

Технология возделывания ячменя в органическом земледелии в условиях лесостепи Поволжья

А. Х. Куликова^{1✉}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства»

Г. В. Ермолаева², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

А. А. Пятова¹, аспирант кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства»

П. П. Смирнов¹, аспирант кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства»

¹ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432000, бульвар Новый Венец, 1

✉ volkova-ivinaelena@yandex.ru

²ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ — филиал СамНЦ РАН

433315, Ульяновская область, Ульяновский район, пос. Тимирязевский, ул. Институтская,

Резюме. Работа выполнена на базе опытного поля в Ульяновской области с целью изучить формирование урожайности ячменя при возделывании по интенсивной, интегрированной и полностью биологизированной технологиям. Интенсивная технология предусматривала применение минеральных удобрений (азофоска) на программируемую урожайность ячменя в 4 т/га, химических средств защиты посевов культуры от болезней, сорных растений и вредителей, деструкторов стерни (протравитель семян Поларис Кватро СМЭ, регулятор роста Агrostимулин ВСР, гербицид Бенито ККР, фунгицид Колосаль Про, КЭ, инсектицид Борей СК). В интегрированной технологии возделывания культуры предусмотрена максимальная замена химических средств на биологические (биофунгицид Фиторикс Ж, биоинсектицид Биослип БВ, биостимулятор Экогумат, биопрепарат Ризоагрин, деструктор стерни Стерня 12), в том числе исключили применение минеральных удобрений. Однако для защиты посевов от сорных растений использовали гербицид Бенито, ККР. В полностью биологизированной технологии все химические средства заменены на биологические (аналогичные интегрированной технологии). Почва опытного поля — чернозем слабовыщелоченный тяжелосуглинистый со средней обеспеченностью гумусом (5,50...5,95 %), высокой доступным фосфором (235...291 мг/кг) и повышенной — подвижным калием (95...138 мг/кг). По мере роста и развития растений ячменя в течение всей вегетации относительное преимущество имела интенсивная технология возделывания: сохранность растений превышала интегрированную и полностью биологизированную на 4 и 3 %, накопление надземной массы растений в фазе колошения — на 29,5 и 27,9 г/м². Тем не менее, в благоприятных условиях вегетации на почвах с высокой обеспеченностью элементами питания (азотом, фосфором и калием) при возделывании по биологизированной технологии возможно формирование урожайности ячменя, почти не уступающей интенсивной, которая в среднем за 2 года по интенсивной технологии составила 3,99 т/га, полностью биологизированной — 3,87 т/га.

Ключевые слова: органическое земледелие, ячмень, технология возделывания, урожайность.

Для цитирования: 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

Technology of barley cultivation in organic farming in the forest-steppe conditions of the Volga region

A. Kh. Kulikova^{1✉}, **G. V. Ermolaeva**², **A. A. Pyatova**¹, **P. P. Smirnov**¹

¹ FSBEI HE Ulyanovsk State Agricultural University

432000, Novyi Venets boulevard, 1, ✉ volkova-ivinaelena@yandex.ru

² FSBSI Ulyanovsk Research Institute of Agriculture — branch of SamSC RAS, 433315, Ulyanovsk region, Ulyanovsk district, Timiryazevsky v., Institutskaya st.

Abstract. The work was carried out on the basis of an experimental field in Ulyanovsk region in order to study the formation of barley yield when cultivating with application of intensive, integrated and fully biologized technologies. The intensive technology implied usage of mineral fertilizers (azofoska) for a programmed barley yield of 4 t/ha, chemical crop protection products against diseases, weeds and pests, stubble destructors (Polaris Quattro SME seed treatment agent, Agrostimulin VSR growth regulator, Benito KKR herbicide, Kolosal Pro, KE fungicide, Borey SK insecticide). The

integrated crop cultivation technology provides the maximum replacement of chemicals with biological ones (Phytorix Zh biofungicide, Bioslip BV bioinsecticide, Ecohumate biostimulant, Rizoagrin biopreparation, Stubble 12 stubble destructor), also, usage of mineral fertilizers was excluded. However, Benito, KKR herbicide was used to protect crops from weeds. In a fully biologized technology, all chemicals are replaced with biological ones (similar to those in the integrated technology). The soil of the experimental field is slightly leached heavy loamy black soil with an average humus content (5.50...5.95%), high available phosphorus (235...291 mg/kg) and increased mobile potassium (95...138 mg/kg). As the barley plants grew and developed throughout the growing season, the intensive cultivation technology had a relative advantage: the survival of plants exceeded the integrated and fully biologized ones by 4 and 3%, the accumulation of the aboveground mass of plants in the earing phase by 29.5 and 27.9 g/m². Nevertheless, under favorable growing conditions on soils with a high supply of nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium), when cultivating with application of biologized technology, it is possible to form a barley yield that is almost as good as the intensive one, which amounted to 3.99 t/ha, and fully biologized - 3.87 t/ha over 2 years using intensive technology.

