

Людмила Валентиновна Омелянюк¹, Ирина Владимировна Пахотина²,
Елена Юрьевна Игнатьева³, Акимбек Мырзаевич Асанов⁴

^{1,2,3,4}Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

¹omelyanyuk@anc55.ru

²pakhotina@anc55.ru

³ignateva@anc55.ru

⁴asanov@anc55.ru

ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ И ГОМЕОСТАТИЧНОСТИ СОРТОВ И ЛИНИЙ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель исследования – оценка адаптивных свойств сортообразцов гороха посевного по урожайности семян и доле в них белка для включения наиболее ценных в селекцию и возделывания в Сибирском регионе. Исследования проведены в 2020–2024 гг. в ФГБНУ «Омский АНЦ» (южная лесостепь Западной Сибири) по общепринятым методикам. Объект исследований – 18 сортов и 3 линии гороха усатого морфотипа российской и зарубежной селекции. Питомник экологического сортоиспытания закладывался механизированно по предшественнику яровая мягкая пшеница на делянках площадью 10 м² в четырехкратной повторности. Погодные условия в мае – августе 2020–2024 гг. были в основном засушливыми – в 2020, 2021, 2023, 2024 гг. ГТК составлял от 0,37 до 0,68. Продолжительность периодов посев – всходы и всходы – полная спелость, урожайность семян, содержание в них белка имели криволинейную зависимость с параметрами гидротермического обеспечения. Демос 2, Красноуфимский 11, Аксайский усатый 55, Ямальский, Юлдаш, Вельвет в среднем за 5 лет сформировали урожайность 3,38–3,47 т/га. Рекордными значениями по доле белка (среднее, максимум и минимум) выделилась омская линия Л 62/14 – соответственно: 25,5 %, 24,25 и 27,1 %. По комплексу оценок 1-е место заняли Юлдаш, Красноуфимский 11; на 2-м месте сортов нет; на 3-м – Аксайский усатый, Бонус 2, Л 62/14; на 4-м – Вельвет; на 5-м – Ямальский, Саламанка. Это самый ценный исходный материал для селекции на урожайность в условиях Западной Сибири. Источники в селекции на повышение белка в семенах: Л 62/14, Благовест, Бонус 2, Демос 2, Руслан, Л-21, Л 40. Полукороткостебельные сорта Бонус 2, Демос 2, Красноуфимский 11, сочетающие повышенный уровень урожайности семян с содержанием в них белка более 24 %, можно рекомендовать для выращивания в производственных условиях Сибирского региона.

Ключевые слова: горох посевной, экологическое сортоиспытание, урожайность гороха, белок семян гороха, адаптивные свойства сортообразцов гороха

Для цитирования: Омелянюк Л.В., Пахотина И.В., Игнатьева Е.Ю., и др. Оценка адаптивности и гомеостатичности сортов и линий гороха посевного в условиях Омской области // Вестник КрасГАУ. 2026. № 2. С. 65–77. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-65-77.

Lyudmila Valentinovna Omelyanyuk¹, Irina Vladimirovna Pakhotina², Elena Yuryevna Ignatyeva³,
Akimbek Myrzaevich Asanov⁴

^{1,2,3,4}Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

¹omelyanyuk@anc55.ru

²pakhotina@anc55.ru

³ignateva@anc55.ru

⁴asanov@anc55.ru

EVALUATION OF ADAPTABILITY AND HOMEOSTASIS OF PEA (*PISUM SATIVUM*) VARIETIES AND LINES IN THE OMSK REGION

The objective of the study is to evaluate the adaptive properties of field pea accessions in terms of seed yield and protein content for inclusion of the most valuable ones in breeding and cultivation in the Siberian region. The studies were conducted in 2020–2024 at the Omsk Scientific Research Center (southern forest-steppe of Western Siberia) using generally accepted methods. The object of the study was 18 varieties and 3 lines of peas of the whiskered morphotype, bred in Russia and abroad. The ecological variety testing nursery was established mechanized using spring soft wheat as a predecessor on plots of 10 m² in quadruplicate. Weather conditions from May to August 2020–2024 were generally dry – with dry periods in 2020, 2021, 2023, and 2024. The hydrothermal coefficient ranged from 0.37 to 0.68. The duration of the sowing-to-germination and germination-to-full maturity periods, seed yield, and protein content had a curvilinear relationship with the hydrothermal support parameters. Demos 2, Krasnoufimskij 11, Aksajskij usatyj 55, Yamal'skij, Yuldash, and Vel'vet formed a yield of 3.38–3.47 t/ha on average over 5 years. The Omsk line L 62/14 showed record values for the protein share (average, maximum, and minimum) – 25.5 %, 24.25, and 27.1 %, respectively. According to the complex of assessments, Yuldash and Krasnoufimskij 11 took 1st place; no varieties were in 2nd place; and Aksajskij usatyj, Bonus 2, and L 62/14 came in 3rd; 4th – Vel'vet; 5th – Yamal'skij, Salamanka. This is the most valuable source material for breeding for yield in Western Siberia. Sources for breeding for increased seed protein include L 62/14, Blagovest, Bonus 2, Demos 2, Ruslan, L-21, and L 40. The semi-short-stemmed varieties Bonus 2, Demos 2, and Krasnoufimskij 11, which combine increased seed yield with a protein content of over 24 %, can be recommended for cultivation in the Siberian Region.

Keywords: field pea, ecological variety testing, pea yield, pea seed protein, adaptive properties of pea variety specimens

For citation: Omelyanuk LV, Pakhotina IV, Ignateva EYu, et al. Evaluation of adaptability and homeostasis of pea (*Pisum sativum*) varieties and lines in the Omsk Region. *Bulletin of KSAU*. 2026;(2):65-77. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-65-77.

Введение. Горох традиционно используется как источник белка в питании человека и рационах кормления животных. Его привлекательность для пищевой промышленности обусловлена и возможностью использования семян в качестве сырья для глубокой переработки с получением ценных ингредиентов – белка, крахмала, клетчатки и др. Эта культура является белковой альтернативой сое из-за сравнительно невысокой себестоимости, низкой аллергенности и отсутствия ГМО. Для переработки семян гороха решающее значение имеют качественные аспекты исходного сырья, в том числе и концентрация в нем белка. Исследования показали, что генотип гороха значительно влияет на количество белка, содержание в нем аминокислот и их соотношение. Соответственно, улучшение белковых характеристик культуры может быть достигнуто селекционными методами. Канадские исследователи (Университеты Саскачевана и Манитобы) установили, что различия в генотипах высокобелковых и низкобелковых линий гороха влияют на концентрацию, качество и физико-химические свойства изолятов горохо-

вого белка, произведенных из их семян, в меньшей степени – на их функциональность [1].

