

УДК 631.582 : 631.8

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В РАЗЛИЧНЫХ ЗВЕНЬЯХ СЕВООБОРОТА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2025 М.М. Сабитов

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,  
Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
имени Н.С. Немцева, Ульяновская обл., п. Тимирязевский, Россия

Статья поступила в редакцию 19.06.2025

Исследования проводили с целью определения влияния удобрений на урожайность ячменя в различных звеньях севооборота лесостепной зоне Среднего Поволжья. Работу осуществляли в период с 2019 по 2021 гг. На опытном поле преобладал выщелоченный чернозем средней мощности с содержанием в пахотном слое гумуса 6,24 % и реакцией почвенной среды слабо кислая –  $pH_{\text{соль}} 6,4$ . Количество подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) составляло 198 мг/кг и 121 мг/кг соответственно. Исследования были посвящены изучению зернопаровых и зернотравяных звеньев севооборота с конкретной схемой чередования культур: 1) Чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень; 2) Занятый пар (горох) – просо – ячмень; 3) Занятый пар (горох) – гречиха – ячмень; 4) Многолетние травы (люцерна) – яровая пшеница – ячмень; 5) Многолетние травы (эспарцет) – яровая пшеница – ячмень. В опытах применялись минеральные удобрения и биопрепарат. 1) Удобрения в посев N16P16K16 – фон; 2) Фон + под культивацию N34 + обработка в фазу кущения препаратом Гумат калия – 1,0 л/га. Наибольшее количество влаги в пахотном и метровом слое почвы наблюдалось в посевах ячменя, выращенного после гречихи 54,6 и 195,7 мм. На удобренных вариантах N16P16K16 при посеве с дополнительным внесением азота под культивацию N34 с обработкой в фазе кущения культур препаратом Гумат калия – 1,0 л/га содержание нитратного азота увеличилось на 6,7–24,8, подвижного фосфора на 8,2–13,2 и обменного калия на 4,2–41,1%, где наибольшее накопление было в звене с многолетними травами. Гумат калия продемонстрировал эффективность в снижении развития септориоза на 7,5–17,5% ниже, чем на контрольных участках, обработанных удобрением N16P16K16. Наиболее высокую защитную функцию против септориоза на ячмене было отмечено на вариантах с применением биологического фунгицида Гумат калия в звене севооборота с многолетними травами люцерной и эспарцетом 40,0–42,9%. Использование  $N_{16}P_{16}K_{16}$  при посеве с дополнительным внесением  $N_{34}$  под культивацию и применения препарата Гумата калия обеспечивало получение наибольшей урожайности ячменя в звене севооборота с многолетними травами.

*Ключевые слова:* севооборот, удобрения, биопрепарат, содержание питательных элементов, поражение септориозом, урожайность.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-4-68-74

EDN: CRECJJ

### ВВЕДЕНИЕ

В сельском хозяйстве набирает обороты биологизация земледелия, подразумевающая более широкое использование доступных органических материалов для улучшения почвы. В севооборотах все чаще применяются зернобобовые культуры и многолетние бобовые травы. Кроме того, важным направлением является внедрение биологических препаратов, созданных на основе сложных органических соединений, таких как гуминовые и тритерпеновые кислоты, а также полипренолы [1–3].

Многочисленные исследования подтверждают, что применение соломы предшественников представляет собой оптимизированную агротехническую практику. Отказ от уборки соломы позволяет избежать дополнительных затрат и способствует поддержанию оптимальных агрофизических и агрохимических показателей почвы [4,5].

Исследования, направленные на изучение влияния зернобобовых, многолетних бобовых трав и биологических препаратов на продуктивность яровых зерновых культур, представляются актуальными в связи с их потенциалом для повышения плодородия почвы, улучшения качественных характеристик продукции, оптимизации затрат и снижения себестоимости производства.

**Цель работы.** Выявить влияние удобрений на урожайность ячменя в различных звеньях севооборота лесостепной зоне Среднего Поволжья.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Почва на участке представлена черноземом выщелоченным средней мощности, обладающим хорошим потенциалом плодородия. Об этом свидетельствует высокое содержание гумуса (6,22%), достаточное количество доступных для растений фосфора (198 мг/кг) и калия (121 мг/кг), слабкокислая реакция (рН 6,4) и высокая сумма поглощенных оснований (46,4 мг.-экв./100 г почвы).

