

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

А. Н. Морозов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания полевых культур, alex.morozoff76@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4870-2995;

Д. В. Дубовик, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник аналитического центра коллективного пользования, dubovikdm@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1585-6990;

Е. В. Дубовик, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник аналитического центра коллективного пользования, dubovikev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5999-9718;

А. В. Шумаков, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства, kniiapp@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8620-7816 *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр»*, 305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 70б; e-mail: kurskfarc@mail.ru

В статье приведены результаты научных исследований, полученные в 2020–2023 гг. в стационарном полевом опыте ФГБНУ «Курский ФАНЦ». Цель исследований – выявить и оценить влияние технологий с разным уровнем минимизации обработки почвы на засоренность посевов, формирование элементов структуры урожая и продуктивность гороха в условиях ЦЧР. Изучены четыре технологии возделывания гороха: традиционная (вспашка на 20–22 см, основное внесение $N_{15}P_{40}K_{40}$ + подкормка N_{34}); дифференцированная (чизелевание на 20–22 см + дискование на 8–10 см, основное внесение $N_{15}P_{40}K_{40}$ + подкормка N_{34}); минимальная (дискование до 8 см, основное внесение $N_{15}P_{40}K_{40}$ + подкормка N_{34}); прямой посев (без обработки почвы, основное внесение $N_5P_{14}K_{14}$ + припосевное $N_{10}P_{26}K_{26}$ + подкормка N_{34}). В результате исследований установлено преимущество традиционной технологии в снижении засоренности посевов, а прямого посева – в формировании элементов структуры урожая, показателей качества зерна и продуктивности гороха. Традиционная технология возделывания гороха снижала в критический для роста и развития культуры период общее количество сорняков в 1,9–2,0 раза и их сухую массу в 1,2–1,8 раза, перед уборкой урожая – в 2,1–2,5 и 1,3–2,0 раза. Наиболее высокие показатели густоты стояния растений к уборке, среднего числа зерен на растении и единице площади, содержания белка в зерне обнаружены при прямом посеве, что позволило получить максимальную урожайность гороха (2,31 т/га) и сбор белка с урожаем (460,6 кг/га). Применение традиционной, дифференцированной и минимальной технологий способствовало уменьшению густоты стояния растений к уборке на 5,4–9,3 %, среднего числа зерен на 1 м² – на 4,2–22,6 % и на 1 растении – на 0,6–18,6 %, содержания белка в зерне – на 0,25–0,90 %, что привело к снижению урожая на 4,3–10,8 %, сбора белка с гектара – на 5,3–12,6 %.

Ключевые слова: горох, технология, засоренность посевов, структура урожая, урожайность, продуктивность.

Для цитирования: Морозов А. Н., Дубовик Д. В., Дубовик Е. В., Шумаков А. В. Влияние технологий возделывания на засоренность посевов и продуктивность гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 2. С. 98–105. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-98-105.



THE EFFECT OF CULTIVATION TECHNOLOGIES ON WEED INFESTATION AND PRODUCTIVITY OF PEAS

A. N. Morozov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for field crop cultivation technologies, alex.morozoff76@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4870-2995;

D. V. Dubovik, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher analytical center for collective use, dubovikdm@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1585-6990;

E. V. Dubovik, Doctor of Biological Sciences, leading researcher analytical center for collective use, dubovikev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5999-9718;

A. V. Shumakov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher analytical center for collective use, kniiapp@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8620-7816 *FSBSI Kursk Federal Agrarian Research Center*, 305021, Kursk, Karl Marks str., 70b; e-mail: kurskfarc@mail.ru

The current paper has presented the study results obtained in 2020–2023, in the stationary field trial of the FSBSI “KurskFARC”. The purpose of the study was to identify and evaluate the impact of technologies with different levels of soil tillage minimization on weed infestation, the formation of yield structure elements and pea productivity in the conditions of the CBR. There have been studied four pea cultivation technologies, such as traditional (plowing at 20–22 cm, main application of $N_{15}P_{40}K_{40}$ + top dressing with N_{34}); differentiated (chiseling by 20–22 cm + disking by 8–10 cm, main application $N_{15}P_{40}K_{40}$ + top dressing with N_{34}); minimal (discing up to 8 cm, main applica-

