

ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

✉ **Сабитов М.М.**

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева – филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук
Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия

✉ e-mail: m_sabitov@mail.ru

Представлены результаты изучения влияния различных предшественников и минеральных удобрений на урожайность ячменя в условиях черноземных почв Ульяновской области. Исследования проводили в рамках стационарного полевого опыта в 2017–2019 гг. Почвенный участок представлен выщелоченным среднесиловым черноземом, имеющим следующие характеристики: содержание гумуса – 6,22%, подвижного фосфора и калия – 198,0 и 121,0 мг/кг соответственно, $pH_{\text{сол}}$ – 6,4, сумма оснований – 46,4 мг-экв./100 г. Схема опыта предусматривала анализ влияния предшествующих культур при выращивании ячменя на фоне комплексного минерального удобрения (NPK). Установлено, что запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы выше на удобренных вариантах (155,4–166,0 мм). Концентрация нитратного азота была выше по предшественнику горох и при использовании NPK – 53,0 мг/кг почвы. Наибольшая биологическая активность почвы наблюдалась по предшественнику горох на фоне NPK – 33,3%. Наименьшее количество сорняков в посевах отмечалось по предшественнику гречиха как на фоне удобрений, так и без них (20,7–25,7 шт./м²). Урожайность ячменя с наилучшими качественными показателями была выше по предшественнику горох на фоне NPK – 3,55 т/га. Наибольший чистый доход получен на удобренных вариантах: 7174–7212 р./га, рентабельность 40,2–40,5%.

Ключевые слова: продуктивная влага, нитратный азот, предшественник, урожайность, эффективность

BARLEY CULTIVATION PRACTICES IN THE FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

✉ **Sabitov M.M.**

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture n.a. N.S. Nemtsev – Branch of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Timiryazevsky village, Ulyanovsk region, Russia

✉ e-mail: m_sabitov@mail.ru

The results of studying the effect of different forecrops and mineral fertilizers on the yield of barley in the conditions of chernozem soils of the Ulyanovsk region are presented. The research was carried out as part of a stationary field experiment in 2017-2019. The soil area is represented by leached medium-sized chernozem with the following characteristics: humus content - 6.22%, mobile phosphorus and potassium - 198.0 and 121.0 mg/kg, respectively, pH_{sol} - 6.4, the sum of bases - 46.4 mg-eq./100 g. The scheme of the experiment provided for the analysis of the influence of previous crops when growing barley against the background of complex mineral fertilizer (NPK). It was found that the reserves of productive moisture in the meter layer of soil are higher on fertilized variants (155.4-166.0 mm). The concentration of nitrate nitrogen was higher in the pea forecrop and when using NPK - 53.0 mg/kg of soil. The greatest biological activity of the soil was observed for the forecrop peas against the background of NPK - 33.3%. The smallest number of weeds in crops was noted for the forecrop buckwheat both on the background of fertilizers and without them (20.7-25.7 pcs/m²). The yield of barley with the best quality indicators was higher than the forecrop peas against the background of NPK - 3.55 t/ha. The largest net income was received on fertilized variants: 7174-7212 rubles/ha, profitability 40.2-40.5%.

Keywords: productive moisture, nitrate nitrogen, forecrop, yield, efficiency

Для цитирования: *Сабитов М.М.* Приемы возделывания ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 15–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-2>

For citation: *Sabitov M.M.* Barley cultivation practices in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 15–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-2>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных яровых зерновых культур в нашей стране является ячмень. Его выращивают как продовольственную, кормовую и техническую культуру. В 2021 г. в России из всей посевной площади зерновых и зернобобовых (79 935,9 тыс. га) ячмень занимал 8189,0 тыс. га (10,2%). Из всей посевной площади зерновых культур в Ульяновской области (1073,0 тыс. га) ячмень выращивают на 151,8 тыс. га (14,1%). В Среднем Поволжье, отличающемся благоприятными климатическими условиями, можно получать качественного ячменя до 6–7 т/га. Но производство зерна в регионе не в полной мере отвечает существующим требованиям как по объему, так и по качеству продукции. При этом слабо используются потенциальные возможности почв и растений. Для современных систем земледелия актуальны разработка и внедрение мероприятий по восстановлению почвенного плодородия и повышению продуктивности севооборотов с 1 га, не требующих больших финансовых вложений. Это прежде всего повышение биоразнообразия культур в севооборотах и применение оптимальных доз минеральных удобрений^{1, 2} [1, 2].