Keywords: organic farming, barley, cultivation technology, yield.

For citation: 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. // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025.3 (71): 86-92 doi:10.18286/1816-4501-2025-3-86-92

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

Введение

В современном сельскохозяйственном производстве во всем мире возрастает устойчивый интерес к органическому земледелию, что обусловлено необходимостью получения экологически безопасной продукции в условиях антропогенной нагрузки на окружающую среду, в том числе агроэкосистемы. Не менее важное значение имеет сохранение плодородия почвы и придание устойчивости аграрному производству [1, 2, 3].

В мире площадь земель, на которых производится органическая продукция, составляет 1 %, тогда как в России не превышает 0,2 % от мирового уровня [4]. В то же время потребность в экологически безопасной качественной продукции высокая. В связи с повышенной значимостью этого направления сельского хозяйства в России принят Федеральный закон №280-ФЗ «Об органической продукции и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5], вступивший в силу с 1 января 2020 года. Закон определяет органическое сельское хозяйство как совокупность видов экономической деятельности, «... при осуществлении которых применяются способы, методы и технологии, направленные на обеспечение благоприятного состояния окружающей среды, укрепление здоровья человека, сохранение и восстановление плодородия почв». При этом закон требует:

- обособление производства органической продукции от производства продукции, не относящейся к органической;

- запрет на применение агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста и откорма животных, гормональных препаратов, за исключением тех, которые разрешены к применению действующими в Российской Федерации национальными, межгосударственными и международными стандартами в сфере производства органической продукции;

- применение для борьбы с вредителями, болезнями растений и животных средств биологического происхождения, а также осуществление мер по предупреждению потерь, наносимых вредными организмами растениям или продукции растительного происхождения, которые основаны на защите энтомофагов (естественных врагов вредителей растений), на выборе видов и сортов растений, на подборе севооборота, оптимальных методов возделывания растений и методов термической обработки органической продукции.

Отношение к органическому земледелию неоднозначное. Ряд исследователей считает, что при этом, особенно на первых этапах внедрения, неизбежны потери урожая [6, 7, 8]. Тем не менее, по мнению большинства исследователей (прежде всего, по результатам зарубежных ученых), органическое земледелие способно обеспечить надежную экологическую устойчивость аграрному производству, снизить воздействие сельского хозяйства на окружающую среду, улучшить качество продукции, сохранить плодородие почвы [9, 10, 11]. Более того, в ряде случаев (в зависимости от условий выращивания) возможно при этом формирование урожайности культур на уровне традиционных технологий их возделывания [12, 13]. В отечественной научной литературе мало сведений (или почти отсутствуют) об эффективности полностью биологизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Цель исследования – изучить сравнительную эффективность интенсивной (с применением химических средств), интегрированной (с использованием гербицидов) и полностью биологизированной (заменой всех химических средств на биологические) технологий возделывания ячменя на формирование его урожайности.

Материалы и методы

Полевые опыты проводили на базе Ульяновского НИИСХ — филиала СамНЦ РАН. Объект исследования — три технологии возделывания ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Камашевский:

1. Интенсивная технология (расчетные нормы NPK на программируемый уровень урожайности зерна 4,0 т/га) включала:

1.1. Применение минеральных удобрений — $N_{16}P_{16}K_{16}$ (при посеве) + 1-я подкормка N_{30} (кущение - начало выхода в трубку) + 2-я подкормка N_{30} (колошение).

1.2. Протравливание семян с использованием протравителя Поларис Кватро, СМЭ (д.в. прохлораз + тиабенбазол + ципроконазол + имидаклоприд) с добавлением регулятора роста Агrostимулин, ВСР (д.в. дигидрокверцетин).

1.3. Применение химических средств защиты растений (гербицид — Бенито, ККР (д.в. бентазон), фунгицид — Колосаль Про, КЭ (д.в. пропиконазол + тебуконазол), инсектицид — Борей, СК (д.в. имидаклоприд + лямбдацигалотрин).

1.4. Листовую подкормку с применением регулятора роста Агrostимулин, ВСР (д.в. дигидрокверцетин).

1.5. Внесение NH_4NO_3 из расчета 10 кг/т соломы в качестве деструктора.

2. Интегрированная технология предусматривала:

2.1. Исключение применения минеральных удобрений ($N_0P_0K_0$).