tion $N_{15}P_{40}K_{40}$ + top dressing with N_{34}); direct sowing (no-tillage, main application $N_5P_{14}K_{14}$ + pre-sowing $N_{10}P_{26}K_{26}$ + top dressing with N_{34}). There has been established the advantage of traditional technology in reducing weed infestation, and direct sowing in the formation of yield structure elements, indicators of grain quality and pea productivity. The traditional pea cultivation technology reduced the total number of weeds by 1.9–2.0 times and their dry weight by 1.2–1.8 times during the period critical for the growth and development of the crop, and by 2.1–2.5 and 1.3–2.0 times before harvesting. The highest indicators of plant density for harvesting, the mean number of grains per plant and unit area, and protein percentage in grain were identified with direct sowing, which made it possible to obtain the maximum pea productivity (2.31 t/ha) and protein yield with the harvest (460.6 kg/ha). The use of traditional, differentiated, and minimal technologies contributed to a reduction of plant density before harvesting by 5.4–9.3 %, the mean number of grains per 1 m² by 4.2–22.6 % and per plant by 0.6–18.6 %, protein percentage in grain by 0.25–0.90 %, which led to a productivity decrease by 4.3–10.8 %, protein yield per hectare by 5.3–12.6 %.

Keywords: peas, technology, weed infestation, yield structure, yield, productivity.

Введение. Горох (*Pisum sativum*) является одной из основных зернобобовых культур, возделываемых в России. Его зерно богато протеином, имеет высокую пищевую и кормовую ценность. Короткий вегетационный период гороха и высокая способность пожнивно-корневых остатков к разложению характеризуют эту культуру как хорошего предшественника для многих культур в севообороте, особенно для озимых зерновых (Jensen et al., 2020). Кроме того, эта зернобобовая культура благодаря симбиотической фиксации азота из атмосферы клубеньковыми бактериями способна обогащать почву биологическим азотом, что улучшает режим азотного питания последующих в севообороте культур и имеет важное значение при переходе на ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии (Wang et al., 2016; Mendoza-Suárez et al., 2020). При этом совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур предусматривает не только повышение степени использования биологического азота в севооборотах с зернобобовыми культурами, но и создание оптимальных условий вегетации сельскохозяйственных растений, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев (Турусов и др., 2020).

Ключевым элементом агротехнологий возделывания всех сельскохозяйственных культур, и в том числе гороха, позволяющим направленно регулировать физические, химические свойства, почвенные режимы и фитосанитарное состояние посевов, является применяемая в севообороте система обработки почвы (Шарушов и др., 2017). Выбор рациональной системы обработки почвы в правильной сочетании с другими элементами технологии возделывания гороха позволит создать наиболее благоприятные условия для его роста и развития, при которых в полной мере будет реализован потенциал продуктивности этой культуры (Букин и др., 2020).

Традиционная технология возделывания гороха предусматривает применение вспашки, цель которой заключается в разуплотнении почвы, накоплении влаги и снижении численности вредных организмов. При минимизации обработки почвы и применении технологии прямого посева отмечаются повышение засоренности посевов, снижение эффективности используемых минеральных удобрений и, как следствие, урожайности гороха (Кисилева

и Рзаева, 2021; Котлярова и Лубенцов, 2016). В то же время ряд исследований свидетельствует о возможности замены традиционной отвальной обработки почвы на безотвальные, минимальные способы и даже на технологию прямого посева без существенного ухудшения фитосанитарного состояния посевов и снижения урожайности (Соловиченко и др., 2018; Камбулов и др., 2022). Приведенные результаты исследований не позволяют сделать однозначных выводов и свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения влияния различных технологий, основанных на применении отвальных, безотвальных, поверхностных способов основной обработки почвы и прямого посева, на продуктивность гороха.

Цель исследований – выявить и оценить влияние технологий с разным уровнем минимизации обработки почвы в зерновом севообороте на засоренность посевов, формирование элементов структуры урожая и продуктивность гороха в условиях ЦЧР.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2020–2023 гг. в полевом стационарном опыте ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Курская область, Курский район, п. Черемушки) с изучением различных агротехнологий в четырехпольном зерновом севообороте со следующим чередованием культур: горох – озимая пшеница – соя – яровой ячмень. Работа велась во второй ротации севооборота, развернутого в пространстве и времени, на полях с посевами гороха. Сорт гороха – Ягуар (оригинатор – ФНЦ зернобобовых и крупяных культур).

Исследуемые агротехнологии основывались на применении в зерновом севообороте систем обработки почвы с разным уровнем минимизации и приемами внесения минеральных удобрений. Схема опыта включала следующие варианты.

1. Традиционная технология состоит в применении отвальной обработки почвы (вспашка на 20–22 см), основного внесения удобрений $N_{15}P_{40}K_{40}$ кг/га и подкормки в фазе бутонизации N_{34} кг/га в д.в.

2. Дифференцированная технология заключается в комбинации мелкой (дискование на 8–10 см) и безотвальной (чизелевание на 20–22 см) обработки почвы, основного внесения удобрений $N_{15}P_{40}K_{40}$ кг/га и подкормки в фазе бутонизации N_{34} кг/га в д.в.