В связи с этим возникает необходимость определения степени влияния предшественников и различных доз минеральных удобрений на продуктивность культур в севооборотах с перспективой уменьшения энерго- и ресурсозатратности в сельском хозяйстве.

Цель исследования – проанализировать воздействие предшественников и удобрений на основные параметры плодородия почвы

и урожайность ячменя в лесостепной зоне Среднего Поволжья.

Задачи:

- 1) определить влияние предшественников и удобрений на агрофизические, агрохимические и биологические свойства пахотного слоя и урожайность;
- 2) установить степень влияния предшественников и удобрений на фитосанитарное состояние посевов;
- 3) рассчитать экономическую эффективность возделывания в зависимости от предшественников и удобрений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работы проводили на опытных полях отдела земледелия Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. Н.С. Немцева в 2017–2019 гг.

Объектом исследований являлся ячмень (*Hordeum sativa* L.) сорта Одесский 100 с высеваем семян 4,5 млн шт./га. В качестве предшественников использовались картофель, горох и гречиха. Севообороты были развернуты во времени и в пространстве (см. табл. 1).

Площадь опытного участка составила 9,2 га, одного поля – 9456 м² (236,4 × 40,0 м), делянки – 1200 м² (40,0 × 30,0 м), учетная –

Табл. 1. Схема опыта

Table 1. Scheme of the experiment

Вариант	Предшественник		
	Картофель	Горох	Гречиха
Без удобрений	»	»	»
N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	»	»	»

¹URL: <https://uln.gks.ru/storage/mediabank/Посевные%20площади%20под%20урожай%202021%20года.pdf>.

²URL: https://www.nsss-russia.ru/wp-content/uploads/2022/01/1.-Nekrasov-Minselhoz-VAS_27.01.2022.pdf.

120 м² (4,0 × 30,0 м). Повторность 3-кратная. Размещение делянок систематическое.

Почвенный участок – выщелоченный среднемогучий среднесуглинистый чернозем со следующей агрохимической характеристикой: рН_{сол} – 6,4; сумма поглощенных оснований – 46,4 мг-экв./100 г; содержание гумуса – 6,22% (по Тюрину); подвижного Р₂О₅ – 198 мг/кг, подвижного К₂О – 121 мг/кг (по Чирикову).

НРК вносили дробно: под солому и пожнивные остатки – аммиачную селитру в компенсирующей дозе 10 кг д.в./га; под культивацию – N₃₀; при севе – N₁₆P₁₆K₁₆. Для внесения удобрений применяли разбрасыватель AMAZONE и сеялку СЗ-3,6.

Вслед за лущением стерни в оптимальные сроки проводили вспашку плугом ПН-4,35 на глубину 23–25 см. Боронование зяби осуществляли тяжелой бороной БЗТС-1,0 в два следа, предпосевную культивацию – культиватором КПС-4,0 на глубину 5–6 см. Посев проводили в I декаде мая.

В испытаниях использовали гербицид Балерина в дозе 0,5 л/га совместно с Мортирой в концентрации 15,0 г/л, фунгицид Колосаль Про в дозе 0,3 л/га, инсектицид Борей в концентрации 0,1 л/га. Все препараты вносили в фазу кущения в баковой смеси агрегатом МТЗ-82 + ОП-1200. Уборку проводили прямым комбайнированием комбайном Енисей-950.

Зерно приводили к 100%-й чистоте и 14%-й влажности (ГОСТ 27548–97). Статистическую оценку осуществляли по Б.А. Доспехову³.

Для определения интенсивности протекающих в почве биологических процессов использовали метод разложения льняных полотен, так как он очень нагляден и на его основании можно судить об активности бактерий, под действием которых протекает разложение органической массы.

Прямые затраты (заработная плата с начислениями для трактористов, стоимость горючего, текущий ремонт, амортизацион-

ные отчисления, гербициды, НРК) рассчитывались по принятым нормативным документам Института. Урожайные показатели использовались в среднем за 2017–2019 гг. Расчеты выполняли на основе технологических карт.

