

СТАТЬЯ

УДК 633.31/.37

DOI 10.17513/use.38459

**ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ
ГОРОХА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ****Калинин В.Ю., Субботин А.Г.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
имени Н.И. Вавилова», Саратов, Российская Федерация, e-mail: subbotinag2014@mail.ru*

В статье представлены результаты полевых исследований по особенностям роста и развития различных сортов посевного гороха в условиях Саратовского Правобережья. Экспериментальная часть проведена на опытном участке с южным черноземом в ИП Калинин Ю.В., расположенном в центральной Правобережной микроне, характеризующейся континентальным климатом. Средняя высота растений за 3 года исследований показала, что сорта Готик, Самариус и Аудит достоверно превышают стандартный сорт по этому параметру. Площадь листовой поверхности у всех изучаемых сортов демонстрировала плавное увеличение от фазы ветвления до фазы цветения – начала формирования бобов, после чего наблюдалось снижение данного показателя к моменту созревания. Максимальная площадь листьев у всех сортов была отмечена в фазе формирования бобов. На контрольном варианте (Агроинтел) посевы сформировали площадь листовой поверхности около 39,8 тыс. м²/га. Сорта Готик и Фараон показали преимущество по данному параметру, достигая 42,2–44,7 тыс. м²/га. В ходе исследований установлены различия в формировании продуктивности сухой и сырой надземной массы у изучаемых образцов гороха. Сорта Агроинтел, Готик и Самариус продемонстрировали наименьшие показатели продуктивности: 8,51–8,55 т/га сырой массы и 5,95–6,02 т/га сухой надземной биомассы. В свою очередь, сорта Аудит, Стабил и Фараон сформировали большую по величине надземную массу в условиях Саратовского Правобережья: 6,12–6,33 т/га сухого и 8,70–9,32 т/га сырого вещества. Среди изучаемых сортов наибольшая величина продуктивности зеленой и сухой биомассы была отмечена у сорта Фараон. Максимальная урожайность среди изученных сортов была получена на опытных делянках с сортом Самариус – 2,61 т/га. По содержанию протеина в зерне гороха достоверное преимущество было выявлено у сорта Готик.

Ключевые слова: горох, сорт, рост, развитие, урожайность

**EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF VARIOUS PEAS SOWN
IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION****Kalinin V.Yu., Subbotin A.G.**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov”,
Saratov, Russian Federation, e-mail: subbotinag2014@mail.ru*

The article presents the results of research on the growth and development of various varieties of field peas in the conditions of the Saratov Right Bank. The research was carried out on an experimental plot at the Kalinin Y.V. private enterprise located in the Lower Volga region with a continental climate on southern chernozem. The assessment of plant height parameters over an average of three years revealed varieties that significantly exceeded the standard: Gothic, Samarius, and Audit. The measurement of the leaf surface area revealed a smooth increase in the leaf surface area from the branching phase to the flowering-bean formation phase, followed by a decrease in this indicator by the time of maturity. During the bean formation phase, all the studied varieties had the largest leaf surface area. In the control variant (the Agrointel pea variety), the pea crops formed a leaf surface area of about 39.8 thousand m²/ha, but the Gothic and Pharaon varieties had an advantage in this regard, with an area of 42.2–44.7 thousand m²/ha. The differences in the formation of dry and wet above-ground mass in the studied pea varieties were established. The varieties Agrointel, Gotik, and Samarius had the lowest productivity rates of 8.51–8.55 t/ha of raw mass and 5.95–6.02 t/ha of dry above-ground biomass. In contrast, the varieties Audit, Stabil, and Pharaon accumulated a large above-ground mass in the conditions of the Saratov Right Bank, with 6.12–6.33 t/ha of dry matter and 8.70–9.32 t/ha of raw matter. Among the studied varieties, the Pharaon pea variety had the highest productivity of green and dry biomass. The Samarius pea variety had the highest yield of 2.61 t/ha. The Gothic variety has a significant advantage in terms of protein content in pea grains.

Keywords: peas, variety, growth, development, and yield

Введение

Анализ научных данных показывает, что в мировом сельском хозяйстве зернобобовые культуры играют значительную роль благодаря их широкому применению в различных отраслях человеческой деятельности (пищевой промышленности, животноводстве

и др.) [1–3]. Увеличение их доли в структуре посевных площадей способствует снижению химической нагрузки на почву, а также положительно влияет на поддержание и сохранение ее плодородия. Вследствие этого многие культуры этой группы широко используются в современных системах производства органической продукции.