На опытном поле отдела земледелия лаборатории «Севооборотов» Ульяновского НИИСХ (филиала Самарского НЦ РАН) в период с 2017 по 2021 год были заложены стационарные полевые опыты на богаре. Исследования были посвящены изучению зернопаровых и зернотравяных звеньев севооборота с конкретной схемой чередования культур. Фактор А: 1) Чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень; 2) Занятый пар (горох) – просо – ячмень; 3) Занятый пар (горох) – гречиха – ячмень; 4) Многолетние травы (люцерна) – яровая пшеница – ячмень; 5) Многолетние травы (эспарцет) – яровая пшеница – ячмень.

В опытах применялись минеральные удобрения и биопрепарат. Фактор В.

1) Удобрения в посев N16P16K16 – фон;

2) Фон + под культивацию N34 + обработка в фазу кущения препаратом Гумат калия – 1,0 л/га.

Объектом исследований являлся ячмень возделываемой в различных звеньях севооборота и удобрениям. Ячмень, сорта «Камашевский», высевался с нормой 4,5 млн. всхожих семян на 1 га. Севооборот развернут во времени и в пространстве тремя закладками. Опыт двухфакторный, учетная площадь делянки 125 м<sup>2</sup>, повторность 3- кратная. Расположение делянок систематическое в один ярус.

В опытах применялся Гумат калия - это водорастворимая калийная соль гуминовой кислоты для стимулирования энергии роста растений, активации их питания, повышения коэффициента усвоения питательных веществ растениями, а также сопротивляемости к заболеваниям и укреплению корневой системы.

Для решения поставленных задач в полевом опыте проводились учеты, наблюдения и анализы по общепринятым методикам (*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Вып. 2. – М.: Колос, 1989. – 212 с.*)

Определение нитратного азота – ионометрический метод в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26951-86; - подвижного фосфора (по методу Чирикова, ГОСТ 26204-91); обменного калия (по методу Чирикова, ГОСТ 26204-91);

- влажность почвы определялась методом высушивания. Пробы отбирались на двух несмежных повторностях по две скважины послойно через 10 см глубиной до 1 м. весной, в период вегетации и осенью после уборки.

Взятые образцы помещались в бюксы, взвешивались, высушивались при температуре 140° С в течении 6 часов. Содержание влаги в почве вычислялось в (%) от абсолютно-сухой почвы и в (мм.) продуктивной влаги.

Целлюлозоразлагающая активность почвы определялась методом льняных полотен за период инкубации посев - уборка в 1 и 3 повторности по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см в трехкратной повторности по диагонали делянки.

Учёт засоренности посевов проводился перед обработкой делянок гербицидом в фазе кущения, через 20 дней после обработки гербицидом и перед уборкой на площадках 0,25 м<sup>2</sup> по 8 штук на первой и третьей повторности, метод учета количественно-весовой.

Учет урожайности проводился путем сплошного обмолота всей массы с учетной делянки комбайном «Нива-Эффект». Данные по учету приводятся к 100 % чистоте (ГОСТ 12037-81) и 14 % влажности (ГОСТ 27548-97).

Агрометеорологические условия вегетационные периоды за 2019–2021 гг. складывались следующим образом. Сумма эффективных t° выше +5°С за вегетационный период (апрель–сентябрь) 2019 г. составила 1532°С при норме 1762°С, а сумма осадков – соответственно 276 и 307 мм, при ГТК 0,8. За 2020 год сумма эффективных температур составила 1801°С а сумма осадков – соответственно 351,7 мм, при ГТК 1,3. В 2021 году сумма температур выше пяти градусов накопилось 2235°С, а осадков выпало 172,4 мм и гидротермический коэффициент составил 0,7 единиц.