Погодные условия в годы проведения исследования были различными. Наиболее благоприятным в вегетационный период являлся 2017 г.: ГТК = 1,4, превышение нормы по осадкам за апрель – сентябрь на 29,0%. Условия 2018 г. оказались неблагоприятными: ГТК = 0,5, майская и июньская засухи и переувлажнение в августе. Условия 2019 г. были близки к среднепогодным нормам, ГТК = 1,1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Увеличение плотности в пахотном слое почвы по сравнению с оптимальной может приводить к снижению урожая зерновых культур. Если же она находится в пределах оптимальных значений, то не оказывает существенного влияния на их продуктивность [3].

Анализ плотности сложения почвы по предшественникам ячменя в период достижения равновесного состояния показал, что она находилась в оптимальном диапазоне для роста и развития растений. Так, во время опытов плотность была на уровне 1,10–1,15 г/см³ (см. табл. 2).

Наиболее рыхлое сложение почвы наблюдалось по гречихе и гороху (1,10–1,11 г/см³), наиболее плотное (1,15 г/см³) – по пропашной. Тем не менее плотность почвы оставалась благоприятной для роста и развития ячменя.

Обеспеченность сельскохозяйственных культур влагой зависит от их чередования в севооборотах, технологии возделывания, количества и распределения атмосферных осадков, механического и физического состава почвы [4].

Наши исследования показали, что весенние запасы влаги накапливались в основном за счет зимних осадков, где существенной

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

Табл. 2. Влияние предшественников и удобрений на агрофизические свойства почвы (в среднем за 2017–2019 гг.)**Table 2.** The effect of the forecrops and fertilizers on the agrophysical properties of the soil (on average for 2017-2019)

Предшественник	Плотность почвы (слой 0–30 см), г/см ³	Запасы продуктивной влаги (слой 0–10 см), мм			
		Кущение		Полная спелость	
		Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆
Картофель	1,15	145,50	157,70	65,00	46,10
Горох	1,11	147,70	155,40	69,30	51,60
Гречиха	1,10	150,70	166,00	71,20	45,30
НСР ₀₅	0,03	6,40	10,80	9,60	9,20

разницы между предшественниками на фоне естественного плодородия не наблюдалось (145,5–150,7 мм при НСР = 6,4). Хорошая обеспеченность влагой была отмечена после внесения N₅₆P₁₆K₁₆ и использования гречихи в качестве предшественника – 166,0 мм, что на 15,3 мм выше по сравнению с неудобренным фоном, а по предшественникам картофель и горох эта разница составила 12,2 и 7,7 мм соответственно.

К периоду уборки запасы продуктивной влаги по всем изучаемым предшественникам на вариантах без удобрений снизились на 52,8–55,3%, на фоне N₅₆P₁₆K₁₆ – на 66,8–72,7%. Это связано с тем, что к фазе полной спелости растения ячменя, произрастающие на удобряемых участках, стали более мощными по сравнению с вариантами без удобрений, поэтому забирали из почвы большее количество влаги для формирования урожая.

Для сбора высоких урожаев зерна хорошего качества необходимо получить и сохранить полноценные всходы. Проведенные

исследования показали, что полевая всхожесть в фазу полных всходов по всем предшественникам на вариантах без удобрений была невысокой и находилась в пределах 77,5–78,0%, или 349–351 шт./м² (см. табл. 3).

На удобренных участках этот показатель был выше и составил 83,3–84,8% (375–382 шт./м²).

Различные предшественники не оказали значимого влияния на сохранность растений ячменя. Данный показатель был практически одинаковым по всем вариантам – 68,8–70,9% (240–248 шт./м²). В результате использования удобрений густота стояния растений перед уборкой была выше и варьировала от 310 до 322 шт./м². Сохранность растений ячменя ко времени уборки составила 82,6–84,3% с некоторым увеличением по гороху.