Одной из древнейших культур, относящейся к семейству бобовых, является горох. Первые свидетельства его выращивания датируются раскопками возрастом 7–9 тыс. лет до н.э. В нашей стране горох стал известен с VI–VIII вв. В современных условиях культура пользуется стабильным спросом благодаря своей высокой пищевой ценности [4–6]. Последние достижения в пищевой промышленности позволяют использовать зерно этой ценной зернобобовой культуры более разнообразно и полноценно. Кроме того, включение гороха в севооборот способствует восстановлению плодородия почвы, что делает его ценным предшественником для большинства полевых культур [7–9].

Несмотря на неоспоримую ценность и преимущества гороха как культуры, посевные площади и урожайность зерна в нашей стране, включая Саратовскую область, остаются на недостаточно высоком уровне [10, 11]. Доля его в производстве растительного белка в настоящее время не превышает 3–5 %. Ввиду разнообразия сортов гороха возникает острая необходимость в их производственной оценке в конкретных почвенно-климатических условиях [12]. Исходя из этого, изучение продукционного процесса различных генотипов гороха на черноземах южных Правобережья Саратовской области имеет актуальное значение.

Цель исследования – изучить параметры роста, развития и продуктивность различных сортов гороха на южных черноземах Саратовского Правобережья.

Материалы и методы исследования

Полевые эксперименты проводили в 2021–2023 гг. (ГТК 2021 – 0,57, ГТК 2022 – 0,35, ГТК 2023 – 0,85) на опытном участке ИП Калинин Ю.В. Татищевского района, расположенном в Центральной Правобережной микроне Саратовской области. Почва представлена южным черноземом среднесуглинистым по гранулометрическому составу. Содержание гумуса – 5,6 %.

Объектом исследований являлись растения различных сортов гороха посевного: Агроинтел (стандарт), Готик, Стабил, Фараон, Самариус, Аудит.

Повторность опыта четырехкратная. Размещение вариантов рандомизированное. Площадь учетной делянки 50 м².

В ходе исследования параметров роста и развития созданных агроценозов гороха применялись общепринятые методики наблюдений, учета и анализа [13, 14]. Анализ структуры урожая и содержания проте-

ина проводили в лаборатории Вавиловского университета [15]. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием методов дисперсионного анализа посредством программы AGROS 2.09.

В качестве предшественника в опыте использовалась озимая пшеница. Агротехника возделывания гороха соответствовала рекомендованной зональной технологии.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты наблюдений и учета за период с 2021 по 2023 г. позволили выявить характерные особенности в формировании высоты растений изучаемых сортов гороха. В фазу ветвления фиксировали наибольшую высоту (17,8 см) на опытном участке с сортом гороха Агроинтел, принятым в качестве стандарта. Сорта Самариус и Готик незначительно отставали от него, достигая 17,5 и 18,1 см соответственно. Сорта Стабил, Фараон и Аудит характеризовались сравнительно меньшей высотой по сравнению со стандартом на 1,5–2,4 см. В фазе цветения были выявлены сорта гороха, превосходящие стандартный сорт по высоте – Готик, Фараон и Самариус (табл. 1). В период цветения – плодообразования наблюдалось интенсивное нарастание высоты растений всех изучаемых сортов. Сорт-стандарт Агроинтел достиг высоты 72,4 см. Превышение данного показателя было отмечено у сортов Готик, Фараон и Самариус.

Наименьшую высоту растений в этот период демонстрировал сорт Стабил (70,8 см). К моменту полного созревания наибольшая высота была зафиксирована у сорта Фараон (87,1 см), а наименьшая – у сорта Стабил (73,3 см).