Наибольшее количество влаги в пахотном и метровом слое почвы наблюдалось в посевах ячменя, выращенного после гречихи: 54,6 мм и 195,7 мм соответственно. В остальных вариантах опыта запасы продуктивной влаги были примерно одинаковы: в слое 0-30 см они колебались от 38,6 до 55,4 мм, а в метровом слое – от 161,8 до 197,5 мм. К моменту полного созревания культур запасы продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы значительно уменьшились из-за испарения и потребления растениями, снизившись на 53,3-87,5% и 56,0-82,8% соответственно.

В агрофитоценозе ячменя наблюдалась высокая засоренность посевов (51,8-67,9 шт./м<sup>2</sup>), зависящая от севооборота и удобрений. Применение гербицидов показало наилучшие результаты в борьбе с сорняками, обеспечивая биологическую эффективность в пределах 72,9-81,9%.

В течение периода роста и развития сельскохозяйственных культур, концентрация легкоусвояемых элементов питания в верхнем слое почвы подвергается колебаниям. Для достижения высоких показателей урожайности и его качества, требуется снабжение почвы и растений органическими соединениями и легкодоступными питательными элементами [6-8].

Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы (36,5-45,8 мг/кг) после внесения удобрения N16P16K16 при посеве, было значительно выше на участках, где ячмень выращивался после многолетних трав, по сравнению с другими культурами.

Содержание доступного фосфора ( $P_2O_5$ ) в почве довольно стабильно в отличие от азота (нитратного -  $NO_3$ ), тем не менее, в звене с занятым паром показало низкое его накопление по сравнению с чистым и многолетними травами.

По степени обеспеченности почвы калием показало низкое его содержание от 56 до 72 мг/кг почвы, тем не менее, существенно выше было отмечено по звену с чистым паром и по люцерне.

На удобренных вариантах N16P16K16 при посеве с дополнительным внесением азота под культивацию N34 с обработкой в фазе кущения культур препаратом Гумат калия - 1,0 л/га содержание нитратного азота увеличивалось на 6,7-24,8, подвижного фосфора на 8,2-13,2 и обменного калия на 4,2-41,1%, где наибольшее накопление было в звене с многолетними травами.

В современных сельскохозяйственных практиках солома широко применяется как удобрение. Заделка соломы в почву не только улучшает её физические и химические характеристики, но и является экономически выгодным решением. Отсутствие затрат на уборку соломы существенно снижает себестоимость сельскохозяйственной продукции [9,10].

Химический состав соломы и зерна демонстрирует высокую степень вариабельности. Эта вариабельность обусловлена взаимодействием множества факторов, таких как предшествующая культура, почвенно-климатические условия, применяемая система удобрений, видовая принадлежность культуры и другие агротехнические параметры [11,12].

Содержание азота в соломе ячменя было самым высоким по сравнению с другими культурами в севообороте с люцерной и эспарцетом. При использовании НРК при посеве, содержание азота составило 1,23% и 1,40%, а при дополнительном внесении азота под культивацию и Гумата калия в посевах - 1,27% и 1,89%.

Анализ содержания фосфора в соломе показал, что различия между вариантами с внесением НРК при посеве и вариантами с дополнительным внесением азота под культивацию с применением Гумата калия были незначительными. Концентрация фосфора варьировала в пределах 0,37-0,44% и 0,51-0,71% соответственно.

В севообороте с многолетними травами, в соломе ячменя наблюдалось максимальное содержание калия, независимо от используемых удобрений. При использовании НРК содержание калия составляло 1,92-2,06%, а при дополнительном внесении азота перед культивацией и с Гуматом калия в посевах, этот показатель увеличивался до 2,05-2,12%.

Содержание азота, фосфора и калия в зерне ячменя было статистически значимо выше при использовании удобрений НРК в севооборотах с люцерной и эспарцетом по сравнению с чистым паром. Внесение азота (N34) под культивацию в сочетании с препаратом Гумат калия в посевах приводило к существенному увеличению концентрации этих элементов в зерне относительно удобренного фона. При этом наибольший прирост наблюдался в звене по чистому пару (116-184%), за которым следовали занятые пары (119-182%) и многолетние травы (109-143%).