Обеспеченность доступными питательными веществами является одним из основных принципов эффективного плодородия, а планомерный процесс их образования и

Табл. 3. Полевая всхожесть, сохранность и густота стояния растений (в среднем за 2017–2019 гг.)**Table 3.** Field germination and preservation of plants (on average for 2017-2019)

Предшественник	Густота стояния (фаза полных всходов), шт./м ²		Полевая всхожесть, %		Густота стояния перед уборкой, шт./м ²		Сохранность, %	
	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆
Картофель	349,0	375,0	77,5	83,3	240,0	310,0	68,8	82,6
Горох	350,0	382,0	77,7	84,8	248,0	322,0	70,9	84,3
Гречиха	351,0	380,0	78,0	84,4	243,0	315,0	69,2	82,9
НСР ₀₅	8,2	9,4			12,1	F _φ < F ₀₅		

накопления выступает важным критерием получения устойчивых урожаев^{4,5} [5].

В ходе исследования установлено, что содержание нитратного азота в почве находилось в пределах 36,4–53,0 мг/кг, причем в большей части по гороховому полю как на фоне естественного плодородия, так и после внесения удобрений (см. табл. 4).

Содержание подвижного фосфора на участках без удобрений по всем предшественникам достигало 185–198 мг/кг почвы, на вариантах с удобрениями оно было выше и составило 194–204 мг/кг, но существенной разницы между вариантами не наблюдалось.

Доля калия в вариантах без удобрений варьировала от 64 до 91 мг/кг почвы, причем наибольшее количество отмечено по предшественнику гречиха. В результате внесения удобрений его концентрация в почве увеличивалась до 78–97 мг/кг. Наибольшая прибавка по сравнению с вариантом без удобрения составила 22 мг/кг почвы по предшественнику горох.

Содержание азота в фазу полной спелости ячменя в вариантах без удобрений снизилось на 13,5–42,8% и достигло 27,1–31,5 мг/кг

почвы. Сохранность его была выше по гречихе, на удобренных вариантах – по гороху (32,2–37,6 мг/кг почвы).

Концентрация фосфора снизилась на 20,1–34,8%, калия – на 9,4–29,7% и составила 129–155 и 58–77 мг/кг соответственно. При этом сохранность была выше на удобренных вариантах по предшественнику горох, хотя существенных различий между вариантами не наблюдалось.

Почва является сложной многокомпонентной системой, ее невозможно рассматривать в отрыве от жизнедеятельности живых организмов, поэтому по энергии разложения клетчатки судят о ее качестве и обилии микрофлоры⁶ [6].

Анализ биологической активности почвы показал, что она была неодинаковой по всем предшественникам на фоне без удобрений (от 28,2 до 32,0%), а существенно выше – по гороху (см. табл. 5).

На удобренных участках биологическая активность почвы увеличилась на 1,3–3,7% и составила 31,5–33,3%, где наибольшая активность зафиксирована по гороху. При высеве по картофелю и гречихе биологическая

Табл. 4. Содержание основных питательных элементов в пахотном слое почвы под ячменем (2017–2019 гг.), мг/кг почвы

Table 4. The content of the main nutrients in the arable soil layer under barley (2017-2019), mg/kg of soil

Предшественник	Кушение			Полная спелость		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Картофель	44,9	198,0	64,0	27,1	129,0	58,0
	45,7	201,0	78,0	32,2	153,0	66,0
Горох	51,6	185,0	75,0	29,5	129,0	62,0
	53,0	194,0	97,0	37,6	155,0	77,0
Гречиха	36,4	197,0	91,0	31,5	132,0	64,0
	38,7	204,0	93,0	32,5	154,0	75,0
НСР ₀₅	5,2	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	5,4	4,5	$F_{\phi} < F_{05}$
	6,7	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	6,4	3,6	$F_{\phi} < F_{05}$

Примечание. В числителе – варианты без удобрений, в знаменателе – после внесения N₅₆P₁₆K₁₆.

⁴Тихонов Н.И. Влияние предшественника, срока сева и сорта на урожайность и пивоваренные качества зерна ярового ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2007. № 4 (8). С. 13–19.

⁵Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Toigildin A.L. Biopreparations in the Spring Wheat Fertilization System // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Vol. 8. N 1. P. 1796–1800.

⁶Ирмулатов Б.Р., Сарбасов А.К., Мустафаев Б.А. Влияние предшественников и технологий в регулировании режима внесения элементов питания // Аграрная наука. 2017. № 4. С. 2–5.