3. Минимальная технология состояла в применении поверхностной обработки (дискова-

ние до 8 см), основного внесения удобрений $N_{15}P_{40}K_{40}$ кг/га и подкормки в фазе бутонизации N_{34} кг/га в д.в.

4. Технология прямого посева заключалась в посеве зерновых и зернобобовых культур без механической обработки почвы (технология No-till), основного внесения удобрений $N_5P_{14}K_{14}$ кг/га, припосевного $N_{10}P_{26}K_{26}$ кг/га и подкормки в фазе бутонизации N_{34} кг/га в д.в.

Делянки в полевом опыте размещали систематически в один ярус. Площадь посевной делянки 6000 м² (60×100 м), повторность трехкратная.

В вариантах с применением традиционной, дифференцированной и минимальной технологий сев гороха производили зерновой сеялкой СЗ-3,6 с шириной междурядий 15 см, в варианте с технологией прямого посева – сеялкой ДОН-114 с шириной междурядий 21 см. Норма высева составляла 1,2 млн всхожих семян на 1 га. В технологии прямого посева осенью после уборки предшественника (яровой ячмень) и весной перед посевом гороха делянки обрабатывали гербицидом сплошного действия (Ураган Форте 2,0 л/га). На всех изучаемых технологиях возделывания гороха в ранние фазы роста сорняков (1–3-х листьев) выполня-

ли гербицидную обработку посевов баковой смесью Пульсар в дозе 0,75 л/га и Базагран – 2,0 л/га. В дальнейшем в фазе образования бобов против вредителей и болезней была проведена фунгицидно-инсектицидная обработка препаратами Винтаж 0,8 л/га и Борей – 0,1 л/га.

Почва опытного поля – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый. Мощность гумусового горизонта А+АВ – 135–143 см. Содержание в пахотном слое гумуса среднее – 5,28 % (ГОСТ 26213-91), высокое содержание подвижного фосфора – 20,0 мг/100 г и обменного калия – 12,7 мг/100 г (ГОСТ 26204-91), среднее содержание щелочногидролизуемого азота – 15,5 мг/100 г (по Корнфилду). Реакция почвенной среды слабокислая – рН 5,3 ед. (ГОСТ 26483-85).

Агрометеорологические условия вегетационного периода гороха в годы проведения исследований имели отклонения от среднелетних значений по сумме активных температур и количеству осадков, а степень увлажнения по гидротермическому коэффициенту Селянинова характеризовалась: в 2020–2022 гг. как оптимальная с ГТК 1,35–1,00, в 2023 г. – как недостаточная с ГТК 0,82 (табл. 1).

Таблица 1. Агрометеорологические условия в период вегетации гороха
Table 1. Agrometeorological conditions during the pea vegetation period

Метеорологические показатели	2020	2021	2022	2023	Средне-многолетнее
Сумма активных температур, (СAT) °С	1420,8	1407,4	1423,1	1326,5	1324,8
Количество осадков, мм	192,4	140,3	146,9	109,5	154,8
Гидротермический коэффициент (ГТК)	1,35	1,00	1,03	0,82	1,17

Учет засоренности посевов гороха определяли в критической для роста и развития культуры фазе (стеблевания и ветвления) и перед уборкой урожая количественно-весовым методом. Урожайность гороха учитывали методом сплошной уборки делянок с помощью комбайна Сампо-500. Урожай зерна взвешивали с пересчетом на 100 %-ю чистоту и 14 %-ю влажность. Содержание белка в зерне гороха определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе Инфратек 1241. Полученные данные использовали для расчета сборов белка с урожаем зерна гороха.

Статистическую обработку полученных экспериментальных данных выполняли методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием программ Microsoft Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение. В оценке технологий возделывания гороха одним из ограничивающих факторов формирования высокого и стабильного урожая этой культуры является фитосанитарное состояние посевов и, в частности, такой показатель, как наличие сорных растений. Результаты учета засоренности посевов гороха в фазе стеблевания и ветвления и перед уборкой урожая

показали существенное влияние изучаемых технологий на динамику популяции сорных растений (табл. 2). Так, в среднем за годы исследований минимальное количество малолетних сорняков в критический для роста и развития культуры период (фаза стеблевания и ветвления) отмечалось в варианте с традиционной технологией. При применении дифференцированной, минимальной технологий и прямого посева численность малолетников в посевах по сравнению с традиционной технологией была выше в 2,0, 2,1 и 1,8 раза. В то же время минимальная засоренность посевов многолетними сорными растениями наблюдалась при применении минимальной технологии возделывания гороха. Относительно этой технологии численность многолетников при традиционной, дифференцированной технологиях и прямом посеве была выше соответственно в 1,3, 2,0 и 8,3 раза. Общее количество малолетних и многолетних сорняков сохранялось минимальное в варианте с традиционной технологией. При переходе на дифференцированную, минимальную технологии и прямой посев их общая численность относительно традиционной технологии повышалась в 1,9–2,0 раза.

