pea (*Pisum sativum* L.) as influenced by economically valuable traits and weather conditions in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan

Irina P. Oshergina, Evgeniy A. Ten, Darya M. Gladkikh, Bakhtiyar Zh. Zhanzakov

A.I. Baraev Scientific and Production Center for Grain Farming

Abstract

Background and Aim. Field pea productivity (*Pisum sativum* L.) in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan largely depends on weather conditions during the growing season, particularly water availability at critical stages of plant development. Studying the relationships between yield and its components is important for breeding environmentally adapted forms. The objective of this study was to determine the relationships between pea yield and agronomically valuable traits and to assess the dependence of yield on weather conditions.

Materials and Methods. Field experiments were conducted in 2024–2025 at the "A.I. Barayev Scientific Production Center for Grain Farming" LLP. Thirty-seven pea accessions representing semi-leafless and leafy morphotypes were evaluated. The assessment covered the main yield components: pod and seed number per plant, seed weight per plant, and 1000-seed weight. Yield was determined from the weight of seeds harvested from each plot. Weather conditions were characterized by air temperature, precipitation, and the hydrothermal coefficient. Correlation analysis was performed to assess the relationships among the variables.

Results. Among the accessions presented, the highest mean yields were recorded for the semi-leafless accession L-26/120 (353.0 g/m^2) and the leafy accession L-64/83 (338.9 g/m^2), exceeding their respective standards by 95.5 and 71.8 g/m^2. Seed number per plant and seed weight per plant were strongly positively correlated: r = 0.96 in 2024 and 0.89 in 2025 for the semi-leafless morphotype, and r = 0.81 in both years for the leafy morphotype ($p<0.05$). The correlations of these traits with yield were weaker: respectively, r = −0.46 and -0.42 in 2024 and 0.23 and 0.07 in 2025 for semi-leafless accessions; and 0.25 and 0.10 in 2024 and -0.17 and -0.13 in 2025 for leafy accessions ($p>0.05$). In the leafy morphotype, yield was positively correlated with lowest pod height in 2025 (r = 0.52; $p<0.05$).

Conclusion. Seed number per plant and seed weight per plant characterize individual plant productivity; however, their use in selection should be combined with direct assessment of plot yield. L-26/120 and L-64/83 were selected for further evaluation. Two years of observations do not establish an advantage of early-maturing genotypes or to quantitatively assess the effects of weather factors on yield.

Keywords: field pea; grain yield; yield components; trait correlations; weather conditions.