В результате целенаправленной работы селекционеров потенциал урожайности современных сортов гороха в благоприятных условиях может достигать 6 т/га, в то же время у современных сортов отмечается снижение содержания белка в семени. Как показали исследования А.Н. Фадеевой и К.Д. Шурхаева, в реализации потенциала сорта по показателю валового сбора белка с единицы площади решающую роль играет уровень урожайности [2]. В условиях Ростовской области максимальные значения сбора белка были получены при максимальной урожайности 4,2–4,3 т/га и содержании белка 23,5–24,0 % при положительной сильной корреляции между сбором белка и урожайностью гороха [3]. Обосновано, что одной из важных задач в селекции на качество семян гороха является снижение силы обратной зависимости урожайности зерна и концентрации в нем белка. В то же время эта связь не всегда очевидна – высокое содержание белка могут иметь и высокопродуктивные образцы гороха [4].

Доминирующее влияние на уровень урожайности и процент белка в семени оказывают условия выращивания культуры, в т. ч. такие факторы, как «год» и «пункт», а сортовые различия могут быть менее значимыми [5]. По данным А.Р. Ашиева с соавторами, в большей степени межсортовые различия по содержанию белка в зерне проявлялись в неблагоприятные годы, отличающиеся дефицитом влаги в сочетании с повышенными температурами воздуха в период «всходы – налив зерна» [6]. Критическим периодом для формирования высокого уровня белка в семени считается фаза налива и условия, в которых происходит накопление белковых веществ. В исследованиях А.Т. Катюк, проведенных в Самарском НИИСХ, концентрация белка увеличивалась при большей температуре воздуха и пониженном количестве осадков за счет уменьшения сухой массы семени. По мнению автора, интерес для селекции могут представлять генотипы с потенциалом содержания белка в семени не менее 25 % [7].

В результате изучения селекционного материала овощного гороха О.В. Путина и А.Г. Беседин установили, что при фактической засухе в период «цветение – техническая спелость» больше сухих веществ приходилось на продуктивные органы (створки и зерно): процент ассимилянтов увеличивался на 7 % для обычного морфотипа, на 5 % – для безлисточкового, но в целом накопление ассимилянтов уменьшилось по сравнению с более увлажненным годом [8]. По данным Башкирского НИИСХ, значительный недостаток осадков и высокие температуры в период цветение – созревание негативно сказались на биосинтезе белка [9].

Для реализации потенциальных возможностей сортов сельскохозяйственных культур решающее значение имеют их адаптивные свойства, способность поддерживать величину признаков на высоком уровне в изменяющихся условиях среды. Использование разных методов в оценке адаптивных свойств селекционного материала дает возможность объективно выявлять лучшие образцы для выращивания в производстве или использования в качестве ценного исходного материала в селекции [10–12].

Цель исследований – оценка адаптивных свойств сортообразцов гороха посевного по урожайности семян и доле в них белка для включения наиболее ценных в селекцию и возделывания в Сибирском регионе.

Объекты и методы. Исследования проведены в 2020–2024 гг. в ФГБНУ «Омский АНЦ» на базе лабораторий селекции зернобобовых культур и качества зерна. Объект исследований – 21 образец (18 сортов и 3 линии) гороха посевного с усатым типом листа из питомника экологического сортоиспытания (ЭКСИ): стандарт Омский 9 (включен в Госреестр РФ в 1999 г.); Благовест (2008); Триумф Сибири (2021); Бонус 2 (2022); Демос 2 (находится на ГСИ); Л 62/14 – оригинатор ФГБНУ Омский АНЦ; Зауральский 3 (2012); Сибур 2 (2020) – «Кургансемена» и ФГБНУ Омский АНЦ; Красноуфимский 11 (2014) – ФГБНУ Уральский ФАНЦ УрО РАН; Алтайский усатый (2012) – ФАНЦА: Аксайский усатый 55 (2003) – ФГБНУ Федеральный Ростовский АНЦ и «Кургансемена»; Ямальский (2004) – «Агроальянс»; Батрак (1999) – ФНЦ зернобобовых и крупяных культур; Руслан (2014) – ФГБНУ ФИЦ Красноярский НЦ СО РАН; «Кургансемена»; филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва; Л-21 и Д 40 – ФГБНУ ФИЦ Красноярский НЦ СО РАН; Юлдаш – Башкирский НИИСХ УФИЦ РАН; Саламанка (2013) – Германия; Вельвет (2013) – Австрия и Чехия; Готик (2006) и Стабил (2006) – Австрия. Исследованиями, проведенными нами ранее, доказано, что часть образцов, включенных в настоящий эксперимент, являются донорами по комплексу элементов структуры урожая: Сибур 2 (5 признаков), Вельвет (3), Триумф Сибири (3 + def), Д 40 (5). Сорт Вельвет и Д 40 обладают высокой общей комбинационной способностью (ОКС) по массе семян с растения [13].

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемогучий тяжелосуглинистый, содержание гумуса – около 6,2 % (по Тюрину), $pH_{\text{сол}} = 6,7$; содержание в слое 0–40 см: нитратного азота – от низкого до среднего, подвижного фосфора – повышенное, обменного калия (по Чirikову) – высокое. Агротехника в опыте – принятая для южной лесостепи Омской области. Основная обработка почвы – отвальная зябь. Весной – боронование в два следа и предпосевная культивация в двух направлениях. Питомник ЭКСИ закладывался по типу конкурсного сортоиспытания по предшественнику яровая мягкая пшеница на делянках площадью 10 м² в четырехкратной повторности. Посев 17–18 мая селекционной сеялкой ССФК 7 с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на гектар, весовая норма расхода семян рассчиталась с учетом лабораторной всхожести и массы 1000 семян. Перед буто-

низацией гороха проводилось опрыскивание посевов от сорняков гербицидом «Пульсар» (1 л/га), с 2023 г. – гербицидом «Корум» (1,5 л/га) + ДАШ прилипатель (1 л/га); в начале июля – обработка от вредителей и болезней баковой смесью «Титул Дуо» (0,3 л/га) + «Эсперо» (0,1 л/га). Объем рабочей жидкости – 200 л/га. Уборка напрямую в августе в фазу полной спелости (табл. 1) малогабаритными селекционными комбайнами «Хеге-125» (2020 и 2021 гг.) или Wintersteiger Classic (2022–2024 гг.). Урожайные данные приведены к 100 % чистоте и влажности 14 %.

Содержание белка в семенах гороха определяли на откалиброванном инфракрасном анализаторе «Инфралюм ФТ-12».

Математическая обработка результатов исследований сделана с использованием пакета MS Excel.

Сбор белка вычисляли по формуле из методического пособия Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В.С. Пустовойта (Краснодар) [14]:

$$\text{Сбор белка (кг/га)} = (У \cdot Б \cdot (100 - 14)) / (100 \cdot 100)$$

или

$$\text{Сбор белка (кг/га)} = У \cdot Б \cdot 8,6,$$

где У – урожайность, т/га; Б – содержание белка в семенах, %; $((100 - 14)/100) = 8,6$ – коэффициент для пересчета на влажность семян 14 %; 100 (в знаменателе) – коэффициент для пересчета в кг/га.

Дисперсионный анализ и составление вариационных рядов – по пособию Б.А. Доспехова [15].