Интенсивность биологических процессов в почве, используемой для выращивания культуры, демонстрирует значительную вариабельность в зависимости от применяемого севооборота, фона удобрений и использования биопрепаратов [13].

Анализ биологической активности почвы в посевах ячменя выявил, что на фоне применения удобрения N16P16K16 при посеве, данный показатель варьировал в пределах 32,7-39,7%. В вариантах с дополнительным внесением азота (N34) перед культивацией и последующей обработкой посевов ячменя Гуматом калия в фазе кущения, наблюдалось увеличение биологической активности почвы, достигающее значений 41,1-49,6%.

Звено севооборота с многолетними травами демонстрировало статистически значимо более высокую биологическую активность почвы по сравнению с другими звеньями. Оценка интенсивности биологических процессов, проведенная по методике Д.Г. Звягинцева, показала, что в среднем по всем вариантам опыта она соответствовала среднему уровню.

Для успешного ведения земледелия и получения качественного урожая, не наносящего вреда окружающей среде, ключевую роль играет эффективная защита растений от болезней. Современный подход к этой защите должен быть комплексным и объединять несколько стратегий: использование устойчивых к болезням сортов, применение правильных агротехнических методов, использование биологических методов борьбы с вредителями и болезнями, а также разумное применение химических препаратов [14].

В вегетационные периоды 2019-2021 годов агрометеорологические условия оказывали сдерживающее влияние на развитие септориоза. В 2019 году степень поражения септориозом в экспериментальных посевах была низкой и не превышала 12%. В 2020 и 2021 годах, несмотря на визуальное обнаружение признаков инфицирования (бурые пятна на листьях) на ранних этапах развития растений, эпифитотийное развитие болезни не наблюдалось. В мае, при превышении нормы осадков и повышенной среднемесячной температуре, начальное поражение септориозом отмечалось на контрольных вариантах с внесением удобрения N16P16K16. Интенсивность развития болезни на ячмене в различных звеньях севооборота колебалась в пределах 12,5-20%, с минимальными показателями в звене с люцерной.

Гумат калия продемонстрировал эффективность в снижении развития септориоза на посевах: поражение было на 7,5-17,5% ниже, чем на контрольных участках. Особенно выраженный защитный эффект наблюдался на ранних стадиях развития ячменя в севообороте с люцерной и эспарцетом, где снижение поражения достигало 40,0-42,9%.

При правильном чередовании ячменя с другими культурами в севообороте и внесении минеральных удобрений можно добиться значительного увеличения урожая [15,16].

В ходе исследований урожайность ячменя, выращенного в севообороте с чистым паром, демонстрировала значительную изменчивость, находясь в диапазоне от 2,15 до 4,44 т/га. Средний показатель урожайности за исследуемый период составил 3,35 т/га (таблица).

**Таблица.** Урожайность ячменя в зависимости от удобрений в различных звеньях севооборота, т/га, за 2019-2021 гг.

А. Севооборот	В. Варианты удобрений	Урожайность, т/га				Прибавка	
		2019	2020	2021	Средняя	от контрольного звена севооборота	от удобрений и биопрепарата
Ч.пар-оз.пш.-яр.пш.-ячмень (контроль)	1	3,46	4,44	2,15	3,35	-	-
	2	3,68	4,67	2,31	3,55	-	+ 0,20
Занятый пар (горох) - просо-ячмень	1	3,31	4,32	2,03	3,22	- 0,13	-
	2	3,54	4,53	2,33	3,47	-	+0,25
Занятый пар (горох) - гречиха-ячмень	1	3,41	4,28	2,06	3,25	- 0,10	-
	2	3,59	4,56	2,38	3,51	-	- 0,04
Мн.травы (люцерна) - яр.пш.-ячмень	1	3,61	4,45	2,43	3,50	+ 0,15	-
	2	3,83	4,69	2,57	3,70	-	+0,15
Мн. травы (эспарцет) - яр.пш.-ячмень	1	3,60	4,37	2,38	3,45	+ 0,10	-
	2	3,79	4,52	2,48	3,60	-	+0,05
НСР <sub>05</sub> по фактору А		0,158	0,321	0,216			
по фактору В		0,112	0,064	0,121			
по факторам АВ		0,390	0,111	0,145			

Примечание: 1. Удобрения в посев – фон N16P16K16 (контроль); 2. Фон + под культивацию N34 + обработка в фазу кущения культур препаратом Гумат калия - 1,0 л/га.