2.2. Максимальную замену всех химических средств при возделывании каждой культуры в севообороте биологическими. Для защиты растений от сорняков применяли гербицид — Бенито, ККР (д.в. бентазон), вредителей и болезней: биофунгицид — Фитотрикс, Ж, биоинсектицид — Биослип, БВ.

2.3. Для протравливания семян использовали: биологический протравитель — Биофунгицид — Фитотрикс, Ж (почвенный гриб триходеры *Trichoderma ASPERELLUM M18* шт) 0,3 л/т,

Биоприлипатель, биостимулятор — ЭкоГумат, 0,5 л/т,

Биоинсектицид — Биослип, БВ (Бластоспоры штамма *Beauveria bassiana* (титр не менее 1×10^8 КОЕ/мл) 2,0 л (кг)/га

Биопрепарат — Ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter* um. 204) 300 г/т

Предпосевную обработку семян проводили в сочетании с пленкообразователем непосредственно перед посевом, вручную, согласно разработанной схеме, в условиях, безопасных от влияния ультрафиолетовых лучей на бактериальные препараты (густая тень лесополосы).

2.4. Листовую подкормку с применением биостимулятора роста ЭкоГумат, 0,4 л/га.

2.5. Деструктор стерни — Стерня-12 (*Bacillus subtilis* 1×10^8 КОЕ/мл), 3 штамма гриба *Trichoderma*, молочнокислые, азотфиксирующие бактерии, гумат калия 0,5 %, фитогормоны, витамины) в качестве деструктора стерни.

3. Биологизированная технология включала:

3.1. Исключение применения минеральных удобрений ($N_0P_0K_0$).

3.2. Замену всех химических средств при возделывании каждой культуры в севообороте биологическими.

3.3. Протравливание семян и использование следующих препаратов:

Биофунгицид — Фитотрикс, Ж (почвенный гриб триходеры *Trichoderma ASPERELLUM M18* шт) 0,3 л/т,

Биоприлипатель, биостимулятор — ЭкоГумат 0,5 л/т,

Биоинсектицид — Биослип, БВ (Бластоспоры штамма *Beauveria bassiana* (титр не менее 1×10^8 КОЕ/мл) 2,0 л (кг)/га

Биопрепарат — Ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter* um. 204) 300 г/т.

3.4. Листовую подкормку с применением биостимулятора роста ЭкоГумат, 0,4 л/га.

3.5. Деструктор стерни — Стерня-12 (*Bacillus subtilis* 1×10^8 КОЕ/мл), 3 штамма гриба *Trichoderma*, молочнокислые, азотфиксирующие бактерии, гумат калия 0,5 %, фитогормоны, витамины в качестве деструктора стерни.

Почва опытного поля — чернозем слабовыщелоченный тяжелосуглинистый на желто-бурой тяжелосуглинистой глине, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса — 5,50...5,95 %, подвижных фосфора (P_2O_5 по Чирикову) — 235...291 мг/кг и калия (K_2O) — 95...138 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки (KCl) — 5,4...5,6 единиц. Следовательно, обеспеченность почвы опытного поля доступными фосфором — высокая, калием — повышенная, легкогидролизуемым азотом — высокая, реакция среды — слабокислая.

Полевой опыт однофакторный. Общая площадь делянок — 500 м² (25×20), учетная — 100 м² (25×4), расположение их — рендомизированное, повторность — трехкратная. Предшественник — озимая пшеница.

Результаты

В таблице 1 приведены данные, характеризующие развитие растений культуры в начальный период жизни.

Таблица 1. Влияние технологий возделывания на всхожесть семян и сохранность растений

Технология возделывания	Норма посева, млн.шт./га	Всхожесть семян		Сохранность растений	
		шт/м ²	%	шт/м ²	%
Интенсивная	4,5	387	85	336	87
Интегрированная	4,5	378	84	314	83
Биологизированная	4,5	382	85	321	84

Всхожесть семян практически не зависела от применяемых технологий и составила 378...387 шт/м². Сохранность растений на интенсивной технологии превышала интегрированную и биологизированную на 4 и 3 %.

Величина и качество урожая сельскохозяйственных культур зависит от мощности развития как корневой системы растений, так и надземной части. В таблице 2 приведены показатели дальнейшего роста и развития культуры. Прежде всего, следует отметить, что максимальное развитие корневой системы и надземной части растений ячменя наблюдали в фазе колошения: масса корней составила 33,7...35,6 г/м², зеленой массы 140,8...176,3 г/м². При этом значительное преимущество имела

интенсивная технология возделывания, особенно по накоплению массы растений, которая на 29,5 и 27,9 г/м² превышала интегрированную и полностью- биологизированную технологии. Следовательно, интенсивная технология обеспечивает лучшие условия для роста и развития культуры. С наступлением колошения и цветения заканчивается развитие стебля, колоса и листьев и в дальнейшем масса надземной части растений уменьшается. В фазу восковой спелости разница между показателями массы корневой системы и надземной части растений уменьшается и составляет по разным технологиям возделывания 2,4 и 2,5 г/м² корней, 9,1 и 8,0 г/м² зеленой массы.

