

### Влияние технологий возделывания на свойства чернозема выщелоченного и урожайность ячменя

**А. Х. Куликова<sup>1</sup>**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства»

**Г. В. Ермолаева<sup>2</sup>**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

**Е. С. Волкова<sup>1✉</sup>**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Я. А. Асмус<sup>1</sup>**, аспирант кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства»

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432000, г. Ульяновск, бульвар Новый венец, зд. 1

✉volkova-ivinaelena@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ — филиал СамНЦ РАН, 433315, Ульяновская область, Ульяновский район, пос. Тимирязевский, ул. Институтская

**Резюме.** Изучение влияния технологий возделывания ячменя (интенсивной, интегрированной, биологизированной) на свойства чернозема выщелоченного и урожайность культуры проводили на опытном поле Ульяновского НИИСХ — филиала Самарского НЦ РАН. По интенсивной технологии применяли минеральное удобрение с расчетом на получение 4 т/га зерна и химические средства защиты растений (протравители семян, фунгициды, гербициды, инсектициды). По полностью биологизированной технологии исключали применение любых химических средств (в том числе минеральных удобрений) с заменой их на биологические (биофунгициды, биостимуляторы, биоинсектициды). По интегрированной технологии в дополнение к биологизированной для подавления сорных растений в посевах использовали гербицид Бенито, ККР. Почва опытного поля представлена черноземом слабывщелочным тяжелосуглинистым с высокой обеспеченностью легкогидролизующим азотом, высокой - подвижным фосфором и повышенной – подвижным калием, слабокислой реакцией почвенного раствора. Установили: биологизированные технологии возделывания ячменя благоприятно повлияли на свойства чернозема выщелоченного: количество агрономически ценных агрегатов (0,25...10 мм) в пахотном слое увеличилось на 2,7 % (абсолютное значение); доступной влаги к концу вегетации культуры сохранилось на 2,1 мм в пахотном и на 2,8 мм – метровом слоях больше; активность почвенных микроорганизмов повысилась на 8,3 % в абсолютном значении и на 23 % – относительном. Содержание основных доступных форм элементов питания (азота, фосфора и калия) незначительно было меньше, чем на варианте с применением интенсивной технологии. Урожайность зерна ячменя при возделывании его по полностью биологизированной технологии уступала интенсивной незначительно и составила в среднем за 2 года 3,87 т/га, тогда как по интенсивной – 3,99 т/га. Следовательно, при возделывании сельскохозяйственных культур на черноземах с высокой обеспеченностью элементами питания (азотом, фосфором, калием) в благоприятных условиях вегетации, применяя биологизированные технологии, возможно формирование урожайности зерна, незначительно уступающей интенсивной с использованием минеральных удобрений и других средств химизации.

**Ключевые слова:** агрофизические и воднофизические, биологические и агрохимические свойства почвы, ячмень, урожайность.

**Для цитирования:** Влияние технологий возделывания на свойства чернозема выщелоченного и урожайность ячменя / А. Х. Куликова, Г. В. Ермолаева, Е. С. Волкова, Я. А. Асмус // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 1 (73). С. 64-70. doi:10.18286/1816-4501-2026-1-64-70

### The impact of cultivation technologies on the properties of leached black soil and barley yield

**A. Kh. Kulikova<sup>1</sup>, G. V. Ermolaeva<sup>2</sup>, E. S. Volkova<sup>1✉</sup>, Ya. A. Asmus<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FSBEI HE Ulyanovsk State Agriculural University

432000, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1

✉volkova-ivinaelena@yandex.ru

<sup>2</sup> Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture 433315, Ulyanovsk Region, Ulyanovsk District, Timiryazevsky Settlement, Institutskaya Street