Табл. 5. Влияние предшественников и удобрений на биологическую активность почвы (2017–2019 гг.), %

Table 5. The effect of the forecrops and fertilizers on the biological activity of the soil (2017-2019), %

Предшественник	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆
Картофель	28,2	31,9
Горох	32,0	33,3
Гречиха	29,7	31,5
НСР ₀₅	2,1	1,2

активность почвы снизилась на 1,4 и 1,8% соответственно, при этом математическая обработка показала достоверные различия между ними.

В случае бессменного возделывания зерновых или неправильного чередования культур в севообороте отмечается рост засоренности практически всеми видами сорняков. Борьба с ними является одной из важнейших задач, оказывающих влияние на урожайность и экономическую эффективность⁷ [7].

Установлено, что в структуре агрофитоценоза ячменя преобладали как малолетние, так и многолетние сорные растения. В среднем за 3 года исследований наименьшая засоренность отмечена в вариантах

без удобрений по предшественнику гречиха (20,7 шт./м²), после внесения удобрений она увеличивалась на 24,1% и составила 25,7 шт./м² (см. табл. 6).

В вариантах без удобрений и с удобрениями засоренность малолетними и многолетними сорняками по предшественникам картофель и горох выросла по сравнению с гречихой в 1,5–1,8 раза. Рассматриваемые показатели превышали экономический порог вредности, особенно по многолетним корнеотпрысковым сорнякам (в 4–8 раз и более). Поэтому возникла необходимость вести борьбу с сорной растительностью химическими способами.

Через 30 дней после применения гербицидов численность малолетних и многолетних сорняков по предшественникам снизилась в вариантах без удобрений на 86–91 и 65–84%, в вариантах с удобрениями – на 88–89 и 74–88% соответственно.

Большим числом исследований установлено, что рациональное размещение яровых зерновых культур по благоприятным предшественникам в севооборотах с использованием оптимальных доз минеральных удобрений позволяет повысить продуктивность продукции растениеводства и сохранить плодородие почвы⁸ [8].

Табл. 6. Засоренность посевов ячменя (2017–2019 гг.), шт./м²

Table 6. Infestation of barley crops (2017-2019), pcs/m²

Предшественник	До обработки гербицидами			Через 30 дней после обработки			Биологическая эффективность гербицидов, %		
	Малолетние	Многолетние	Всего	Малолетние	Многолетние	Всего	Малолетние	Многолетние	Всего
<i>Без удобрений</i>									
Картофель	22,3	16,5	38,8	3,0	4,5	3,5	86,0	72,0	91,0
Горох	11,3	11,0	22,3	1,0	3,8	6,8	91,0	65,0	69,0
Гречиха	11,5	9,2	20,7	1,3	1,5	2,8	88,0	84,0	86,0
НСР ₀₅	2,5	4,7		0,8	0,7				
<i>N₅₆P₁₆K₁₆</i>									
Картофель	22,5	17,2	39,7	2,7	2,5	5,2	88,0	85,0	85,0
Горох	20,2	14,8	35,0	2,3	3,8	6,1	89,0	74,0	83,0
Гречиха	15,2	10,5	25,7	1,8	1,2	3,0	88,0	88,0	87,0
НСР ₀₅	2,0	2,1		$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$				

⁷Евдокимова М.А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 11–14.

⁸Ермаков В.В., Дубовик Д.В. Влияние минеральных удобрений и предшественников на качество зерна озимой пшеницы в зависимости от экспозиции склона // Агротехника. 2005. № 4. С. 16–21.

Наибольшая урожайность ячменя в среднем за 3 года была получена по предшественнику горох на фоне $N_{56}P_{16}K_{16} - 3,55$ т/га; прибавка составила 0,40 т/га (112,7%) по сравнению с вариантом без удобрений (см. табл. 7). У данного варианта была отмечена наибольшая окупаемость 1 кг удобрений прибавкой 4,54 кг зерна.

Урожайность ячменя в вариантах без удобрений по предшественнику гречиха составила 3,12 т/га, при внесении удобрения в дозе $N_{56}P_{16}K_{16}$ она повысилась на 0,31 т/га (109,9%). Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой зерна составила 3,52 кг.