Гомеостатичность (Ном) рассчитана по формуле, предложенной В.В. Хангильдиным [16]:

$$\text{Ном} = X^2 / [\sigma \cdot (X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}})],$$

где X – средняя по всем годам урожайность сорта или белок; σ – стандартное отклонение; $X_{\text{макс}}$ – максимальное значение показателя; $X_{\text{мин}}$ – минимальное значение показателя.

Устойчивость к стрессу и компенсаторная способность – по А.А. Гончаренко [17]:

$$\text{Устойчивость к стрессу} = X_{\text{мин}} - X_{\text{макс}}.$$

$$\text{Компенсаторная способность} = (X_{\text{мин}} - X_{\text{макс}}) / 2.$$

Индекс экологической пластичности (ИЭП) определен в соответствии с формулой, предложенной А.А. Грязновым [18]:

$$\text{ИЭП} = (XC_{2020}/X_{2020} + XC_{2021}/X_{2021} + XC_{2022}/X_{2021} + XC_{2023}/X_{2023} + XC_{2024}/X_{2024}) / 5,$$

где $X_{C_{2020}}$ – урожайность сорта (или белок) в определенном году; X_{2020} – среднее значение показателя в выборке сортов в этом году; 5 – количество лет изучения.

Параметры индекса условий среды (I_j), пластичности (b_i) и стабильности (σ^2) сортов установлены по классической методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина с соавторами [19].

Каждому анализируемому значению присвоен балл с возрастанием от худшего к лучшему. При составлении рейтинга первое место присвоено сорту с максимальной суммой баллов (наивысшая оценка), как в работе А.А. Новиковой с соавторами [12]. Но так как анализируемые показатели в выборке сортов изменяются неравномерно или скачкообразно, мы модифицировали их оценку: балл соответствует номеру класса вариационного ряда, куда входит это значение. Места в рейтинге (топ 10) по сумме баллов, набранной каждым сортом по итогам анализа всех вышеперечисленных параметров адаптивности по урожайности и белковости семян, также распределены в соответствии с номером группы вариационного ряда, но составленного на уменьшение. Итоговый рейтинг определен по формуле: $[(\text{место в рейтинге по урожайности} + \text{место в рейтинге по белку}) / 2]$ и переведен в топ 10. Место в рейтинге присвоено в соответствии с номером вариационного ряда: 1 – максимальное количество баллов, 10 – минимальное.

Суммы температур выше 10 °С и осадков рассчитаны за периоды с зафиксированными в процессе фенологических наблюдений календарными датами с использованием ежедневных данных, опубликованных на сайте «Погода в Омске – климатический монитор» (<http://pogodaiklimat.ru/monitor.php?id>). Погодные условия в мае – августе 2020–2024 гг. были очень контрастными, но в основном засушливыми, особенно от даты посева до всходов в 2020–2023 гг. (ГТК от 0,03 до 0,42) и в период вегетации (от даты всходов до полной спелости) в 2020, 2021, 2023, 2024 гг. (ГТК от 0,37 до 0,68) (табл. 1).

Дата всходов и полной спелости гороха, характеристика погодных условий за периоды «посев – всходы» и «всходы – полная спелость», урожайность зерна и содержание в нем белка в среднем по выборке сортов

Dates of emergence and pea full maturity, weather condition characteristics during the periods of sowing-emergence and emergence-full maturity, grain yield and protein content on average for the variety sampling

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Дата полных всходов	25.05	25.05	28.05	28.05	02.06
Дата полной спелости, август	6	17	11	9	13
Посев – всходы:					
количество дней	8	8	11	11	15
сумма температур выше 10 °С	166,7	184,2	217,6	158,5	81,4
сумма осадков, мм	7,0	2,0	4,9	0,5	12,8
ГТК	0,42	0,11	0,23	0,03	1,57
Всходы – полная спелость:					
количество дней	73	84	75	73	72
сумма температур выше 10 °С	1 407,2	1 605,3	1 402,8	1 513,8	1 401,0
сумма осадков, мм	58,0	108,7	187,8	72,7	57,7
ГТК	0,41	0,68	1,34	0,48	0,37
Урожайность (средняя по сортам), т/га	4,90	3,86	2,63	2,01	2,54
Индекс среды (I_j) по урожайности, т/га	1,71	0,67	-0,56	-1,18	-0,65
Белок (средний по сортам), %	23,25	22,59	24,25	22,90	23,71
Индекс среды (I_j) по белку, %	-0,09	-0,75	0,91	-0,44	0,37

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то, что сумма температур выше 10 °С и количество осадков за время вегетации гороха в 2020 и 2024 гг. практически идентичны, наиболее урожайным был 2020 г. – 4,90 т/га в среднем по сортам ($I_j = +1,71$ т/га) (табл. 1). Максимальный процент белка в среднем по выборке сортов накопился в семенах гороха в 2022 г. – 24,25 % ($I_j = +0,91$ %). В 2021 г. самое низкое содержание белка (22,59 %) ($I_j = -0,75$ %) получено в сочетании с повышенной урожайностью 3,86 т/га ($I_j = +0,67$ т/га). Очень неблагоприятными, и для формирования урожая семян гороха ($I_j = -1,18$), и для синтеза в них белка ($I_j = -0,44$), были условия 2023 г. с большими и резкими перепадами температуры воздуха: три дня подряд (4–6 июня) регистрировался столетний температурный максимум (до 36,3 °С), а 24 июня отмечена рекордно низкая за весь период метеонаблюдений ночная температура 3,2 °С. Жаркие и засушливые условия наблюдались в 1-й половине

июля, осадки в виде обильных ливней выпали лишь: 7 июля (11 мм), с 14 по 16 июля (28,6 мм) и 24 июля (18 мм) – 88 % от суммы за месяц.

Согласно линии тренда точечного графика парной корреляции, в нашем опыте продолжительность двух основных периодов развития растений гороха, урожайность семян и содержание в них белка имели криволинейную зависимость с параметрами метеоданных.

Установлена зависимость урожайности от уровня гидротермического обеспечения периода «всходы – полная спелость»:

– с ГТК

$$(y = -5,0302x^2 + 7,7087x + 1,2912, R^2 = 0,5218 \text{ (рис. 1, A)});$$

– с количеством осадков

$$(y = -0,0002x^2 + 0,0523x + 1,3245, R^2 = 0,4673).$$

Максимальный сбор зерна с единицы площади (4,90 т/га) зафиксирован в 2020 г. при ГТК = 0,41.