Таблица 2. Влияние технологий возделывания гороха на засоренность посевов (среднее за 2020–2023 гг.)
Table 2. Impact of pea cultivation technologies on weed infestation (mean during 2020–2023)

Технология возделывания	Количество сорняков, шт./м ²		
	малолетних	многолетних	всего
В фазе стеблевания и ветвления			
Традиционная	249,4	3,0	252,4
Дифференцированная	505,0	4,8	509,8
Минимальная	513,4	2,4	515,8
Прямой посев	450,2	20,0	470,2
НСР ₀₅	25,7	1,3	25,8
Перед уборкой урожая			
Традиционная	165,8	2,8	168,6
Дифференцированная	404,4	5,2	409,6
Минимальная	425,2	2,6	427,8
Прямой посев	328,2	28,0	356,2
НСР ₀₅	25,8	3,7	24,2

Выявленная в фазе стеблевания и ветвления гороха тенденция по засоренности посевов сохранялась и перед его уборкой с минимальным количеством малолетников в варианте с традиционной технологией и многолетников – с минимальной технологией. При применении дифференцированной, минимальной технологий и прямого посева численность малолетних сорняков относительно традиционной технологии была выше соответственно в 2,4, 2,6 и 2,0 раза, а многолетних сорняков при применении традиционной, дифференцированной технологий и прямого посева относительно минимальной технологии – на 7,7 %, в 2,0 и 10,8 раза.

Численность сорных растений в полной мере не отражает вредоносное влияние на условия вегетации культуры, поэтому рассмотрено влияние технологий возделывания гороха на изменение воздушно-сухой массы малолетних и многолетних сорняков. В среднем за 2020–2023 гг. исследований минимальная общая сухая масса сорняков (62,5 кг/га) в фазе стеблевания и ветвления гороха отмечалась при использовании традиционной технологии (рис. 1). С применением дифференцированной, минимальной технологий и прямого посева масса малолетних и многолетних сорняков относительно традиционной технологии увеличилась соответственно в 1,7, 1,8 и 1,2 раза.

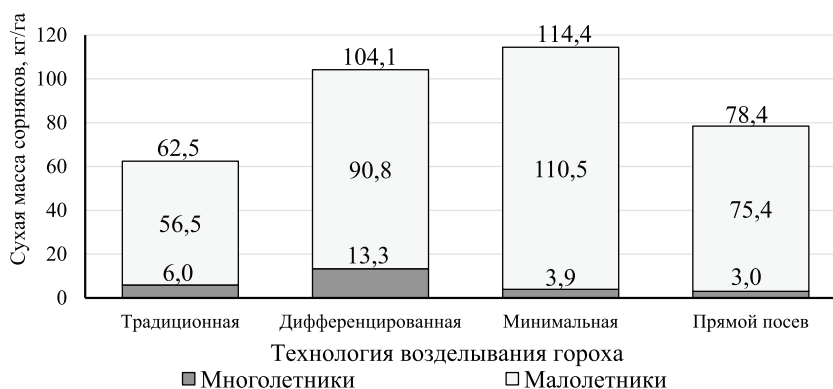


Рис. 1. Воздушно-сухая масса малолетних и многолетних сорняков в фазе стеблевания и ветвления гороха (среднее за 2020–2023 гг.)

Fig. 1. Air-dry mass of young and perennial weeds in the stem extension and tillering-branching phase of peas (mean during 2020–2023)

Анализ структуры сорного компонента агрофитоценоза гороха выявил наибольший удельный вес многолетних сорняков в общей сухой массе сорных растений при применении дифференцированной технологии (12,8 %), где в сравнении с традиционной технологией он был выше в 1,3 раза, минимальной технологией – в 3,8 раза, прямым посевом – 3,4 раза.

В предуборочный период общая сухая масса малолетних и многолетних сорняков оставалась минимальной при традиционной техноло-

гии возделывания гороха (рис. 2). При переходе на дифференцированную, минимальную технологии и прямой посев их масса в воздушно-сухом состоянии повысилась в 2,0–1,2 раза. При этом наибольший удельный вес многолетних сорняков в общей сухой массе сорных растений наблюдался на традиционной технологии (16,3 %), где относительно дифференцированной технологии он был выше в 3,0 раза, минимальной технологии – в 4,9 раза, прямого посева – в 1,4 раза.