**Abstract.** A study of the impact of barley cultivation technologies (intensive, integrated, and biologized) on the properties of leached chernozem and crop yield was conducted in a test field at the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture, a branch of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The intensive technology utilized mineral fertilizers at a yield of 4 t/ha and chemical plant protection products (seed treatments, fungicides, herbicides, and insecticides). The fully biologized technology eliminated the use of any chemicals (including mineral fertilizers) and replaced them with biological ones (biofungicides, biostimulants, and bioinsecticides). The integrated technology, in addition to the biologized technology, also used the herbicide Benito, KKR, to suppress weeds in the crops. The experimental field soil is

represented by slightly leached heavy loamy chernozem with a high content of readily hydrolyzable nitrogen, high mobile phosphorus, and increased mobile potassium, with a slightly acidic soil solution reaction. It was established that biologized barley cultivation technologies had a favorable effect on the properties of leached chernozem: the amount of agronomically valuable aggregates (0.25-10 mm) in the arable layer increased by 2.7% (absolute value); by the end of the crop growing season, available moisture remained at 2.1 mm in the arable layer and 2.8 mm more in the one-meter layer; the activity of soil microorganisms increased by 8.3% in absolute value and by 23% in relative value. The content of the main available forms of nutrients (nitrogen, phosphorus, and potassium) was slightly lower than in the variant using intensive technology. Barley grain yields when grown using fully biologized technology were only slightly lower than those grown using intensive technology, averaging 3.87 t/ha over two years, compared to 3.99 t/ha when grown using intensive technology. Therefore, when cultivating crops on chernozems with a high supply of nutrients (nitrogen, phosphorus, and potassium) under favorable growing conditions, using biologized technologies, it is possible to achieve grain yields that are only slightly lower than those grown using intensive methods using mineral fertilizers and other chemicals.

**Keywords:** agrophysical and hydrophysical, biological and agrochemical soil properties, barley, yield.

**For citation:** The impact of cultivation technologies on the properties of leached black soil and barley yield / A. Kh. Kulikova, G. V. Ermolaeva, E. S. Volkova, Ya. A. Asmus // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.1 (73): 64-70 doi:10.18286/1816-4501-2026-1-64-70

Исследование проведено при поддержке гранта Российского научного фонда № 25-26-00072, <https://rscf.ru/project/25-26-00072/>.

### Введение

Современное растениеводство в большей степени основано на опережающем развитии крупных агропромышленных компаний, которые максимально применяют агрохимикаты, в том числе широкий спектр пестицидов и добиваются высоких результатов в своей деятельности. Однако при этом возможно негативное воздействие последних как на качество получаемой продукции, так и окружающую среду. И, не случайно, в последнее время во всем мире ведется интенсивный поиск альтернативных систем земледелия, которые позволили бы избежать соответствующие последствия широкой химизации при производстве сельскохозяйственной продукции. В этом отношении, прежде всего, приобретает большое значение биологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур вплоть до полной замены химических средств, что представляет сущность органического земледелия [1, 2, 3, 4].

Органическое земледелие по мнению ряда авторов [5, 6, 7, 8, 9, 10] имеет как преимущества, так и возможные вызовы. К несомненным преимуществам относятся:

большая экологическая безопасность получаемой продукции, которая или не содержит, или содержит минимальное количество остатков пестицидов, применяемых в традиционных технологиях с использованием химических веществ;

сохранение биоразнообразия в среде, что является основой поддержания экологической устойчивости окружающей среды и агробиоценозов;

снижение антропогенной нагрузки сельскохозяйственного производства на окружающую среду и агроэкосистемы;

повышение устойчивости к вредителям и болезням сельскохозяйственных культур;

восстановление и сохранение плодородия почвы.

К вызовам органического земледелия относятся:

возможное снижение урожайности сельскохозяйственных культур, особенно на первых этапах его внедрения;

проблемы защиты растений, так как надежных биологических средств защиты растений от сорняков практически нет. Агротехнические приемы подавления сорняков не всегда применяются в полном объеме;

недостаток знаний и опыта в области применения органического земледелия;

более высокая стоимость продукции органического земледелия.