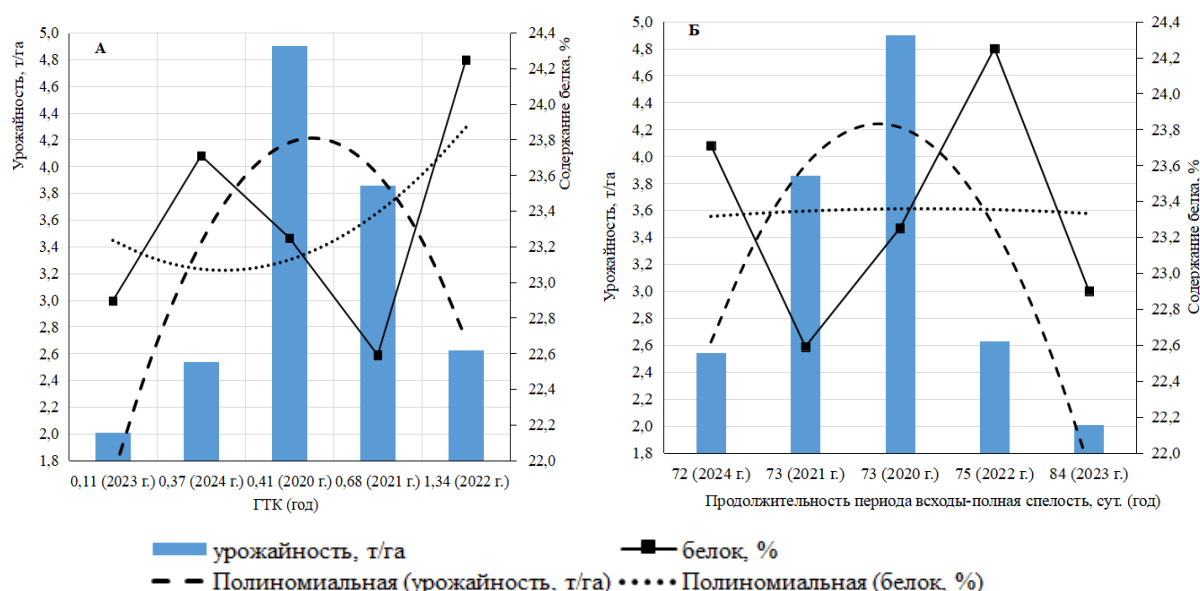


Рис. 1. Уровень урожайности зерна и содержания в нем белка в зависимости: от А – ГТК за период всходы – полная спелость; Б – продолжительности периода всходы – полная спелость
Levels of grain yield and protein content depending on the following: А – hydrothermal index during the period from germination to full maturity; Б – duration of the period from germination to full maturity

Все изучаемые в опыте сортообразцы имели одинаковую дату полных всходов и отличались друг от друга по скорости созревания лишь на 2–3 дня. Связь продолжительности периода (посев – всходы) с ГТК определяется формулой $y = 6,5757x^2 - 7,5235x + 10,591$, $R^2 = 0,7786$ – дольше всего (15 дней) всходы появлялись в 2024 г. при ГТК = 1,57. Связь вегетационного периода (всходы – полная спелость) с ГТК менее очевидна, максимальное значение (84 дня) зафиксировано в 2021 г. при ГТК = 0,68: $y = -16,852x^2 + 28,854x + 67,286$, $R^2 = 0,4237$. От продолжительности этого периода зависит уровень урожайности: $y = 0,056x^2 - 8,9395x + 357,62$, $R^2 = 0,7229$ (см. рис. 1, Б). Оптимальное значение – 73 дня.

Самое большое влияние на уровень накопления белка в семенах оказывала сумма температур выше 10 °С: $y = -0,006x + 32,197$, $R^2 = 0,7048$, при увеличении интенсивности теплообеспечения доля белка снижалась ($r = -0,840 \pm 0,068$). Улучшение условий увлажнения положительно влияло на процессы синтеза белка. С суммой осадков, выпавших в течение периода вегетации, анализируемая зависимость описывается формулой $y = 7E-05x^2 - 0,0099x + 23,394$, $R^2 = 0,4585$. Максимальный уровень белка (24,25 %) получен в 2022 г. при наиболь-

шей в опыте сумме осадков 187,8 мм. Связь с ГТК имеет такую же траекторию линии тренда: $y = 1,3824x^2 - 1,2413x + 23,349$, $R^2 = 0,5067$ (см. рис. 1, А) – наиболее благоприятное гидро-термическое обеспечение для синтеза белка складывалось при ГТК более 1.

В анализируемой выборке сортов урожайность и белок, как в целом по опыту, так и в индивидуальных условиях каждого года, не имели между собой достоверно значимой зависимости. Исключением является неблагоприятный для гороха 2023 г. – выявлена достоверная отрицательная корреляция средней силы между этими показателями ($r = -0,666 \pm 0,171$).

В любых погодных условиях сбор белка с единицы площади стабильно обеспечивался уровнем урожайности – коэффициент корреляции между этими показателями положительный и очень высокий (r – от 0,894 до 0,950). Средняя достоверная положительная связь сбора белка с его процентом в семенах гороха выявлена лишь в 2021 г. ($r = 0,554 \pm 0,191$) и в 2024 г. ($r = 0,455 \pm 0,204$).

Сорта Демос 2, Красноуфимский 11, Аксайский усатый 55, Ямальский, Юлдаш, Вельвет вошли в пятую группу с наибольшей урожайностью в среднем за 5 лет (от 3,38 до 3,50 т/га) (табл. 2).

Содержание белка и урожайность сортов гороха
Protein content and yield of pea varieties

Сорт/оригинатор	Белок, %			Урожайность, т/га		
	среднее	min	max	среднее	min	max
Омский 9, ст-т	22,3/2*	21,3/2	23,6/3	3,06/2*	2,05/6	4,81/5
Благовест	24,0/6	23,2/8	24,5/5	3,09/3	2,05/6	4,53/4
Триумф Сибири	22,3/2	21,5/3	22,7/1	2,99/2	2,17/7	3,87/1
Бонус 2	24,5/8	23,1/7	26,8/8	3,18/3	1,83/4	4,82/6
Демос 2	24,4/8	23,4/8	26,1/8	3,42/5**	1,90/4	4,48/4
Л 62/14	25,5/10**	24,2/10	27,1/10	3,10/3	1,77/3	4,69/5
Зауральский 3	22,6/2	21,1/2	23,7/3	3,20/3	2,36/9	4,7/5
Сибур 2	22,0/1	21,5/2	22,5/1	3,15/3	1,71/2	5,75/10
Красноуфимский 11	23,9/6	22,6/6	25,2/6	3,38/5	1,93/5	5,30/8
Алтайский усатый	23,3/4	22,3/5	24,0/4	3,29/4	1,92/5	4,99/6
Аксайский усатый 55	22,6/2	21,3/2	24,0/4	3,38/5	2,54/10	5,35/8
Ямальский	21,9/1	21,3/2	23,0/2	3,50/5	2,28/8	5,29/8
Батрак	23,5/5	22,7/6	24,5/5	3,05/2	1,81/3	4,81/5
Руслан	24,1/7	22,0/4	25,6/7	2,82/1	1,91/4	3,91/1
Л – 21	24,0/6	22,9/7	25,3/7	3,08/2	2,02/6	4,22/2
Д 40	24,4/7	24,0/10	24,9/6	2,81/1	1,52/1	5,05/7
Юлдаш	23,8/6	22,0/4	25,5/7	3,45/5	2,50/10	5,18/7
Саламанка	22,7/3	22,0/4	23,5/3	3,34/4	2,05/6	5,51/9
Вельвет	22,5/2	21,0/2	24,0/4	3,47/5	2,15/7	5,43/9
Готик	22,5/2	20,6/1	24,4/5	2,85/1	1,59/1	4,87/6
Стабил	23,1/4	21,9/4	24,3/4	3,33/4	1,91/4	5,34/8
НСР ₀₅	1,6	1,9		0,29	0,40	

Примечание: * – в числителе – значение показателя, в знаменателе – ранг, соответствующий номеру группы вариационного ряда; ** – лучшее значение (для табл. 2–4).