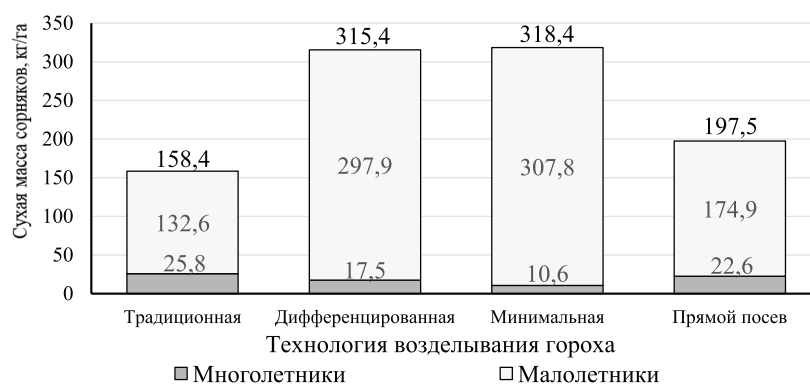


Рис. 2. Воздушно-сухая масса малолетних и многолетних сорняков перед уборкой гороха (среднее за 2020–2023 гг.)

Fig. 2. Air-dry mass of young and perennial weeds before harvesting peas (mean during 2020–2023)

Видовой состав сорной растительности в посевах гороха за годы проведения исследований был представлен 14 видами: из малолетних однодольных сорняков встречались просо куриное (*Echinochloa crus-galli*) и щетинник зеленый (*Setaria viridis*), из малолетних двудольных – горец вьюнковый (*Fallopia convolvulus*), марь белая (*Chenopodium album*), горец почечуйный (*Polygonum persicaria*), латук компасный (*Lactuca serriola*), чистец однолетний (*Stachys annua*), паслен черный (*Solanum nigrum*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*). Многолетние двудольные сорняки были представлены вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis*), бодяком полевым (*Cirsium arvense*), кислицей обыкновенной (*Oxalis acetosella*) и осотом полевым (*Sonchus arvensis*).

Технологии возделывания гороха влияли не только на засоренность посевов, но и непосредственно на формирование элементов структуры урожая. Так, наибольшая густота стояния растений к уборке (1108 тыс. шт./га)

наблюдалась при применении технологии прямого посева, что было выше относительно традиционной, дифференцированной и минимальной технологии соответственно на 68, 103 и 60 тыс. шт./га. Среднее число зерен на растении и на 1 м² было максимальным при прямом посеве, что на 0,6 и 4,2 % больше по сравнению с традиционной технологией, на 16,2 и 22,6 % – с дифференцированной технологией, на 18,6 и 20,6 % – с минимальной технологией (рис. 3). В то же время наиболее высокая масса 1000 зерен (170,9 г) отмечалась в варианте с минимальной технологией. На традиционной, дифференцированной технологиях и прямом посеве масса 1000 зерен относительно минимальной технологии снижалась на 17,6, 7,2 и 3,3 г соответственно. При возделывании гороха по традиционной, дифференцированной и минимальной технологиям с уменьшением глубины основной обработки почвы отмечалась тенденция снижения среднего числа зерен на растениях и увеличения массы 1000 зерен.

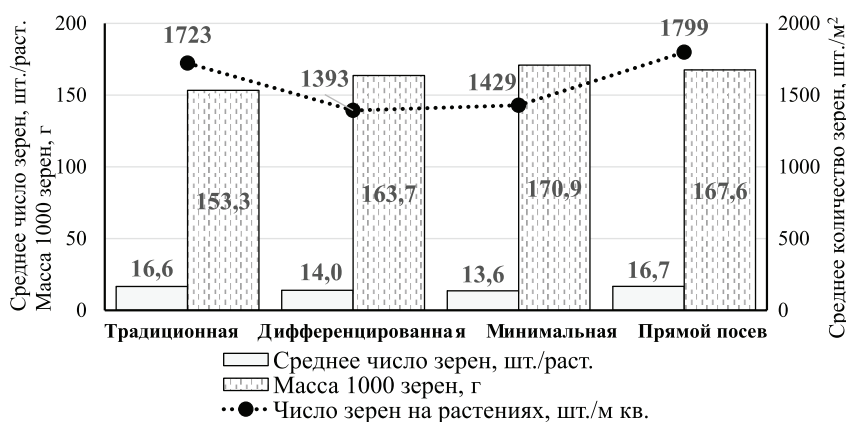


Рис. 3. Влияние технологий возделывания гороха на изменение элементов структуры урожая (2020–2023 гг.)