Вышесказанное обуславливает необходимость глубокого изучения эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур в органическом земледелии.

Цель исследований – изучение влияния технологий возделывания (интенсивной, интегрированной и биологизированной) на свойства чернозема выщелоченного (агрофизические и воднофизические, биологические и агрохимические) и урожайность ячменя.

### Материалы и методы

Полевые опыты по изучению сравнительной эффективности интенсивной (с применением минеральных удобрений, химических средств защиты посевов), биологизированной (заменой всех химических средств на биологические) и интегрированной (в дополнение к биологизированной с использованием гербицида) технологий возделывания ячменя осуществляли на базе Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Самарского научного центра Российской академии наук (Ульяновский НИИСХ - филиал СамНЦ РАН). Характеристика препаратов, использованных при возделывании ячменя, приведена в нашей работе [11].

Экспериментальной культурой являлся ячмень яровой (*Hordeum vulgare L.*) сорта Камашевский селекции ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. Сорт включен в Государственный реестр по Волго-Вятскому и Средневолжскому регионам. Устойчив к полеганию,

#### 4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

способен формировать высокую урожайность за счет крупности зерна, по его качеству – ценный с содержанием белка 10,5...15,6 %.

Почва опытного поля – чернозем слабовыщелоченный тяжелосуглинистый на желто-бурой тяжелосуглинистой глине. Агрехимические показатели его плодородия следующие: содержание гумуса 5,50...5,95 %, доступных  $P_2O_5$  235-291 мг/кг и  $K_2O$  95...135 мг/кг, обменная кислотность 5,4...5,6 единиц  $pH_{КС}$ .

Таким образом, чернозем слабовыщелоченный тяжелосуглинистый на опытном поле Ульяновского НИИСХ — филиала СамНЦ РАН характеризуется достаточно высоким уровнем плодородия. Обеспеченность почвы опытного поля доступными растениям фосфора высокая, калием – повышенная,

легкогидролизуемым азотом - высокая, реакция среды – слабокислая.

Погодные условия по температурным и водным режимам вегетации были относительно благоприятными для возделывания зерновых культур (в том числе ячменя).

##### Результаты

Физическое состояние почвы имеет исключительно важное значение для создания оптимальных почвенных условий для роста и развития культур. Именно оно определяет водно-воздушные, биологические и питательный режимы почвы, обеспечивая нормальное протекание в ней биологических, биохимических и других процессов. В таблице 1 представлено структурное состояние пахотного слоя чернозема выщелоченного в зависимости от технологий возделывания ячменя.

**Таблица 1. Структурно-агрегатный состав чернозема выщелоченного под посевами ячменя (2025 г.)**

Технология возделывания	Содержание агрегатов, % (сухое просеивание)			K*	Содержание водопрочных агрегатов, %	
	>10 мм	0,25...10 мм	<0,25 мм		3...0,25 мм	<0,25 мм
Интенсивная	27,2	64,5	5,9	1,95	57,2	42,8
Интегрированная	27,6	66,0	6,4	1,94	57,4	42,6
Биологизированная	27,6	67,2	5,2	2,04	57,9	42,1

K\* – коэффициент структурности

Структурное состояние чернозема выщелоченного при применении биологизированных технологий возделывания культуры имеет выраженную тенденцию к улучшению: содержание агрономически

ценных агрегатов по отношению к интенсивной повысилось на 2,7 % (абсолютное значение), коэффициент структурности (2,03 единицы) стал оптимальным для данной почвы.

**Таблица 2. Запасы продуктивной влаги в почве под посевами ячменя в зависимости от технологий его возделывания, мм**

Технология возделывания	10.05.2025		29.07.2025	
	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см
Интенсивная	11,9	82,0	6,0	34,9
Интегрированная	11,0	88,1	7,0	32,9
Биологизированная	14,1	97,5	8,1	37,7

Биологизированная технология возделывания культуры обеспечивала большее сохранение доступной влаги в почве: на варианте с интенсивной технологией запасы ее в начале вегетации составили 82 мм, по биологизированной — 97,5 мм, к концу вегетации соответственно 34,9 и 37,7 мм (табл. 2).