При возделывании ячменя по картофелю урожайность на фоне естественного плодородия зафиксирована в пределах 3,10 т/га, в варианте с удобрениями – 3,38 т/га. В данном случае прибавка составила 0,28 т/га (109,0%), существенной разницы между предшественниками гречиха и горох не было. Дробное внесение 1 кг удобрений дало прибавку зерна ячменя по предшественнику картофель на 3,18 кг.

В зерновом балансе Ульяновской области ячмень занимает значимое место, составляя около 14% от общего объема. На его долю приходится около 20% производимого зерна. Из него производят ячневую и перловую крупы, его используют для хлебопечения в смеси с пшеницей и рожью. Зерно ячменя содержит достаточное количество белка и является прекрасным концентрированным кормом⁹ [9].

В результате проведенных исследований установлено, что применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания сырого белка на 2,0–2,3%, увеличению массы 1 тыс. зерен на 2,1–3,0 г (5,0–7,0%) по сравнению с неудобренным вариантом (см. табл. 8).

Наиболее высокие показатели качества зерна ячменя получены по предшественнику горох на фоне минеральных удобрений.

Возделывание сельскохозяйственных культур по самым лучшим предшественникам в различных севооборотах с применением удобрений – важный резерв увеличения урожайности с наименьшими затратами¹⁰ [10, 11].

Табл. 7. Урожайность ячменя в зависимости от предшественников и удобрений (2017–2019 гг.), т/га
Table 7. Barley yield depending on the forecrops and fertilizers (2017-2019), t/ha

Предшественник	Вариант		Прибавка от использования удобрений		Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой зерна, кг
	Без удобрений	$N_{56}P_{16}K_{16}$	т/га	%	
Картофель	3,10	3,38	0,28	109,00	3,18
Горох	3,15	3,55	0,40	112,70	4,54
Гречиха	3,12	3,43	0,31	109,90	3,52
НСР ₀₅	А – 0,085; В – 0,051; АВ – 0,076; Р – 2,54%				

Табл. 8. Качественные показатели зерна ячменя в зависимости от предшественников и удобрений (2017–2019 гг.)

Table 8. Qualitative indicators of barley grain depending on the forecrops and fertilizers (2017-2019)

Предшественник	Без удобрений		$N_{56}P_{16}K_{16}$	
	Масса 1 тыс. зерен, г	Сырой белок, %	Масса 1 тыс. зерен, г	Сырой белок, %
Картофель	42,2	10,1	44,4	12,1
Горох	42,8	10,4	45,8	12,7
Гречиха	42,4	10,2	44,5	12,3

⁹Кашуков М.В., Хоконова М.Б. Влияние предшественников ячменя на формирование пивоваренных качеств зерна и солода // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 5. С. 49–50.

¹⁰Сабитов М.М. Продуктивность и экономическая эффективность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2017. № 4 (20). С. 107–113.

Табл. 9. Экономическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от предшественника и удобрений (2017–2019 гг.)**Table 9.** Economic efficiency of barley cultivation depending on the forecrop and fertilizers (2017-2019)

Предшественник	Вариант	Производственные затраты, р./га	Себестоимость зерна, р./т	Чистый доход, р./га	Рентабельность, %
Картофель	Без удобрений	14 251	4453	2749	19,3
	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	17 788	5263	7212	40,5
Горох	Без удобрений	14 285	4995	2715	19,0
	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	17 826	5021	7174	40,2
Гречиха	Без удобрений	14 267	5169	2733	19,2
	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	17 799	5199	7201	40,5

Экономический анализ показал, что производственные затраты по всем изучаемым предшественникам были наименьшими в вариантах без удобрений – 14 251–14 285 р./га (см. табл. 9).

В результате использования минеральных удобрений в дозе N₅₆P₁₆K₁₆ затраты повышались на 24,8%, себестоимость – на 0,52–18,2%. При внесении удобрений в дозе N₅₆P₁₆K₁₆ получен наибольший чистый доход – 7174–7212 р./га, что в 2,6 раза выше по сравнению с неудобренным вариантом. При этом рентабельность была практически одинаковой по всем предшественникам и варьировала от 40,2 до 40,5%.