Необходимо отметить, что в условиях Саратовского Правобережья интенсивный рост растений гороха в высоту отмечали преимущественно в первой половине вегетационного периода – от фазы всходов до начала образования бобов. Фотосинтетическая активность растений в агроценозах является основой продуктивности зернобобовых культур. Максимальные урожаи зерна, по научным данным, достигаются при совокупности следующих факторов фотосинтетической деятельности: оптимальных показателей площади ассимиляционной поверхности; максимальной продолжительности функционирования листьев всех ярусов; повышения интенсивности фотосинтеза; ускоренной

транспортировки ассимилятов из листьев в генеративные органы; оптимального соотношения между хозяйственно ценной частью и надземной частью растения. Исследование параметров развития ассимиляционной поверхности гороха с целью их оптимизации имеет существенное теоретическое и практическое значение.

Они позволили выявить определенную зависимость фотосинтеза посевов от генотипа изучаемых сортов. В период исследований отмечена следующая особенность: формирование наибольшей площади листовой поверхности достигается к периоду конца цветения – начала формирования бобов, а затем происходит постепенный спад ее к концу вегетации за счет отмирания и усыхания части листьев нижнего яруса (табл. 2).

Измерение площади листьев в различные фазы развития выявило следующие особенности. В фазу ветвления наибольшая величина ассимиляционной поверхности получена на делянках с сортом Фараон – 15,9 тыс. м²/га, наименьшая у сорта Ста-

бил – 13,5 тыс. м²/га. В период наступления полной фазы цветения площадь листьев у сорта-стандарта достигала величины 27,9 тыс. м²/га. Превышение на 2,6–4,0 тыс. м²/га выявлено у сортов гороха Самариус Готик и Фараон, а на вариантах с сортами Стабил и Аудит площадь ассимиляционной поверхности была ниже на 0,02–1,3 тыс. м²/га.

Наибольшая величина площади листьев у изучаемых сортов гороха сформировалась в фазу формирования бобов. Максимальная величина ассимиляционной поверхности отмечена у сортов гороха Готик и Фараон – 42,2–44,7 тыс. м²/га, а наименьшая – у сорта Стабил – 37,5 тыс. м²/га.

Значительное увеличение сырой надземной биомассы в посевах зернобобовых культур начинается с фазы ветвления растений и длится до фазы налива семян в бобах. Согласно результатам исследований, проведенных в период с 2021 по 2023 г., среднее накопление сухой и сырой биомассы в посевах гороха варьировалось в зависимости от фазы развития растения.

Таблица 1

Особенности формирования параметров высоты гороха (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорта	Высота растений по фазам вегетации, см			
	ветвление	цветение	формирование бобов	созревание
Агроинтел (ст.)	17,8	39,6	72,4	74,6
Готик	18,1	41,3	76,1	78,6
Стабил	15,4	39,3	70,8	73,3
Фараон	16,3	44,1	83,4	87,1
Самариус	17,5	43,0	77,4	80,3
Аудит	15,9	39,1	71,1	73,9
НСР ₀₅	0,81	2,01	3,47	3,65

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 2

Динамика формирования площади листьев гороха (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорта	Площадь листьев, тыс. м ² /га				
	ветвление	цветение	формирование бобов	налив зерна	созревание
Агроинтел (ст.)	14,0	27,9	39,8	35,3	6,1
Готик	14,2	31,7	43,2	38,6	8,1
Стабил	13,5	26,1	37,5	33,9	5,9
Фараон	15,9	31,9	44,7	39,8	8,7
Самариус	14,4	30,5	39,4	36,0	6,3
Аудит	13,8	27,7	37,1	34,0	5,6
НСР ₀₅	0,69	1,41	1,96	1,61	0,30

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 3

Показатели урожайности сырой и сухой массы растений различных сортов гороха, т/га (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорта	Фазы вегетации									
	ветвление		цветение		формирование бобов		налив зерна		полная спелость	
	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса
Агроинтел (ст.)	2,71	0,82	4,32	1,76	7,21	3,53	10,45	6,25	8,52	5,95
Готик	2,78	0,84	4,28	1,74	7,30	3,57	10,55	6,31	8,51	5,99
Стабил	2,94	0,89	4,57	1,86	7,86	3,85	11,21	6,71	9,00	6,33
Фараон	2,83	0,85	4,60	1,87	8,09	3,96	11,58	6,93	9,32	6,25
Самариус	2,74	0,83	4,27	1,74	7,14	3,50	10,48	6,27	8,55	6,02
Аудит	2,76	0,81	4,40	1,78	7,37	3,61	10,66	6,38	8,70	6,12

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

В фазе ветвления наблюдалось накопление 0,81–0,89 т/га сухой биомассы и 2,71–2,83 т/га сырой биомассы. В фазе цветения эти показатели составляли 1,74–1,87 т/га и 4,27–4,60 т/га соответственно. В фазу формирования бобов накопление сухой биомассы достигало 3,53–3,96 т/га, а сырой – 7,14–8,09 т/га. В фазе налива зерна эти значения увеличивались до 6,25–6,93 т/га и 10,45–11,58 т/га соответственно. В фазе полной спелости зерна накопление сухой биомассы составляло 6,02–6,33 т/га, а сырой – 8,51–9,32 т/га (табл. 3).