В таблице 3 приведены результаты изучения деятельности почвенных микроорганизмов, определяемой по целлюлолитической активности. Активность почвенных микроорганизмов под посевами ячменя в течение всего вегетационного периода была достаточно высокой и достигала в среднем пахотном слое 36...45 %. При выращивании культуры с использованием только биологических приемов активность микробиоты была значительно (на 23 относительных процента) выше, чем при использовании технологии, основанной на применении химических веществ (минеральных удобрений, пестицидов, деструкторов растительных остатков).

**Таблица 3. Влияние технологий возделывания ячменя на биологическую активность целлюлозо-разрушающей микробиоты**

Технология возделывания	Слой почвы, см	Активность микробиоты, %	Отклонение от интенсивной, %
Интенсивная	0-10	23,2	0
	10-20	47,9	0
	20-30	37,5	0
	0-30	36,2	0
Интегрированная	0-10	27,5	+4,3
	10-20	44,1	-3,8
	20-30	37,6	+0,1
	0-30	36,4	+0,2
Биологизированная	0-10	27,1	+3,9
	10-20	49,6	+1,2
	20-30	56,7	+19,2
	0-30	44,5	+8,3

При возделывании ячменя по всем технологиям деятельность микроорганизмов в большей степени повышалась в слое почвы толщиной 10...20 см, где сосредоточена наиболее активная часть корневой

системы растений и где были наилучшие условия увлажнения.

Содержание основных элементов питания (NPK) в пахотном слое чернозема выщелоченного (табл. 4) при возделывании ячменя по биологизированной технологии уступало варианту с применением интенсивной технологии: количество аммонийного и нитратного азота в почвенном растворе было меньше на 0,4...0,6 мг/кг, доступных фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) на 3 мг/кг и калия (K<sub>2</sub>O) — на 1...4 мг/кг почвы соответственно. Различия в содержании микроэлементов (меди, цинка, марганца) в почве под влиянием технологий возделывания незначительны.

**Таблица 4. Агрохимические показатели чернозема выщелоченного при различных технологиях возделывания ячменя (слой почвы 0-20 см), в среднем за вегетацию культуры**

Показатель	Технология возделывания	Содержание
Гумус, %	интенсивная	5,61
	интегрированная	5,58
	биологизированная	5,60
(N-NO <sub>3</sub> +N-NH <sub>4</sub> ), мг/кг	интенсивная	16,8
	интегрированная	16,2
	биологизированная	16,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	интенсивная	213
	интегрированная	210
	биологизированная	210
K <sub>2</sub> O, мг/кг	интенсивная	97
	интегрированная	96
	биологизированная	96
pH <sub>KCl</sub> , единицы	интенсивная	5,45
	интегрированная	5,58
	биологизированная	5,60

Особо следует отметить, что при применении биологизированной технологии возделывания улучшается реакция почвенной среды, и почва из слабокислой переходит в категорию, близкую к нейтральной. Последнее очень важно для требовательной к кислотности среды культуры как ячмень (оптимальное pH<sub>KCl</sub> для ячменя составляет 6,0...7,5 единиц).

**Таблица 5. Влияние технологий возделывания на урожайность ячменя**

Технология возделывания	Урожайность, т/га			Отклонение от контроля	
	2024 г.	2025 г.	Средняя	т/га	%
Интенсивная	3,85	4,12	3,99	-	-
Интегрированная	3,70	3,72	3,71	-0,28	7
Биологизированная	3,76	3,97	3,87	-0,12	3
HCP <sub>05</sub>		0,18			

Возделывание ячменя при применении биологизированных технологий сопровождается снижением урожайности культуры: в среднем за 2 года исследований по отношению к интенсивной технологии она уменьшилась на 0,12 и 0,28 т/га, или на 3 и 7 % (табл. 5). При этом, если разница между интенсивной и полностью биологизированной технологиям по формированию урожайности ячменя незначительна (судя

по HCP<sub>05</sub>), то с применением гербицида на фоне биологизированной технологии существенно: урожайность зерна снизилась в среднем за 2 года на 0,28 т/га. Таким образом, в определенных почвенно-климатических условиях при достаточной обеспеченности элементами питания, применяя при возделывании культур только биологические средства, возможно формирование урожайности, мало уступающей технологии, использующей химические средства.