В благоприятном 2020 г. потенциал этих сортов – более 5 т/га, но самым урожайным оказался сорт Сибур 2 – 5,75 т/га (+0,94 т/га к стандарту Омский 9). В 2023 г. Аксайский усатый 55 и Юлдаш проявили наилучшую устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, сформировав максимальную в выборке сортов урожайность 2,5 т/га (+0,5 т/га к стандарту Омский 9). Самыми низкоурожайными в среднем за 5 лет оказались Руслан, Д 40 и Готик – 2,8 т/га.

Рекордными значениями (среднее, максимум и минимум) по доле белка выделилась линия Л 62/14 – соответственно: 25,5 %; 24,25 и 27,1 % (табл. 2).

Самый низкий белок – у сортов Сибур 2 и Ямальский (от 21 до 23 %). Наиболее высокий сбор белка обеспечили Демос 2 и Юлдаш –

716,7 и 707,5 кг/га; минимальный показатель у сортов Триумф Сибири и Готик – 571,5 и 559,5 кг/га (табл. 4).

Самыми гомеостатичными по урожайности зерна были: Юлдаш, Саламанка и Вельвет – Нот от 0,963 до 1,609 (табл. 3); по содержанию белка в семени: Бонус 2, Демос 2 и Красноуфимский 11 – Нот от 389,2 до 395,5 (табл. 4).

Устойчивость к стрессу ($X_{\min} - X_{\max}$) имеет отрицательные значения, меньшая разница между минимальным и максимальным показателем определяет наиболее стрессоустойчивые генотипы [20]. В нашем опыте такими сортами являются: по урожайности – Триумф Сибири (10 баллов) и Руслан (9 баллов); по содержанию белка – Сибур 2, Д 40 (10 баллов) и Благовест, Триумф Сибири (9 баллов).

Характеристика сортов по урожайности зерна
Variety characteristics in terms of grain yield

Сорт/ оригинатор	Ном	Устойчивость к стрессу	Компенса- торная способность	ИЭП	Пластичность bi	Стабильность σ^2	Сумма рангов
Омский 9, ст-т	0,662/4	-2,76/6	3,43/6	0,96/3	0,99/3	0,09/10	45
Благовест	0,699/4	-2,48/7	3,29/4	0,98/3	0,88/2	0,03/10	43
Триумф Сибири	0,521/2	-1,70/10	3,02/2	0,97/3	0,64/1	0,08/9	37
Бонус 2	0,778/6	-2,99/5	3,32/5	0,99/3	1,04/4	0,03/10	46
Демос 2	0,924/9	-2,58/7	3,19/3	1,09/5	0,80/2	0,50/1	40
Л 62/14	0,660/4	-2,92/5	3,23/4	0,96/3	1,09/4	0,14/8	39
Зауральский 3	0,782/6	-2,34/8	3,53/7	1,02/4	0,83/2	0,02/10	54
Сибур 2	0,809/7	-4,04/1	3,73/9	0,96/3	1,27/5	0,27/5	45
Красноуфимский 11	0,993/10	-3,37/4	3,62/8	1,05/5	1,11/4	0,02/10	59
Алтайский усатый	0,907/8	-3,07/5	3,46/6	1,03/4	1,02/3	0,02/10	51
Аксайский усатый 55	0,906/8	-2,81/6	3,94/10	1,08/5	0,99/3	0,12/8	63
Ямальский	0,883/8	-3,01/5	3,78/9	1,09/5	1,20/5	0,20/7	60
Батрак	0,925/5	-3,00/5	3,31/5	0,95/3	0,99/3	0,02/10	41
Руслан	0,433/1	-2,00/9	2,91/1	0,90/2	0,74/1	0,08/9	29
Л – 21	0,639/3	-2,20/8	3,12/3	0,98/3	0,83/2	0,10/9	38
Д 40	0,523/1	-3,53/3	3,28/4	0,84/1	1,27/5	0,05/10	33
Юлдаш	1,009/10	-2,68/6	3,84/10	1,10/5	0,91/3	0,07/9	65
Саламанка	0,963/10	-3,46/4	3,78/9	1,04/5	1,12/4	0,09/9	60
Вельвет	1,013/10	-3,28/8	3,79/9	1,09/5	1,09/4	0,23/6	63
Готик	0,603/3	-3,28/8	3,23/4	0,88/1	1,04/4	0,12/8	36
Стабил	0,930/9	-3,43/3	3,62/8	1,03/4	1,13/4	0,11/8	52

Компенсаторная способность определяет реакцию сорта на условия выращивания, ее высокое значение показывает степень соответствия между уровнем анализируемого показателя и факторами среды [21]. Максимальные 10 баллов по урожайности получили сорта Аксайский усатый 55 и Юлдаш, а линия Л 62/14 – по белку.

Одним из важных параметров экологической пластичности является индекс ИЭП – чем он выше, тем ценнее сорт [20]. Индекс выше единицы зафиксирован у 8 сортов по урожайности – лучшие с ИЭП = 1,09–1,10: Демос 2, Аксайский усатый 55, Ямальский, Юлдаш, Вельвет и 11 сортов по белку – максимальный ИЭП = 1,09 у Л 62/14.

Таблица 4

Характеристика сортов по содержанию белка в зерне
Variety characteristics in terms of protein content in grain

Сорт/ Оригинатор	Сбор белка, кг/га*	Ном	Устойчи- вость к стрессу	Компенсаторная способность	ИЭП	Пластич- ность bi	Стабиль- ность σ^2	Сумма рангов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Омский 9, ст-т	584,2/2	255,5/3	-2,3/6	22,45/2	0,96/1	1,50/7	0,03/10	38
Благовест	633,1/5	303,1/6	-1,3/9	23,85/6	1,03/3	0,53/3	0,30/10	61
Триумф Сибири	571,5/1	277,0/4	-1,2/9	22,10/1	0,96/1	0,34/2	0,24/10	34
Бонус 2	664,5/7	390,5/10	-3,7/1	24,95/8	1,05/4	1,92/9	0,44/9	71
Демос 2	716,7/10	395,5/10	-2,7/4	24,75/8	1,05/4	0,78/4	0,97/7	71
Л 62/14	675,3/8	351,1/8	-2,9/3	25,65/10	1,09/5	2,01/9	0,20/10	83
Зауральский 3	624,8/5	264,9/3	-2,6/5	22,40/2	0,97/1	1,22/6	0,84/8	37
Сибур 2	594,2/3	278,3/4	-1,0/10	22,00/1	0,95/1	0,25/1	0,20/10	34