Выявлены различия в накоплении сухой и сырой надземной биомассы по изучаемым сортам гороха. Сорта Агроинтел, Готик и Самариус в изучаемой группе сортов имели меньшие показатели: 5,95–6,02 т/га сухой надземной биомассы и 8,51–8,55 т/га сырой биомассы к моменту уборки. Сорта Аудит, Стабил и Фараон, напротив, накапливали большую надземную массу: до 6,12–6,33 т/га сухого и до 8,70–9,32 т/га сырого вещества.

Полученные данные показывают, что это происходит за счет более высокой интенсивности нарастания вегетативной массы во второй половине вегетации, вследствие наиболее продуктивного использования влаги и питательных веществ в процессе формирования и налива зерновок растений гороха в посевах.

В ходе исследований выявлено, что сорт Фараон демонстрирует наиболее рациональное и равномерное развитие надземной биомассы. Он превосходит другие изученные сорта по показателям сухой (6,25 т/га) и сырой (9,32 т/га) массы к моменту уборки.

Оценка адаптивности изучаемых сортов полевых культур в конечном итоге основывается на структуре и уровне урожайности. Урожайность является отражением реакции генотипа сорта на изменения нерегулируемых факторов окружающей среды.

Нестабильность урожайности из года в год обусловлена высокой изменчивостью формирующих ее компонентов. Поэтому определение зависимости между элементами структуры урожая и абиотическими факторами (в данных почвенно-климатических условиях) является первостепенной практической задачей. Это позволит более полно оценить возможности реализации потенциальных свойств сорта.

Проведенный анализ экспериментальных данных по росту и развитию изучаемых сортов гороха выявил существенные различия между ними. Эти различия, несомненно, повлияли на способность сортов адаптироваться к стрессовым условиям, а также на эффективность использования влаги, почвенного плодородия и других экологических ресурсов в процессе формирования элементов урожайности. Анализ структуры урожая позволил выявить особенности реакции сортов на конкретные условия выращивания. Так, количество растений гороха к уборке у изучаемых сортов варьировало от 65 шт./м² (сорт Готик) до 74 шт./м² (сорт Стабил).

По результатам полевых исследований за период с 2021 по 2023 г., на опытных делянках с сортом Агроинтел отмечали следующие показатели элементов урожайности: количество зерен на 1 растении – 14,3 шт.; масса зерна с 1 растения – 2,73 г; масса 1000 зерен – 190 г.

Таблица 4

Элементы продуктивности и урожайность зерна у изучаемых сортов гороха
(среднее за 2021–2023 гг.)

Сорта	Кол-во растений в уборку, шт./м ²	Кол-во зерен на одном растении, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с одного растения, г	Урожайность зерна, т/га	Содержание протеина, %
Агроинтел (ст.)	71	14,3	190	2,73	1,94	22,9
Готик	65	12,2	234	2,86	1,86	24,7
Стабил	74	10,3	249	2,56	1,90	23,2
Фараон	70	14,7	231	3,40	2,38	22,0
Самариус	69	15,3	246	3,78	2,61	22,7
Аудит	73	14,6	228	3,34	2,44	21,6
НСР ₀₅		0,67	11,1	0,15	0,10	1,10

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Сорта Аудит, Фараон и Самариус по урожайности зерна с одного растения (в среднем за 2021–2023 гг.) выделялись на фоне других: 3,34–3,78 г. Количество семян с одного растения также было максимальным у этих сортов. Самую высокую массу 1000 зерен имели сорта Самариус (246 г) и Стабил (249 г) (табл. 4).