**Обсуждение**

Физическое состояние почвы (гранулометрический и агрегатный состав, плотность, пористость, сложение) имеет исключительно важное значение для создания оптимальной почвенной среды для роста и развития культур. Оно обусловлено тем, что, определяя водно-воздушные свойства, физика почвы обеспечивает нормальное протекание в ней биологических, биохимических и других процессов, вследствие чего создается в том числе эффективное плодородие, то есть питательный режим почвы.

Биологизированные технологии возделывания ячменя способствовали улучшению структурного состояния почвы: в пахотном слое повысилось количество как агрегатов размерами 0,25...10 мм (агрономически ценных), так и водопрочных. Последнее имеет особо важное значение, так как «В структурных почвах складывается наиболее благоприятный водно-воздушный режим, благодаря рациональному сочетанию капиллярной и некапиллярной пористости...» [12]. Как будет показано ниже, биологизированные технологии возделывания культуры при оптимальном сочетании достаточной аэрации и влаги в почве способствовали усилению деятельности микроорганизмов почвы и, следовательно, мобилизации питательных веществ в доступной форме.

Многочисленными исследованиями установлено, что влагообеспеченность в Среднем и Нижнем Поволжье является лимитирующим фактором формирования урожайности сельскохозяйственных культур [13, 14].

Ячмень – культура раннего сева и как правило, весенние запасы продуктивной влаги в пахотном слое достаточны для получения нормальных всходов. Однако посевной период 2025 г. складывался таким образом, что запасы доступной влаги в пахотном слое (0...30 см) были недостаточны (по шкале Бондарева А.Г.) для дружных всходов растений. В этих условиях очень важно, что полностью биологизированные технологии благоприятствовали более высокой обеспеченности растений доступной влагой в пахотном слое – выше интенсивной на 2,2 мм. В метровом слое почвы она была больше на 15,5 мм. Преимущество биологизированных технологий в этом отношении сохранялось до конца вегетации. Последнее обусловлено улучшением при этом структурного состояния почвы, что способствует лучшему впитыванию весенних талых вод и снижению потерь воды на испарение.

Почвенные микроорганизмы принимают участие в самых разнообразных протекающих в почве процессах (ферментативных, биохимических, биологических) и, прежде всего, формируют ее эффективное плодородие. Основная роль их при этом заключается в способности переводить труднодоступные и малорастворимые формы элементов питания в соединения, которые могут усваиваться корневой системой растений. Разложение органических веществ в почве (растительных и животных) начинается с процессов аммонификации и нитрификации промежуточных азотсодержащих продуктов. Происходит также трансформация минеральной части почвы, органических и минеральных удобрений, других соединений почвенной системы. Так формируется пул элементов питания в достаточно доступной растениям форме.

Наши исследования показали, что применение полностью биологизированной технологии при возделывании ячменя способствовало значительному повышению активности почвенных микроорганизмов: на 8,3 в среднем в пахотном слое (0...30 см) в абсолютном значении, на 23 % – относительном значении. Усиление микробиологической деятельности в почве несомненно, обусловлено улучшением при этом водно-воздушного режима почвы.