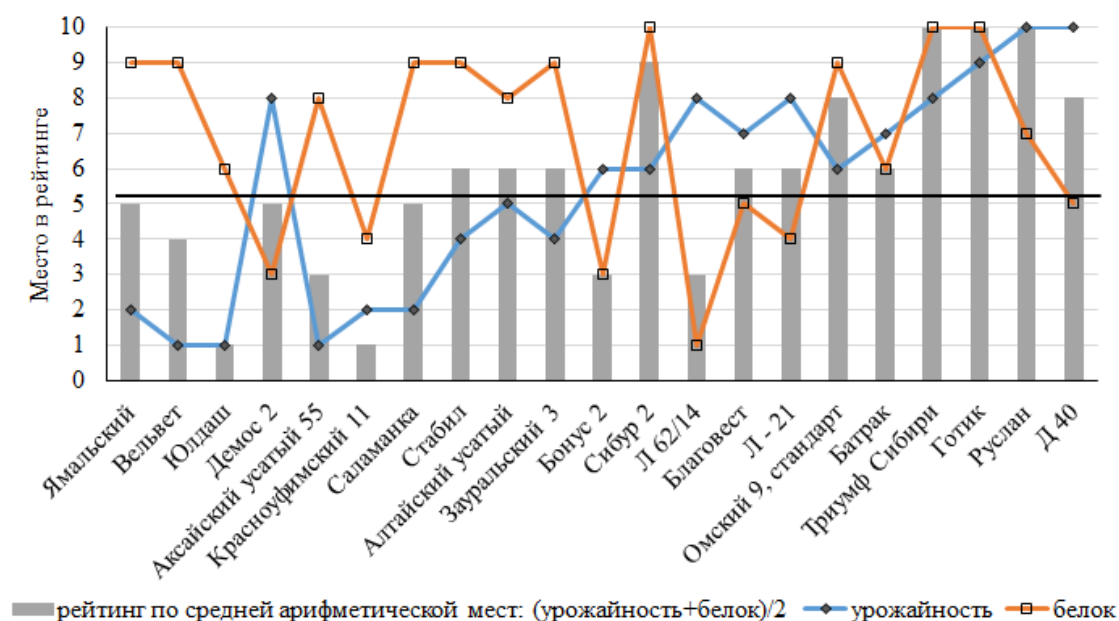
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Красноуфимский 11	693,7/9	382,2/10	-2,6/5	23,90/6	1,02/3	0,94/4	0,65/8	63
Алтайский усатый	652,4/6	273,1/4	-1,7/7	23,15/4	1,00/2	0,70/3	0,54/9	48
Аксайский усатый 55	659,7/7	248,8/3	-2,7/4	22,65/2	0,97/2	1,67/7	0,49/9	42
Ямальский	654,0/7	209,3/1	-1,7/8	22,15/1	0,94/1	1,20/6	0,15/10	39
Батрак	615,0/4	297,8/5	-1,8/7	23,60/5	1,01/3	0,97/5	0,27/10	55
Руслан	577,8/2	361,6/9	-3,6/1	23,80/5	1,03/4	1,18/5	1,78/4	48
Л-21	636,0/5	333,4/7	-2,4/5	24,10/6	1,03/4	1,43/6	0,15/10	63
Д 40	688,4/2	341,5/8	-0,9/10	24,45/7	1,05/4	0,49/3	0,06/10	67
Юлдаш	707,5/10	298,2/5	-3,5/1	23,75/5	1,02/3	2,08/10	0,86/8	59
Саламанка	652,1/6	328,7/7	-1,5/8	22,75/3	0,97/2	0,55/3	0,21/10	49
Вельвет	670,3/8	279,1/4	-3,0/3	22,50/2	0,96/1	1,70/8	0,34/9	43
Готик	559,5/1	296,9/5	-3,8/1	22,50/2	0,97/1	0,29/1	2,84/1	20
Стабил	659,1/6	312,3/6	-2,4/5	23,10/3	0,99/2	0,26/1	1,16/7	42

* – среднее за 5 лет.

Высокую отзывчивость на улучшение условий среды ($b_i > 1$) по урожайности и белковости семян проявили 11 и 10 сортов соответственно. Наибольшие значения коэффициента линейной регрессии ($b_i = 1,27$) выявлены по первому анализируемому показателю у омского сорта Сибур 2 и красноярской линии Д 40; по второму – у омских образцов Бонус 2 ($b_i = 1,92$), Л 62/14 ($b_i = 2,01$) и у сорта башкирской селекции Юл-

даш ($b_i = 2,08$). Самыми нестабильными в опыте были соответственно сорта Демос 2 ($\sigma^2 = 0,50$) и Готик ($\sigma^2 = 2,84$).

По результатам общей оценки, учитывающей все анализируемые показатели адаптивных свойств гороха, составлен комплексный рейтинг изучаемых сортов. Сравнение мест в рейтинге наглядно показывает несоответствие оценок по отдельно взятым номинациям (рис. 2).



Сорта расположены в порядке возрастания средней за 5 лет урожайности зерна

Рис. 2. Комплексный рейтинг (top 10) сортов гороха в соответствии с суммой баллов по всем анализируемым показателям адаптивности по урожайности семян и содержания в них белка

Integrated ranking (top 10) of pea varieties according to the total points for all analyzed indices of adaptability regarding seed yields and seed protein content

В нашем опыте корреляция уровня урожайности или белка с суммарной оценкой (топ 10) отдельно по каждому из этих показателей очень высокая: $r = -0,860 \pm 0,117$ и $r = -0,933 \pm 0,082$ соответственно. Но итоговый рейтинг сорта, составленный по результатам комплексной оценки его адаптивных свойств, в основном зависит от урожайности ($r = -0,734 \pm 0,156$) и не имеет достоверной связи с белком. Это еще раз доказывает преимущество урожайности семян перед их качеством.

Наши результаты по изучению влияния гидротермического обеспечения на синтез белка в основном совпадают с выводами ученых, сделанными на основе другого экспериментального материала гороха [8, 9]. Сильное отрицательное влияние на уровень белка в семенах оказывала сумма температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($r = -0,840 \pm 0,068$). Наиболее благоприятные условия для накопления белка складывались при достаточном увлажнении (ГТК = 1,3).

Исследования выявили различную реакцию сортов из питомника экологического сортоиспытания на изменение погодных условий. У большинства изученных сортообразцов есть положительные характеристики по отдельным оценкам: Благовест, Руслан, Л-21 и Д 40 отличались повышенным содержанием белка; Омский 9 имел высокий коэффициент пластичности (b_i) по белку в сочетании со стабильностью; у сорта Триумф Сибири выявлена наибольшая в опыте устойчивость к стрессу и стабильность по урожайности; Сибур 2 – рекордсмен в опыте по максимальной урожайности и пластичности, а также имеет устойчивость к стрессу и стабильность по белку; Батрак и Л-21 получили наибольший балл для коэффициента стабильности как по урожайности зерна, так и по содержанию в нем белка; у линии Д 40 выявлен самый высокий b_i по урожайности в сочетании с ее стабильностью, а также 10 баллов в трех номинациях по белку (минимальное содержание, устойчивость к стрессу и стабильность).