Урожайность ячменя в севообороте с люцерной колебалась от 2,43 до 4,45 т/га, в среднем увеличиваясь на 0,15 т/га. Использование эспарцета давало меньший прирост – 0,10 т/га. Посев ячменя после занятого пара приводил к снижению урожайности на 0,10-0,13 т/га. Наибольший эффект на урожайность ячменя в чистом пару (прибавка 0,20 т/га) и в занятом пару после проса (прибавка 0,25

т/га) оказывало внесение минеральных удобрений (N<sub>34</sub>) и некорневая подкормка Гуматом калия. Максимальная урожайность (3,70 т/га) была достигнута в севообороте с люцерной, а с эспарцетом – 3,60 т/га, что дало прибавку 0,15 и 0,05 т/га соответственно.

Таким образом, выявлено, что применение удобрений сопровождалось усилением поступления в растения элементов питания в звене севооборота с люцерной на вариантах НРК при посеве с дополнительным внесением азота под культивацию и применением препарата Гумат калия. Положительное влияние на этих вариантах наблюдалось и биологическая активность почвы 49,6%.

Наиболее высокую защитную функцию против септориоза на ячмене было отмечено на вариантах с применением биологического фунгицида Гумат калия в звене севооборота с многолетними травами люцерной и эспарцетом 40,0-42,9%.

Использование N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> при посеве с дополнительным внесением N<sub>34</sub> под культивацию и применения препарата Гумата калия обеспечивало получение наибольшей урожайности ячменя в звене севооборота с многолетними травами.

На основании полученных данных рекомендуется использовать варианты с применением минеральных удобрений при посеве N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>+N<sub>34</sub> под культивацию и некорневой подкормки Гуматом калия в дозе 1,0 л/га в звене севооборота с многолетними травами (люцерна), позволяющее повысить содержание питательных элементов в почве, растениях, улучшить её биологическую активность в пахотном слое и увеличить продуктивность ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абасов, Ш.М. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность культур зернопропашного севооборота при разных способах основной обработки почвы / Ш.М. Абасов, М.Ш. Гаплаев, Х.А. Хусайнов и др. // Плодородие. – 2022. – № 1. – С. 54-57. – DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.14.
2. Балабанов, С.С. Влияние приёмов биологизации земледелия на плодородие почвы в зернотравяном севообороте / С.С. Балабанов, Н.В. Беседин, Н.И. Картамышев Н.И. и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1. – С. 57-58. – EDN RMRLGV.
3. Дедов, А.А. Влияние приёмов биологизации земледелия и способов обработки почвы на содержание органического вещества в черноземе типичном и продуктивность севооборотов / Дедов, А.А., Несмеянова М.А., Дедов А.В. // Агрохимия. – 2017. – № 9. – С. 25-32. – DOI 10.7868/S0002188117090022.
4. Цветков, М.Л. Элементы биологизации в земледелии Алтайского края: монография / М.Л. Цветков, Л.М. Лысенко. – Барнаул: АЗБУКА, 2019. – 195 с.
5. Чекмарев, П.А. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области / П.А. Чекмарев, С.В. Луки // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 3-6. – EDN TAAL0Z.
6. Сабитов, М.М. Агрофизические, агрохимические, биологические свойства почвы и урожайность зерновых культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья / М.М. Сабитов // Научные труды по агрономии. – 2019. – № 2(2). – С. 12-18. – EDN IFOSTR.
7. Наумченко, Е.Т. Оценка изменения плодородия почвы и продуктивности агроценоза при длительном внесении удобрений / Е.Т. Наумченко, Е.В. Банецкая // Плодородие. – 2023. – № 1. – С. 39-41. – DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.09.
8. Сабитов, М.М. Влияние удобрений и средств защиты растений на засоренность, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / М.М. Сабитов // Агрохимический вестник. – 2021. – №4. – С. 41-47. – DOI 10.24412/1029-2551-2021-4-008.
9. Сидоров, М.И. Использование соломы на удобрение / М.И. Сидоров, Н.И. Зезюков, М. И. Сидоров, Н.И. Зезюков // Земледелие. – 1988. – № 11. – С. 48-50. – EDN TVVFRB.
10. Серая, Т.М. Влияние заправки побочной продукции и минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы / Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева, Т.М. Кирдун // Агрохимия. – 2015. – № 11. – С. 30-36. – EDN UYOMMR.
11. Ивойлов, А.В. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна ячменя в зоне неустойчивого увлажнения / А.В. Ивойлов, В.И. Копыло, О.Н. Самойлов // Агрохимия. – 2003. – № 9. – С. 30-31.
12. Конончук, В.В. Эффективность систем удобрения и источников азота при возделывании озимых и яровых зерновых культур в севообороте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центрального Нечерноземья / В.В. Конончук, С.М. Тимошенко, В.Д. Штырхунов и др. // Агрохимический вестник. – 2022. – № 2. – С. 15-21. – DOI 10.24412/1029-2551-2022-2-003.
13. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 256 с.
14. Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2020 году // Защита и карантин растений. – 2021. – № 7. – С. 3-16. – EDN SJBHIA.
15. Дьяченко, Е.Н. Продуктивность ярового ячменя в плодосменном севообороте в условиях Прибайкалья / Е.Н. Дьяченко, О.Г. Дятлова // Агрохимический вестник. – 2022. – № 2. – С. 43-47. – DOI 10.24412/1029-2551-2022-2-008.
16. Постников, П.А. Плодородие почвы и продуктивность севооборотов при различной насыщенности бобовыми травами / П.А. Постников // Агро XXI. – 2015. – № 7-9. – С. 31-33. – EDN UZISSP.