Ячмень предъявляет высокую потребность к элементам питания. При этом в ранний период питания ячмень больше нуждается в азоте, наибольшее количество элементов питания усваивается в фазу кущения. Большую роль в оптимизации питания растений азотом играет калий. Результаты определения доступных растениям минеральных форм азота, фосфора и калия показали, что в среднем за вегетацию культуры содержание их не намного, но ниже по биологизированной технологии возделывания культуры: на 0,4...0,6 мг/кг ( $N-NO_3+N-NH_4$ ), на 3 мг/кг  $P_2O_5$  и на 1...4 мг/кг почвы соответственно. Последнее вполне понятно, так как по интенсивной технологии применяли минеральные удобрения на планируемую урожайность. Однако по содержанию подвижными формами данных элементов почва отличается высокой и повышенной обеспеченностью. Обеспеченность легкогидролизуемым азотом (судя по содержанию гумуса) также высокая. Особо следует отметить, что при применении биологизированной технологии возделывания улучшается реакция почвенной среды, и почва из слабокислой переходит в категорию близкой к нейтральной. Последнее, как уже отмечалось, важно для требовательной к кислотности среды культуры (оптимальная  $pH_{KCl}$  для ячменя составляет 6,0...7,5 единиц).

В исследованиях, проведенных по изучению технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья, также установлено, что содержание основных элементов питания в пахотном слое почвы при применении минеральных удобрений по интенсивной технологии на 15...19 % (относительных) в начале и на 9 % – в конце вегетации

поддерживалось на более высоком уровне по отношению к исходному. Биологизированные технологии в этом отношении поддерживали питательный режим почвы на исходном уровне [15].

На формирование урожайности любых культур влияет множество факторов, которые необходимо учесть при их возделывании. В определенных (конкретных) почвенно-климатических условиях она (урожайность) зависит, прежде всего, от технологий возделывания культур. Результаты наших исследований показали, что биологизированные технологии в этом отношении уступают интенсивной, где применялись минеральные удобрения и химические средства защиты растений. Таким образом, подтверждаются мнения ряда авторов о возможном снижении урожайности сельскохозяйственных культур при возделывании по биологизированным технологиям [16, 17, 10]. Однако разница в урожайности зерна ячменя при возделывании его по интенсивной и полностью биологизированной технологии не существенна, судя по значению НСР<sub>05</sub>.

Наши полевые эксперименты показали, что при возделывании сельскохозяйственных культур без применения химических средств (минеральные удобрения, пестициды) на достаточно плодородных почвах с высокой обеспеченностью элементами питания возможно формирование урожайности, ненамного уступающей интенсивным технологиям. Появление тенденции снижения урожайности сельскохозяйственных культур в органическом земледелии требует более глубокого изучения технологий их возделывания и влияния как на свойства почвы, так и функционирование в целом системы «почва-растение» в этих условиях.

#### **Заключение**

Полностью биологизированная технология возделывания ячменя благоприятно повлияла на свойства чернозема выщелоченного: количество агрономически ценных агрегатов (0,25...10 мм) в пахотном слое увеличилось на 2,7 % (абсолютное значение); количество доступной влаги к концу вегетации культуры сохранилось на 2,1 мм в пахотном и на 2,8 мм – в метровом слоях больше; активность почвенных микроорганизмов повысилась на 8,3 % в абсолютном значении и на 23 % – в относительном. Содержание основных доступных форм элементов питания (азота, фосфора и калия) ненамного было меньше, чем на варианте с применением интенсивной технологии.

Урожайность зерна ячменя при возделывании его без применения минеральных удобрений и химических средств защиты (полностью биологизированной технологии) незначительно уступала интенсивной и составила в среднем за 2 года 3,87 т/га, тогда как по интенсивной – 3,99 т/га. Следовательно, при возделывании сельскохозяйственных культур на черноземах с высокой обеспеченностью элементами питания (азотом, фосфором, калием) в благоприятных условиях вегетации, применяя биологизированную технологию, возможно формирование

урожайности зерна, ненамного уступающей интенсивной с использованием минеральных удобрений и других средств химизации.