Fig. 3. The effect of pea cultivation technologies on changes in the yield structure elements (2020–2023)

Корреляционный анализ полученных экспериментальных данных показал, что изменение элементов структуры урожая гороха было обусловлено не только влиянием технологий его возделывания, но и засоренностью посевов. Это подтверждается высокой и заметной отрицательной связью количества сорня-

ков с числом зерен в бобе ($r = -0,72$) и массой 1000 зерен ($r = -0,58$) в критический для роста и развития культуры период (фаза стеблевания и ветвления) и перед уборкой урожая ($r = -0,68$ и $r = -0,57$). Также выявлена заметная отрицательная связь сухой массы сорняков в фазе стеблевания и ветвления гороха с чис-

лом зерен в бобе ($r = -0,55$) и массой 1000 зерен ($r = -0,57$).

Применение изучаемых технологий возделывания гороха способствовало изменению засоренности посевов и элементов структуры урожая, что в конечном итоге отразилось на уровне урожая этой культуры (табл. 3). В 2020 г. максимальный урожай гороха получен при его возделывании по традиционной технологии, в 2021 и 2022 гг. – по прямому посеву, в 2023 г. – по минимальной технологии. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность гороха получена при его возделывании по технологии прямого посева (2,31 т/га). При применении традиционной технологии относительно прямого посева урожайность гороха снижалась на 0,10 т/га, дифференцированной технологии – 0,25 т/га, минимальной технологии – 0,19 т/га.

Результаты исследований выявили важное значение в повышении урожая гороха таких элементов его структуры, как число зерен на единице площади и масса 1000 зерен. Об этом свидетельствует установленная заметная корреляционная связь урожайности горо-

ха с массой 1000 зерен ($r = 0,62$) и средним числом зерен на 1 м^2 ($r = 0,55$).

Следует также отметить, что изменения урожайности гороха при применении различных технологий его возделывания отчасти были связаны с низкой конкурентоспособностью культуры по отношению к сорным растениям за факторы жизни, что оказывало влияние на формирование элементов структуры урожая (среднее число зерен в бобе и их масса 1000 зерен), так и его величину. При этом численность сорных растений оказывала влияние на урожайность гороха как в критический для роста и развития культуры, так и в предуборочный период, что подтверждается заметной отрицательной корреляционной связью урожайности с общим количеством сорняков ($r = -0,63$ в фазе стеблевания и ветвления и $r = -0,61$ перед уборкой урожая). Однако на долю влияния этого показателя засоренности посевов в изменении урожайности приходится 39,7–37,2 %, а остальное влияние было обусловлено воздействием различного рода факторов в результате применения изучаемых технологий.

Таблица 3. Урожайность гороха в зависимости от применяемой технологии возделывания
Table 3. Pea productivity depending on the cultivation technology

Технология возделывания	Урожайность по годам, т/га					Изменение за счет обработки
	2020	2021	2022	2023	Среднее	
Традиционная	2,20	1,85	2,72	2,07	2,21	–
Дифференцированная	1,73	1,86	2,61	2,03	2,06	-0,15
Минимальная	1,60	1,98	2,69	2,22	2,12	-0,09
Прямой посев	1,69	2,60	2,91	2,02	2,31	0,10
НСР ₀₅	0,07	0,22	0,10	0,18	0,14	–

Влияние технологий возделывания отразилось на показателях качества зерна и продуктивности гороха. Натура зерна на традиционной технологии была выше на 1,8–8,4 г/л, чем на других технологиях возделывания (рис. 4). В то же время, несмотря на существенное снижение натуры зерна на прямом посеве, в ва-

рианте этой технологии отмечалось наиболее высокое содержание в нем белка (23,15 %). С применением традиционной, дифференцированной и минимальной технологий содержание белка в зерне относительно прямого посева снижалось соответственно на 0,25, 0,57 и 0,90 %.

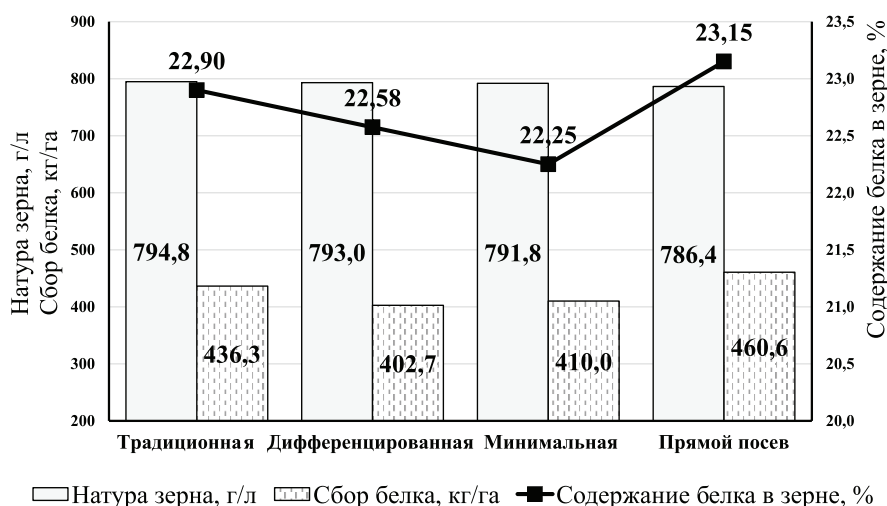


Рис. 4. Натура зерна, содержание белка в зерне и его сбор с урожаем в зависимости от технологии возделывания гороха (2020–2023 гг.)