Таким образом, для роста продуктивности посевов и улучшения питания растений ячменя рекомендуется его возделывание после бобовых (горох) с дробным внесением удобрений в дозе N₅₆P₁₆K₁₆, что способствует повышению эффективности и конкурентоспособности производства зерна в современных рыночных обстоятельствах.

ВЫВОДЫ

1. При высева ячменя по предшественникам гречиха и горох почва имела более рыхлое сложение (1,10–1,11 г/см³) по сравнению с возделыванием по картофелю, когда она была в более плотном состоянии (1,15 г/см³).

2. Наибольшие запасы продуктивной влаги отмечены на фоне внесения N₅₆P₁₆K₁₆ и высева по гречихе – 166,0 мм, что на 15,3 мм выше неудобренного фона. По картофелю и

гороху эта разница составила 12,2 и 7,7 мм соответственно.

3. Наибольшее снижение запасов влаги ко времени уборки наблюдалось на удобренных вариантах по всем предшественникам – 66,8–72,7% по сравнению с неудобренным фоном.

4. Содержание нитратного азота было выше по предшественнику горох на удобренных вариантах (53 мг/кг почвы). Наибольшая концентрация подвижного фосфора отмечена по всем предшественникам на фоне применения минеральных удобрений (194–204 мг/кг). Наибольшее содержание калия зафиксировано по гороху на удобренном фоне – 97 мг/кг, прибавка составила 22 мг/кг по сравнению с неудобренным вариантом.

5. Наибольшая биологическая активность почвы проявлялась на удобренных вариантах по предшественнику горох – 33,3%.

6. Наименьшее количество сорняков отмечено по предшественнику гречиха в вариантах без удобрений – 20,7 шт./м², на удобренных вариантах оно увеличилось на 24,1%. Применение гербицидов снижало численность малолетних и многолетних сорняков на 86,0–91,0 и 65–88% соответственно.

7. Наибольшая урожайность ячменя была получена по гороху на фоне минерального удобрения в дозе N₅₆P₁₆K₁₆ (3,55 т/га). Прибавка в данном случае составила 0,40 т/га (112,7%) к варианту без удобрений.

8. Наибольшее содержание сырого белка в зерне ячменя зафиксировано в вариантах с применением минеральных удобрений в концентрации $N_{56}P_{16}K_{16}$ по предшественнику горох (12,7%). Масса 1 тыс. зерен при этом увеличилась на 3,0 г и составила 45,8 г по сравнению с неудобренным вариантом.

9. Варианты без использования удобрений потребовали наименьших затрат – 14 251–14 285 р./га. На фоне NPK они повышались на 24,8%. Наименьшая себестоимость зерна отмечена в вариантах без удобрений – 4453–5169 р./т. На фоне $N_{56}P_{16}K_{16}$ она возростала на 0,52–18,2%. Наибольший доход получен на удобренных вариантах (7174–7212 р./га), рентабельность в данном случае составила 40,2–40,5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Власенко А.Н.* Эффективность систем основной обработки темно-серой лесной почвы при возделывании ячменя // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 1. С. 11–17. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-1.
2. *Суринов А.В.* Динамика плодородия пахотных черноземов лесостепной зоны центрально-черноземных областей России // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 57–61. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-57-61.
3. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.* Агрофизические и агрохимические свойства темно-серых лесных почв при различных системах основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 3. С. 15–23. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-2.
4. *Байбеков Р.Ф., Гребенчиков В.Ю., Верхотуров В.В., Белопухов С.Л.* Влияние предшественника и минеральных удобрений на структуру урожая и продуктивность ячменя в лесостепи Приангарья // Плодородие. 2019. № 3 (108). С. 32–36. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.10.
5. *Собина А.С., Хачиков Э.А., Шмараева А.Н., Федоренко А.Н., Приходько В.Д., Казеев К.Ш.* Биологическая активность чернозема обыкновенного через 5 лет после пре-

кращения агрогенной обработки // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 22–26. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-005.