## EFFECT OF FERTILIZERS ON BARLEY YIELD IN VARIOUS SEEDLINGS OF A CROP ROTATION IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2025 М.М. Sabitov

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,  
Ulyanovsk Scientific Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev

The studies were conducted to determine the effect of fertilizers on the yield of barley in various crop rotation units in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The work was carried out between 2019 and 2021. The experimental field was dominated by medium-power leached chernozem with a humus content of 6.35% in the arable layer and a soil reaction close to neutral, with a pH of 6.8. The amount of mobile phosphorus and potassium (according to Chirikov) was 225 mg/kg and 119 mg/kg, respectively. The research focused on studying grain-fallow and grain-grass crop rotations with a specific crop rotation scheme: 1) Clean fallow – winter wheat – spring wheat – barley; 2) Occupied fallow (peas) – millet – barley; 3) Occupied fallow (peas) – buckwheat – barley; 4) Perennial grasses (alfalfa) – spring wheat – barley; 5) Perennial grasses (sainfoin) – spring wheat – barley. Mineral fertilizers and a biopreparation were used in the experiments. 1) Fertilizers in sowing N16P16K16 – background; 2) Background + under cultivation N34 + treatment in the tillering phase with potassium humate – 1.0 l/ha. The greatest amount of moisture in the arable and meter layer of soil was observed in barley crops grown after buckwheat 54.6 and 195.7 mm. On fertilized variants of N16P16K16, when sowing with additional nitrogen application under cultivation of N34, and treatment with potassium humate at a rate of 1.0 l/ha during the tillering phase, the content of nitrate nitrogen increased by 6.7-24.8%, mobile phosphorus by 8.2-13.2%, and exchangeable potassium by 4.2-41.1%, with the highest accumulation in the link with perennial grasses. Potassium humate demonstrated effectiveness in reducing the development of septoria by 7.5-17.5% lower than in control plots treated with N16P16K16 fertilizer. The highest protective function against septoria on barley was observed in the variants with the use of the biological fungicide Humate potassium in the rotation link with perennial grasses alfalfa and sainfoin 40.0-42.9%. The use of N16P16K16 at sowing with additional application of N34 under cultivation and the use of the Humate potassium preparation provided the highest yield of barley in the rotation link with perennial grasses.