Fig. 4. Grain nature, protein percentage in grain and its yield while harvesting, depending on the pea cultivation technology (2020–2023)

Наиболее высокая урожайность зерна гороха и содержание в нем белка при применении технологии прямого посева позволили получить максимальный сбор белка с гектара (460,6 кг/га). На традиционной технологии в сравнении с прямым посевом сбор белка снизился на 24,3 кг/га, дифференцированной технологии – на 57,9 кг/га, минимальной технологии – на 50,6 кг/га.

Изменение показателей качества зерна и продуктивности гороха при его возделывании с применением изучаемых технологий в определенной степени обусловлено засоренностью посевов в критический для роста и развития культуры период. Так, при проведении анализа экспериментальных данных установлено снижение содержания белка в зерне при увеличении количества и сухой массы сорняков в фазе стеблевания и ветвления гороха, что подтверждается высокой и очень высокой отрицательной корреляционной связью ($r = -0,76$ для общего количества сорняков и $r = -0,96$ для воздушно-сухой массы сорняков). Снижение сбора белка с урожаем зерна гороха также связано с более высокой засоренностью посевов в фазе стеблевания и ветвления, о чем свидетельствует высокая отрицательная корреляционная связь этого показателя продуктивности с общим количеством сорняков ($r = -0,71$) и их сухой массой ($r = -0,70$).

Выводы. Изучаемые технологии возделывания гороха оказывали существенное влияние на засоренность посевов, формирование основных элементов структуры урожая, величину и качество выращенного урожая зерна. Традиционная технология возделывания гороха способствовала созданию минимальной засоренности посевов как в критический для роста и развития культуры период, так и перед уборкой урожая. Однако преимущество в формировании элементов структуры урожая и продуктивности гороха над другими технологиями установлено у прямого посева. Возделывание гороха по технологии прямого посева способствовало формированию максимальных значений густоты стояния растений к уборке (1108 тыс. шт./га), числа зерен на растении (16,7 шт./раст.) и единице площади (1799 шт./м²), содержания белка в зерне (23,15 %), что позволило получить наибольшую урожайность зерна гороха (2,31 т/га) и сбор белка с урожаем (460,6 кг/га). При применении традиционной, дифференцированной и минимальной технологий относительно прямого посева отмечалось уменьшение густоты стояния растений к уборке на 5,4–9,3 %, среднего числа зерен на 1 м² – на 4,2–22,6 % и на 1 растении – на 0,6–18,6 %, содержания белка в зерне – на 0,25–0,90 % абс., что привело к снижению урожая на 4,3–10,8 %, сбора белка с гектара – на 5,3–12,6 %.

Библиографические ссылки

1. Букин О.В., Бочкарев Д.В., Никольский А.Н. Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность и качество гороха посевного в условиях Европейской части России // Вестник Алтайского государственного университета. 2020. № 10. С. 28–34.
2. Камбулов С.И., Семенихина Ю.А., Демина Е.Б. Влияние основных приемов обработки почвы на продуктивность гороха // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 3. С. 82–88. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-82-88
3. Кисилева Т.С., Рзаева В.В. Влияние основной обработки почвы на урожайность зернобобовых культур в северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 1. С. 21–25. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10104
4. Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Пищевой режим почвы под горохом в зависимости от способа ее обработки и доз минеральных удобрений // Агротехнический вестник. 2016. № 3. С. 33–38.
5. Соловиченко В.Д., Никитин В.В., Карабутов А.П., Навольнева Е.В. Влияние способа основной обработки почвы и внесения удобрений на урожайность и экономическую эффективность возделывания гороха // Земледелие. 2018. № 5. С. 20–23. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10505
6. Турусов В.И., Гармашов И.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
7. Шарушов Р., Дроздов А., Наумов А., Гаранин М. Влияние различных приемов основной обработки почвы на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая семян гороха и сои // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 2. С. 47–50.
8. Jensen E.S., Carlsson G., Hauggaard-Nielsen H. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis // Agronomy for Sustainable Development. 2020. Vol. 40, № 5. Iss. 1. DOI: 10.1007/s13593-020-0607-x
9. Mendoza-Suárez M.A., Geddes B.A., Sánchez-Cañizares C., Jorin B., Poole P.S. Optimizing Rhizobium-legume symbioses by simultaneous measurement of rhizobial competitiveness and N₂ fixation in nodules // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2020. Vol. 117(18), P. 9822–9831. DOI: 10.1073/pnas.1921225117
10. Wang Li X., Wang W., Jiang D., Sun S., Zhang L., Sun X. Efficient solar-driven nitrogen fixation over carbon-tungstic-acid hybrids // Chemistry – A European Journal. 2016. Vol. 22, № 39. P. 13819–13822. DOI: 10.1002/chem.201603277