6. *Макаров О.А., Красильникова В.С., Кубарев Е.Н., Строков А.С., Абдулханова Д.Р.* Опыт оценки деградации дерново-подзолистых почв при помощи микробиологических показателей (на примере агрохозяйства Калининградской области) // Агрохимический вестник. 2021. № 1. С. 13–18. DOI: 10.24412/1029-2551-2021-1-003.
7. *Миникаев Р.В., Фатихов Д.А.* Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 74–79. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-74-79.
8. *Сабитов М.М.* Технология возделывания ячменя с различным уровнем интенсификации в условиях Ульяновской области // Агрохимический вестник. 2020. № 5. С. 3–8. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10060.
9. *Дубовик Д.В., Чуян О.Г.* Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие. 2018. № 2. С. 9–13. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202.
10. *Сабитов М.М.* Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 2. С. 13–18. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10202.
11. *Мухаметгалиев Ф.Н., Ситдикова Л.Ф., Авхадиев Ф.Н., Асадуллин Н.М., Гайнутдинов И.Г.* Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 1 (57). С. 117–122. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-117-122.

REFERENCES

1. *Perfiliev N.V., Vyushina O.A., Vlasenko A.N.* Efficiency of basic tillage systems of processing of dark-gray forest soil in the cultivation of barley. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 1, pp. 11–17. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-1.

2. Surinov A.V. Dynamics of fertility of arable chernozems of the forest-steppe zone of the Central chernozem regions of Russia. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2021, vol. 16, no. 1 (61), pp. 57–61. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2021-57-61.
3. Perfiliev N.V., Vyushina O.A. Agrophysical and agrochemical properties of dark gray forest soils under different systems of basic tillage. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 3, pp. 15–23. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-2.
4. Baibekov R.F., Grebenshchikov V.Yu., Verkhotururov V.V., Belopukhov S.L. Influence of the forecrop and mineral fertilizers on structure of the yield and the productivity of barley in Angara region. *Plodородiye = Plodorodie*, 2019, no. 3 (108), pp. 32–36. (In Russian). DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.10.
5. Sobina A.S., Khachikov E.A., Shmarava A.N., Fedorenko A.N., Prihod'ko V.D., Kazeev K.Sh. Biological activity of ordinary chernozem 5 years after the termination of agrogenic treatment. *Agrohimicheskiy vestnik = Agrochemical Herald*, 2022, no. 1, pp. 22–26. (In Russian). DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-005.
6. Makarov O.A., Krasilnikova V.S., Kubarev E.N., Stokov A.S., Abdulkhanova D.R. Experience in assessing damage of sod-podzolic soils using microbiological indicators (on the example of agricultural enterprises of the Kaliningrad region). *Agrohimicheskiy vestnik = Agrochemical Herald*, 2021, no. 1, pp. 13–18. (In Russian). DOI: 10.24412/1029-2551-2021-1-003.
7. Minikaev R.V., Fatikhov D.A. The importance of forecrops in the conditions of intensification of grain production in the Republic of Tatarstan. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2019, vol. 14, no. S4-1 (55), pp. 74–79. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2020-74-79.
8. Sabitov M.M. Technology of barley cultivation with different levels of intensification in the conditions of the Ulyanovsk region. *Agrohimicheskiy vestnik = Agrochemical Herald*, 2020, no. 5, pp. 3–8. (In Russian). DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10060.
9. Dubovik D.V., Chuyan O.G. Quality of crops depending on agronomical practices and climatic conditions. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2018, no. 2, pp. 9–13. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202.
10. Sabitov M.M. Economic efficiency of crop cultivation technologies in grain-steam crop rotation. *Dostidgeniya nauki i tehniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2021, vol. 35, no. 2, pp. 13–18. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10202.
11. Mukhametgaliev F.N., Sitdikova L.F., Avkhadiev F.N., Asadullin N.M., Gaynutdinov I.G. Trends in the development of grain production in the context of import substitution. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2020, vol. 15, no. 1 (57), pp. 117–122. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2020-117-122.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Сабитов М.М.**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом; **адрес для переписки:** Россия, 433315, Ульяновская область, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, 19; e-mail: m_sabitov@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Marat M. Sabitov**, Candidate of Science in Agriculture, Department Head; **address:** 19, Institutskaya St., Timiryazevsky village, Ulyanovsk Region, 433315, Russia; e-mail: m_sabitov@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.06.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 09.09.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023