*Key words:* crop rotation, fertilizers, biopreparation, content of nutrient elements, damage by septoriosis, yield.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-4-68-74

EDN: CRECJJ

### REFERENCES

1. [Influence of chemicalization and biologization on the yield of crops in a grain-legume crop rotation with different methods of primary tillage] / SH.M. Abasov, M.SH. Gaplaev, KH.A. Khusainov et al. // *Plodorodie*. 2022. №1. S. 54-57. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.14.
2. [The effect of biologization techniques on soil fertility in a grain-grass crop rotation] / S.S. Balabanov, N.V. Besedin, N.I. Kartamy-shev N.I. et al. // *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2013. № 1. S. 57-58. EDN RMRLGV.
3. *Dedov, A.A., Nesmeyanova M.A., Dedov A.V.* [Influence of agricultural biologization techniques and soil cultivation methods on the content of organic matter in typical chernozem and the productivity of crop rotations] // *Agrokimiya*. 2017. № 9. S. 25-32. DOI 10.7868/S0002188117090022.
4. *Tsvetkov M.L., Lysenko L.M.* *Ehlementy biologizatsii v zemledelii Altaiskogo kraia: monografiya* [Elements of Biologization in Agriculture in the Altai Territory: A Monograph]. Barnaul: AZBUKA, 2019. 195 s.
5. *Chekmarev P.A., Luki S.V.* [Results of the implementation of the biologization program for agriculture in the Belgorod region] // *Zemledelie*. 2014. № 8. S. 3-6. EDN TAAL0Z.
6. *Sabitov M.M.* [Agrophysical, agrochemical, and biological properties of soil and grain crop yields in the forest-steppe zone of the Middle Volga region] // *Nauchnye trudy po agronomii*. 2019. № 2(2). S. 12-18. EDN IFOCTP.
7. *Naumchenko E.T., Banetskaya E.V.* [Assessment of changes in soil fertility and agrocenosis productivity during long-term fertilizer application] // *Plodo-rodie*. 2023. №1. S. 39-41. DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.09.
8. *Sabitov M.M.* [Influence of fertilizers and plant protection products on weediness, yield, and grain quality of winter wheat] // *Agrokhimicheskii vestnik*. 2021. №4. S. 41-47. DOI 10.24412/1029-2551-2021-4-008.
9. *Sidorov M. I., Zezyukov N.I.* [Using straw for fertilizer] // *Zemledelie*. 1988. №11. S. 48-50. EDN TVVFRB.
10. *Seraya T.M., Bogatyreva E.N., Kirdun T.M.* [Influence of the incorporation of by-products and mineral fertilizers on the productivity of a crop rotation unit and the agrochemical indicators of sod-podzolic sandy loam soil] // *Agrokimiya*. 2015. № 11. S. 30-36. EDN UYMOMR.
11. *Ivoilov A.V., Kopylo V.I., Samoilov O.N.* [The effect of fertilizers on the yield and quality of barley grain in an area with unstable moisture conditions] // *Agrokimiya*. 2003. № 9. S. 30-31.
12. [The effectiveness of fertilizer systems and nitrogen sources in the cultivation of winter and spring cereals in crop rotation on sodpodzolic medium-loamy soil in the Central Non-Chernozem region] / V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov et al. // *Agrokhimicheskii vestnik*. 2022. № 2. S. 15-21. DOI 10.24412/1029-2551-2022-2-003.

13. Zvyagintsev D.G. Pochva i mikroorganizmy [Soil and microorganisms]. М.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1987. 256 s.
14. National Report on the Phytosanitary State of the Russian Federation in 2020 // Zashchita i karantin rastenii. 2021. № 7. S. 3-16. EDN SJBHIA.
15. D'yachenko E.N., Dyatlova O.G. [Productivity of spring barley in a fruit-changing crop rotation in the Baikal region] // Agrokhimicheskii vestnik. 2022. №2. S. 43-47. DOI 10.24412/1029-2551-2022-2-008.
16. Postnikov P.A. [Soil fertility and crop rotation productivity with different levels of legume grasses] // Agro XXI. 2015. № 7-9. S. 31-33. EDN UZISSP.