References

1. Bukin O.V., Bochkarev D.V., Nikol'skii A.N. Vliyaniye priemov osnovnoi obrabotki pochvy na urozhainost' i kachestvo gorokha posevnogo v usloviyakh Evropeiskoi chasti Rossii [The effect of basic

tillage methods on productivity and quality of peas in the European part of Russia] // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta. 2020. № 10. S. 28–34.

2. Kambulov S.I., Semenikhina Yu. A., Demina E. B. Vliyanie osnovnykh priemov obrabotki pochvy na produktivnost' gorokha [The effect of basic soil cultivation methods on pea productivity] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. T. 14, № 3. S. 82–88. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-82-88

3. Kisileva T.S., Rzaeva V.V. Vliyanie osnovnoi obrabotki pochvy na urozhainost' zernobobovykh kul'tur v severnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [The effect of basic tillage on productivity of leguminous crops in the northern forest-steppe of the Tyumen region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T. 35, № 1. S. 21–25. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10104

4. Kotlyarova E.G., Lubentsov S.M. Pishchevoi rezhim pochvy pod gorokhom v zavisimosti ot sposoba ee obrabotki i doz mineral'nykh udobrenii [Nutritional regime of the soil under peas, depending on its cultivation method and doses of mineral fertilizers] // Agrokhimicheskii vestnik. 2016. № 3. S. 33–38.

5. Solovichenko V.D., Nikitin V.V., Karabutov A.P., Navol'neva E.V. Vliyanie sposoba osnovnoi obrabotki pochvy i vnesheniya udobrenii na urozhainost' i ekonomicheskuyu effektivnost' vozdeleyvaniya gorokha [The effect of the method of basic tillage and fertilization on productivity and economic efficiency of pea cultivation] // Zemledelie. 2018. № 5. S. 20–23. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10505

6. Turusov V.I., Garmashov I.M., Kornilov I.M., Nuzhnaya N.A., Govorov V.N., Kryachkova M.P. Urozhainost' i struktura urozhaya gorokha pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy v usloviyakh Yugo-Vostoka TsChR [Productivity and structure of the pea crop under various methods of soil cultivation in the south-east of the Central Black Sea region] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 2(34). S. 5–12. DOI: 10.24411/2309-348Kh-2020-11163

7. Sharushov R., Drozdov A., Naumov A., Garanin M. Vliyanie razlichnykh priemov osnovnoi obrabotki pochvy na fotosinteticheskuyu deyatelnost' i formirovanie urozhaya semyan gorokha i soi [The effect of various methods of basic soil cultivation on photosynthetic activity and productivity formation of pea and soybean seeds] // Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. 2017. № 2. S. 47–50.

8. Jensen E.S., Carlsson G., Hauggaard-Nielsen H. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis // Agronomy for Sustainable Development. 2020. Vol. 40, № 5. Iss. 1. DOI: 10.1007/s13593-020-0607-x

9. Mendoza-Suárez M.A., Geddes B.A., Sánchez-Cañizares C., Jorriñ B., Poole P.S. Optimizing Rhizobium-legume symbioses by simultaneous measurement of rhizobial competitiveness and N₂ fixation in nodules // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2020. Vol. 117(18), P. 9822–9831. DOI: 10.1073/pnas.1921225117

10. Wang Li X., Wang W., Jiang D., Sun S., Zhang L., Sun X. Efficient solar-driven nitrogen fixation over carbon–tungstic-acid hybrids // Chemistry – A European Journal. 2016. Vol. 22, № 39. P. 13819–13822. DOI: 10.1002/chem.201603277

Поступила: 27.02.24; доработана после рецензирования: 12.03.24; принята к публикации: 19.03.24.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Морозов А.Н. – обзор литературы, анализ данных и написание статьи; Дубовик Д.В. – концептуализация исследования; Дубовик Е.В. – выполнение лабораторных опытов; Шумаков А.В. – подготовка опыта.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.