Выявлены перспективные генотипы с урожайностью в среднем за 5 лет 3,38–3,47 т/га (Демос 2, Красноуфимский 11, Аксайский усатый 55, Ямальский, Юлдаш, Вельвет) и содержанием белка 24,0–24,5 % (Благовест, Бонус 2, Демос 2, Руслан, Л-21, Л 40). Рекордными значениями (среднее, максимум и минимум) по доле белка выделилась омская линия Л 62/14, соответственно: 25,5 %, 24,25 % и 27,1 %. Наи-

большим сбором белка (716,7 и 707,5 кг/га) отличились высокоурожайные сорта Демос 2 и Юлдаш.

В топ 5 по всему комплексу проанализированных показателей по урожайности вошли 9 сортов, из них первое место заняли Вельвет, Юлдаш, Аксайский усатый 55; на втором месте самый продуктивный в опыте сорт Ямальский, а также Красноуфимский 11 и Саламанка; на третьем сортов нет, на четвертом – Стабил и Зауральский 3. В топ 5 по белку вошли 6 сортообразцов, но три из них находятся во второй половине рейтинга по средней урожайности: лидером является перспективная омская линия Л 62/14, на втором месте сортов нет, третье место также у омских сортов Бонус 2 и Демос 2. В топ 5 сразу по всем трем номинациям (урожайность, белок, общий рейтинг) вошел лишь Красноуфимский 11. Необходимо отметить, что этот сорт и вышеназванные высокобелковые Бонус 2 и Демос 2 относятся к короткостебельным иобладают повышенной устойчивостью к полеганию.

Заключение. В результате анализа пятилетних данных, полученных при испытании в контрастных условиях Сибирского региона сортов и линий гороха усатого морфотипа различного происхождения (21 шт.), установлено, что продолжительность периодов «посев – всходы» и «всходы – полная спелость», урожайность зерна, доля белка имели криволинейную зависимость с параметрами гидротермического обеспечения. Самое сильное отрицательное влияние на уровень накопления белка в зерне оказывала сумма температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($r = -0,840 \pm 0,068$). Оптимальное гидротермическое обеспечение для синтеза белка складывалось при ГТК = 1,3. Лишь в неблагоприятном для гороха 2023 г. выявлена достоверная отрицательная корреляция между урожайностью и белком ($r = -0,666 \pm 0,171$).

Наиболее сильно урожайность зависела от продолжительности вегетационного периода: $y = 0,056x^2 - 8,9395x + 357,62$, $R^2 = 0,7229$. Ежегодно, независимо от погодных условий, сбор белка с единицы площади стабильно обеспечивался за счет уровня урожайности (r от 0,894 до 0,950).

Самым объективным, на наш взгляд, является рейтинг суммарной балльной оценки по всему комплексу параметров адаптивности и гомеостатичности: 1-е место – Юлдаш и Красноуфимский 11; 2-е место – сортов нет; 3-е мес-

то – Аксайский усатый 55, Бонус 2, Л 62/14; 4-е место – Вельвет; 5-е место – Ямальский, Саламанка. Установлено, что этот рейтинг в основном зависит от средней за 5 лет урожайности ($r = -0,734 \pm 0,156$) и не имеет достоверной связи с белком.

Все вышеперечисленные сорта, вошедшие в топ 5 итогового рейтинга, а также Стабил и Зауральский 3 – ценный исходный материал для селекции на урожайность в условиях рискованного земледелия Западной Сибири. К потенциальным источникам в селекции гороха на по-

вышение содержания белка можно отнести: Л 62/14, Благовест, Бонус 2, Демос 2, Руслан, Л-21, Д 40.

Новые омские полукороткостебельные сорта Бонус 2, Демос 2 и Красноуфимский 11 (ФГБНУ Уральский ФАНЦ УрО РАН), сочетающие повышенный уровень урожайности зерна с содержанием белка более 24 %, можно рекомендовать для выращивания в производственных условиях Сибирского региона с целью получения качественного сырья для глубокой переработки и производства белковых изолятов.

Список источников

1. Galves C., Krishna Kishore Gali, Warkentin T.D., et al. High- and low-protein pea genotypes: a comparative study of the physicochemical, functional, and quality properties of protein isolates. // *Cereal Chemistry*. 2025. V. 102. P. 697–710. DOI: 10.1002/cche.10889.
2. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д. Адаптивные свойства сортов гороха селекции Татарского НИИСХ // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. № 4. С. 5–14. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-5-14.
3. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В., и др. Урожайность, качество зерна и сбор белка образцов гороха посевного селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // *Зерновое хозяйство России*. 2024. Т. 16, № 3. С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-92-3-12-17.
4. Пшеничная И.А., Филатова И.А., Беляева Е.П., и др. Оценка качества сортообразцов гороха на заключительном этапе селекционного процесса // *НПЖ Зернобобовые и крупяные культуры*. 2017. № 3. С. 39–43.
5. Идимешев Н.В., Кадычегова В.И., Кадычегова А.Н. Экологическая адаптивность гороха по содержанию белка в зерне в агроландшафтах республики Хакасия // *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 5. С. 41–45.
6. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Влияние вегетационного периода на содержание белка в семенах // *Зерновое хозяйство России*. 2022. Т. 14, № 6. С. 5–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-5-10.
7. Катюк А.Т. Формирование белка и пищевые достоинства перспективных линий гороха в лесостепи Среднего Поволжья // *Аграрный вестник Урала*. 2021. № 12. С. 41–49. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-41-49.
8. Путина О.В., Беседин А.Г. Абиотические стресс-факторы и их влияние на накопление ассимилятов растениями и урожайность овощного гороха // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. № 180. С. 51–59. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-51-59.
9. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П. Результаты изучения коллекции гороха в условиях южной лесостепи республики Башкортостан // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36, № 6. С. 31–35. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_31.
10. Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Влияние абиотических факторов северо-западного региона на уровень содержания белка и адаптивную изменчивость диплоидных сортов озимой ржи // *Вестник КрасГАУ*. 2024. № 7. С. 64–74. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-64-75.
11. Давлетов Ф.А., Ахмадуллина И.И., Сафин Ф.Ф., и др. Гомеостатичность и адаптивность сортов гороха разных морфотипов // *Вестник Казанского ГАУ*. 2019. № 4 (35). С. 27–31. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-27-31.
12. Новикова А.А., Гречишкина О.С., Емельянова А.А., и др. Параметры адаптивности и гомеостатичности сортов ярового ячменя в условиях Оренбургской области // *Земледелие*. 2022. № 8. С. 35–38. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-8-35-38.