По результатам исследований наиболее адаптивными и урожайными сортами гороха в условиях Татищевского района оказались Фараон (2,38 т/га), Аудит (2,44 т/га) и Самариус (2,61 т/га).

Пищевые и кормовые достоинства зерна гороха обусловлены содержанием протеина. Проведенные исследования показали, что содержание протеина в зерне изучаемых генотипов подвержено значительным колебаниям по изучаемым сортам – от 21,6 до 24,7%. При этом по средним данным наибольшее содержание протеина накапливалось в зерне сорта Готик – 24,7%, а наименьшее – в зерне сорта Аудит – 21,6%.

Заключение

Оценка параметров роста и развития растений выявила различия у изучаемых сортов гороха. Так, среди изучаемых генотипов максимальной величиной высоты растений отличался сорт Фараон – 87,1 см. Сравнительная оценка площади ассимиляционной поверхности показала преимущество по данному показателю в фазу начала формирования бобов у сортов Готик (43,2 тыс. м²/га) и Фараон (44,7 тыс. м²/га). Наибольшая величина сырой массы выявлена на опытных делянках с сортом Фараон – 11,58 т/га, а по показателю сухой массы

максимальное значение отмечено на варианте с сортом Стабил – 6,33 т/га. В результате проведенных исследований наибольшая величина урожайности зерна сформирована у сорта гороха Самариус – 2,61 т/га. По содержанию протеина выявлено преимущество у сорта Готик – 24,7%.

Список литературы

1. Волобуева О.Г., Скоробогатова И.В., Шильникова В.К. Взаимодействие биологически активных веществ ризобий и ризобактерий с эндогенными фитогормонами растений гороха разных сортов // Агрохимия. 2008. № 8. С. 42–45. EDN: JHMXGR.
2. Турусов В.И., Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А., Говоров В.Н., Крячкова М.П. Урожайность и структура урожая гороха при различных способах обработки почвы в условиях юго-востока ЦЧР // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 2 (34). С. 5–12. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11163. EDN: KXWRGR.
3. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н. Изучение взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3 (69). С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-3-7. EDN: BXFPJG.
4. Кошеляев В.В., Кошеляева И.П., Шабышев Н.В. Оценка сортов гороха при различных уровнях минерального питания // Нива Поволжья. 2021. № 1 (58). С. 52–58. DOI: 10.36461/NP.2021.58.1.003. EDN: JAXWUV.
5. Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Солодовников А.П., Летучий А.В. Продуктивность смешанных посевов однолетних полевых культур в сухостепной зоне Поволжья // Кормопроизводство. 2018. № 3. С. 6–10. EDN: YURJDX.
6. Петриковский Д.Э., Лупашина Е.П., Петрушкова Д.А., Козаренко А.Ю., Терехин Н.В. Продуктивность растений гороха в зависимости от применения биологических препаратов // АгроФорум. 2022. № 5. С. 68–69. EDN: WETWNC.
7. Мищенко А.Е., Мищенко А.В. Технология возделывания гороха в условиях эрозионно-опасных склонов Ростовской области // Фермер. Поволжье. 2017. № 3 (56). С. 62–67. EDN: ZCPDWR.
8. Зеленев А.А. Новый морфотип гороха и оценка перспективы его использования в чистых и смешанных посевах // Агробизнес и экология. 2015. Т. 2. № 2. С. 229–232. EDN: VZKVVV.

9. Кожухова Е.В., Плеханова Л.В. Продуктивность и питательная ценность образцов гороха разных морфотипов // Вестник ИрГСХА. 2021. № 106. С. 42–53. DOI: 10.51215/1999-3765-2021-106-42-53. EDN: MZXPCS.
10. Беляев В.И., Черепанова О.В., Прокопчук Р.Е. Оценка эффективности минерального питания на сортах гороха посевного в условиях лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (219). С. 43–50. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-219-1-43-50.
11. Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов гороха в условиях Нижнего Дона // Земледелие. 2024. № 7. С. 19–24. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-7-19-24. EDN: GBIOJX.
12. Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Мельник А.Ф., Смит И.Н. Оценка эффективности применения физиологически активных веществ в семеноводстве гороха // Вестник аграрной науки. 2023. № 2 (101). С. 19–28. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.2.19. EDN: BLEGYA.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып. 1. 267 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Издательство стандартов, 1992. 10 с.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.