### Литература

1. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 N 280-ФЗ (последняя редакция) [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_304017/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/)

2. Ториков В. Е., Сорокин А.Е. Биологизация земледелия как основа развития современного сельского хозяйства // Аграрный вестник Урала. 2011. № 5(84). С. 18-21.

3. Тойгильдин А. Л., Ермолаева Г. В., Никифорова С. А.. Эффективность биологизированной технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны среднего Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20. № 2(78). С. 50-56. doi:10.12737/2073-0462-2025-50-56. EDN VJPEYG

4. Effects of partial substitution of chemical fertilizer with organic manure on the activity of enzyme and soil bacterial communities in the mountain red soil / Z. Lu, Y. Zhou, Y. Li, et al. // Front. Microbiol. 2023. No. 14. P. 1234904. doi:10.3389/fmicb.2023.1234904

5. Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits but Increases Variability in Crop Yields: A Global Meta-Analysis, Front. Sustain / O.M. Smith, A.L. Cohen, C.J. Rieser, et al. // Food Syst. 2019. №. 3. P. 82. doi:10.3389/fsufs.2019.00082.

6. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems / M. Schrama, J.J. Haan, M. Kroonen, et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2018. Vol. 256. P. 123-130. doi: 10.1016/j.agee.2017.12.023

7. Effects of partial substitution of chemical fertilizer with organic manure on the activity of enzyme and soil bacterial communities in the mountain red soil / Z. Lu, Y. Zhou, Y. Li, et al. // Front. Microbiol. 2023. Vol. 14. P. 1-13. doi: 10.3389/fmicb.2023.1234904

8. Бегназарова Б., Байрамова Г., Акмяммедов Д. Органическое земледелие: преимущества, вызовы и перспективы в современном мире // Матрица научного познания. 2023. № 10-1. С. 92-95.

9. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы / С.А. Коршунов, А.А. Любеведская, А.М. Асатурова и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 92 с.

10. Стекольников, К. Е. Органическое земледелие в России - благо или катастрофа? / К. Е. Стекольников // Биосфера. 2020. Т. 12. № 1-2. С. 53-62. doi: 10.24855/BIOSFERA.V12I1.537

11. Технология возделывания ячменя в органическом земледелии в условиях лесостепи Поволжья / А. Х. Куликова, Г. В. Ермолаева, А. А. Пятова и др. // Вестник Ульяновской государственной

сельскохозяйственной академии. 2025. № 3(71). С. 86-92. doi: 10.18286/1816-4501-2025-3-86-92

12. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.: «КолосС», 2010. 687 с.

13. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье. Самара: изд-во «Самарский ГСХА», 2008. 251 с.

14. Горянин О. И., Пронович Л. В. Влияние элементов технологий на эффективность возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38/ № 6. С. 11-15. doi:10.53859/02352451\_2024\_38\_6\_11. EDN ARKDQJ

15. Эффективность биологизированной технологии возделывания пшеницы мягкой озимой в Среднем Поволжье / Г. В. Ермолаева, А. Х. Куликова, Е. А. Борисов и др. // Земледелие. 2024. № 6. С. 17-21. doi: 10.24412/00443913-2024-6-17-21

16. Productive performance of organic crop farms in Finland 2010–2017 / Kuosmanen, N., Yli-Heikkilä M., Väre M. et al. // Org. Agr. 2021. No.11. P. 379-392. doi:10.1007/s13165-020-00343-x

17. Lepcha N., Mankeb P., Suwanmaneepong S. Productivity and profitability of organic and conventional potato (*Solanum tuberosum* L.) production in West-Central Bhutan // Open Agriculture. 2021. No. 6 (1). P. 640-654. doi:10.1515/opag-2021-0044

### References

1. Federal Law "On Organic Products and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" dated 03.08.2018 N 280-FZ (latest revision) [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_304017/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/)

2. Torikov V. E., Sorokin A. E. Biologization of Farming as a Basis for the Development of Modern Agriculture // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. No. 5 (84). P. 18-21.