13. Омелянюк Л.В., Кармазина А.Ю., Асанов А.М., и др. Комбинационная способность образцов гороха в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2024. № 9. С. 63–71. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-63-71.
14. Методика проведения полевых агротехнологических опытов с масличными культурами. Под общей редакцией В.М. Лукомца. 2-е издание, переработанное и дополненное. Краснодар: Всероссийский НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта, 2010. 254 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд. М.: Колос, 1985. 351 с.
16. Хангильдин В.В. О принципах модернизирования сортов интенсивного типа. Генетика количественных признаков сельскохозяйственных культур. М.: Наука, 1978. С. 111–116.
17. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
18. Грязнов А.А. Карабальский ячмень. Кустанай, 1996. С. 45–52.
19. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., и др. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). Уфа: Центр с.-х. консультирования РБ, 2011. С. 29–44.
20. Филиппов Е.Г., Брагин Р.Н., Донцов Д.П. Анализ показателей адаптивности сортов и линий ярового ячменя в экологическом сортоиспытании // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 4. С. 221–230.
21. Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов яровой твердой пшеницы по урожайности зерна // Таврический вестник аграрной науки. 2024. № 3. С. 8–17. DOI: 10.5281/zenodo.13777879.

References

1. Galves C, Krishna Kishore Gali, Warkentin TD, et al. High- and low-protein pea genotypes: a comparative study of the physicochemical, functional, and quality properties of protein isolates. *Cereal Chemistry*. 2025;102:697-710. DOI: 10.1002/cche.10889.
2. Fadeyeva AN. Adaptive properties of pea varieties breeding of the Tatar Research Institute of Agriculture. *Legumes and goat crops*. 2021;4:5-14. (In Russ.). DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-5-14.
3. Ashiyev AR, Khabibullin KN, Skulova MV, et al. Productivity, seed quality and protein yield of pea samples developed by the FSBAI «ARC «Donskoy». *Grain Economy of Russia*. 2024;3:12-17. (In Russ). DOI: 10.31367/2079-8725-2024-92-3-12-17.
4. Pshenichnaya IA, Filatova IA, Belyayeva YEP, et al. Quality assessment of samples of pea varieties at the final stage of the selection process. *Legumes and goat crops*. 2017;3:39-43. (In Russ.).
5. Idimeshev NV, Kadychegova VI, Kadychegova AN. Ecological pea adaptability in grain protein content in agrolandscapes of the Khakas Republic. *Bulletin of KSAU*. 2018;5:41-45. (In Russ.).
6. Ashiyev AR, Khabibullin KN, Skulova MV. The effect of a vegetation on period protein percentage in seed of the pea collection samples. *Grain Economy of Russia*. 2022;6:5-10. (In Russ.). DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-5-10.
7. Katyuk AT. Protein formation and nutritional advantages of promising pea lines in the forest-steppe of the Middle Volga Region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021;12:41-49. (In Russ.). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-41-49.
8. Putina OV, Besedin AG. Abiotic stressors and their effect on the accumulation of assimilates by plants and yield of vegetable pea. *Proceedings on applied botany genetics and breeding*. 2019;2:51-59. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-51-59.
9. Davletov FA, Gainullina KP. Results of studying the pea collection in conditions of the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2022;6:31-35. (In Russ.). DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_31.
10. Safonova IV, Anis'kov NI. Influence of abiotic factors of the North-West Region on the protein content level and adaptive variability of winter RYE diploid varieties. *Bulletin of KSAU*. 2024;7:64-74. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-64-75.

11. Davletov FA, Akhmadullina II, Safin FF, et al. Homeostaticity and adaptivity of pea varieties of different morphotypes. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2019;4:27-31. (In Russ.). DOI: 10.12737/2073-0462-2020-27-31.
12. Novikova AA, Grechishkina OS. Parameters of adaptability and homeostasis of spring barley varieties under the conditions of the Orenburg region. *Zemledeliye*. 2022;8:35-38. (In Russ.). DOI: 10.24412/0044-3913-2022-8-35-38.
13. Omel'yanyuk LV, Karmazina AYU, Asanov AM, et al. Pea samples combinatory ability in Western Siberia conditions. *Bulletin of KSAU*. 2024;9:63-71. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-63-71.
14. *Metodika provedeniya polevykh agrotekhnologicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami*. Pod obshchey redaktsiyey VM Lukomtsa. 2-e izdaniye, pererabotannoye i dopolnennoye. Krasnodar: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut maslichnykh kul'tur im. VS Pustovoyta, 2010. P. 254. (In Russ.).
15. Dospexov BA. *Metodika polevogo opyta*. 5-e izd. Moskva: Kolos; 1985. 351 p. (In Russ.).
16. Khangil'din VV. O printsipakh modernizirovaniya sortov intensivnogo tipa. In: *Genetika kolichestvennykh priznakov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. Moskva: Nauka; 1978. P. 111–116. (In Russ.).
17. Goncharenko AA. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kul'tur. *Vestnik RASXN*. 2005;6:49-53. (In Russ.).
18. Gryaznov AA. *Karabal'skiy yachmen'*. Kustanaj; 1996. P. 45–52. (In Russ.).
19. Zykin VA, Belan IA, Yusov VS, et al. *Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaystvennykh rasteniy (metodika i otsenka)*. Ufa: Tsentr s.-kh. konsul'tirovaniya RB; 2011. P. 29–44. (In Russ.).
20. Filippov YEG, Bragin RN, Dontsov DP. Analysis of adaptability indicators of spring barley varieties and lines in the ecological testing. *Tavrida herald of the agrarian sciences*. 2022;4:221-230. (In Russ.).
21. Besaliyev IN, Panfilov AL. Assessment of ecological plasticity and stability of spring durum wheat varieties in terms of grain yield. *Tavrida herald of the agrarian sciences*. 2024;3:8-17. (In Russ.). DOI: 10.5281/zenodo.13777879.

Статья принята к публикации 17.11.2025 / The article accepted for publication 17.11.2025.

Информация об авторах:

Людмила Валентиновна Омелянюк, главный научный сотрудник лаборатории селекции зернобобовых культур, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Ирина Владимировна Пахотина, заведующая лабораторией качества зерна, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна, кандидат сельскохозяйственных наук

Елена Юрьевна Игнатьева, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна, кандидат сельскохозяйственных наук

Акимбек Мырзаевич Асанов, заведующий лабораторией селекции зернобобовых культур, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции зернобобовых культур, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Lyudmila Valentinovna Omelyanyuk, Chief Researcher, Legume Breeding Laboratory, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

Irina Vladimirovna Pakhotina, Head of the Grain Quality Laboratory, Leading Researcher, Grain Quality Laboratory, Candidate of Agricultural Sciences

Elena Yuryevna Ignatyeva, Leading Researcher, Grain Quality Laboratory, Candidate of Agricultural Sciences

Akimbek Myrzaevich Asanov, Head of the Legume Breeding Laboratory, Leading Researcher, Legume Breeding Laboratory, Candidate of Agricultural Sciences