3. Toygil'din A. L., Ermolaeva G. V., Nikiforova S. A. Efficiency of Biologized Technology for Cultivating Winter Wheat in the Forest-Steppe Zone of the Middle Volga Region // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2025. Vol. 20. No. 2 (78). P. 50-56. doi:10.12737/2073-0462-2025-50-56. EDN VJPEYG.

4. Effects of partial substitution of chemical fertilizer with organic manure on the activity of enzyme and soil bacterial communities in the mountain red soil / Z. Lu, Y. Zhou, Y. Li, et al. // Front. Microbiol. 2023. No. 14. P. 1234904. doi:10.3389/fmicb.2023.1234904

5. Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits but Increases Variability in Crop Yields: A Global Meta-Analysis, Front. Sustain / O.M. Smith, A.L. Cohen, C.J. Rieser, et al. // Food Syst. 2019. No. 3. P. 82. doi:10.3389/fsufs.2019.00082

6. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems / M. Schrama, J.J. Haan, M. Kroonen, et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2018. Vol. 256. P. 123-130. doi: 10.1016/j.agee.2017.12.023

#### 4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

---

7. Effects of partial substitution of chemical fertilizer with organic manure on the activity of enzyme and soil bacterial communities in the mountain red soil / Z. Lu, Y. Zhou, Y. Li, et al. // *Front. Microbiol.* 2023. Vol. 14. P. 1-13. doi: 10.3389/fmicb.2023.1234904.

8. Begnazarova B., Bayramova G., Akmyammedov D. Organic farming: advantages, challenges and prospects in the modern world // *Matrix of scientific knowledge.* 2023. No. 10-1. P. 92-95.

9. Organic agriculture: innovative technologies, experience, prospects / S.A. Korshunov, A.A. Lyubovetskaya, A.M. Asaturova, et al. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech", 2019. 92 p.

10. Stekolnikov, K.E. Organic farming in Russia - blessing or disaster? / K.E. Stekolnikov // *Biosphere.* 2020. Vol. 12. No. 1-2. P. 53-62. doi: 10.24855/BIOSFERA.V12I1.537

11. Technology of barley cultivation in organic farming in the forest-steppe conditions of the Volga region / A. Kh. Kulikova, G. V. Ermolaeva, A. A. Pyatova, et al. // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy.* 2025. No. 3 (71). P. 86-92. doi: 10.18286/1816-4501-2025-3-86-92

12. Kiryushin V. I. *Agronomic soil science.* Moscow: "KolosS", 2010. 687 p.

13. Kazakov G. I. *Soil cultivation in the Middle Volga region.* Samara: Samara State Agricultural Academy Publishing House, 2008. 251 p.

14. Goryanin, O. I., Pronovich, L. V. Influence of Technology Elements on the Efficiency of Spring Barley Cultivation in Dry Conditions of the Volga Region // *Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex.* 2024. Vol. 38. No. 6. P. 11-15. doi:10.53859/02352451\_2024\_38\_6\_11. EDN ARKDQJ

15. Efficiency of Biologized Technology for Cultivating Soft Winter Wheat in the Middle Volga Region / G. V. Ermolaeva, A. Kh. Kulikova, E. A. Borisov, et al. // *Agriculture.* 2024. No. 6. P. 17-21. doi: 10.24412/00443913-2024-6-17-21

16. Productive performance of organic crop farms in Finland 2010–2017 / Kuosmanen, N., Yli-Heikkilä M., M. Väre, et al. // *Org. Agr.* 2021. No.11. P. 379-392. doi:10.1007/s13165-020-00343-x

17. Lepcha N., Mankeb P., Suwanmaneepong S. Productivity and profitability of organic and conventional potato (*Solanum tuberosum* L.) production in West-Central Bhutan // *Open Agriculture.* 2021. No. 6 (1). P. 640-654. doi:10.1515/opag-2021-0044