Таблица 2. Влияние технологий возделывания на рост и развитие ячменя

Технология возделывания	Масса корней, г/м ²			Масса зеленой массы, г/м ²			Высота растений, см			Длина колоса, см
	кущение, 02.06	колошение, 01.07	восковая спелость, 20.07	кущение, 02.06	колошение, 01.07	восковая спелость, 20.07	кущение, 02.06	колошение, 01.07	восковая спелость, 20.07	
Интенсивная	3,3	35,6	33,7	22,2	176,3	93,0	26,6	65,9	91,3	6,7
Интегрированная	3,3	33,7	31,3	22,2	146,8	83,9	25,9	66,8	92,7	7,2
Биологизированная	3,3	34,1	31,2	22,4	148,4	85,0	25,3	63,1	88,5	7,2

Формирование той или иной урожайности, ее уровень в определенных конкретных почвенно-климатических условиях определяется технологиями их

возделывания. Урожайность ячменя в зависимости от технологий возделывания приведена в таблице 3.

Таблица 3. 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
НСР ₀₅	0,17	0,18			

Преимущество интенсивной технологии возделывания ячменя в формировании урожайности ячменя сохранилось до конца вегетации: в оба года исследований и среднем за 2 года она составила 3,99 т/га, тогда как по биологизированным технологиям 3,71 и 3,57 т/га. Следовательно, по интенсивной технологии возделывания создаются лучшие условия для роста и развития ячменя.

Обсуждение

Жизненный цикл растительного организма начинается с прорастания семян. Прорастание – это возобновление роста зародыша в результате поступления в семя воды и его набухания. Таким образом, для начала прорастания семян, прежде всего, необходима вода. На скорость поглощения воды оказывает влияние температура среды, на дружность прорастания – кислород воздуха. Поскольку ко времени

посевов яровых зерновых культур (в том числе ячменя) запасы влаги в почве достаточны, и при соответствующей температуре воздуха (6...12 °С) всхожесть семян культуры не зависела от технологии возделывания и составила 84...85 %. Однако технологии возделывания повлияли на сохранность растений, которая была относительно выше при возделывании культуры по интенсивной технологии (на 4 и 3 %).

Кущение – процесс подземного ветвления стебля, когда формируются боковые побеги и одновременно вторичная корневая система. Кущение и его продолжительность определяют количество продуктивных стеблей. Продолжительность периода всходы-кущение ячменя по всем трем технологиям возделывания составляла 9 суток и различий по накоплению массы как надземной, так

подземной частей растений за этот период не наблюдали: масса корней в фазу кущения составила $3,3 \text{ г/м}^2$, зеленой массы – $22,2...22,4 \text{ г/м}^2$.

Дальнейшее развитие растений сопровождалось усиленным ростом листьев и соломины, формированием колоса и повышенной потребностью во влаге и питательных веществах. На этом этапе начинает проявляться преимущество интенсивной технологии возделывания культуры, особенно по накоплению надземной массы, которая на $29,5$ и $27,9 \text{ г/м}^2$ превышала интегрированную и биологизированную технологии. Преимущество интенсивной технологии в данном отношении сохранялось до конца вегетации.

Следует отметить, что по интегрированной и интенсивной технологиям возделывания длина колоса была больше на $0,5 \text{ см}$. На величину колоса сильно влияет соотношение элементов питания в почве. Так, если в период кущения растений преобладает азот, то развитие конуса нарастания колоса затягивается на несколько дней и образуется большее число колосков, если фосфор – формирование колоса ускоряется и число колосков бывает меньше. Учитывая, что по интенсивной технологии проводилась подкормка посевов ячменя азотом (30 кг д.в./га), а почва опытного поля характеризуется очень высокой обеспеченностью доступным фосфором, вполне объяснимы полученные данные.

При анализе результатов исследований прежде всего следует отметить, что по интенсивной технологии возделывания практически достигнута запланированная урожайность ячменя: если планируемая урожайность составляла 4 т/га зерна, фактически получена в среднем за 2 года – $3,99 \text{ т/га}$. По биологизированной технологии выявлена тенденция снижения урожайности: в среднем за 2 года по интегрированной технологии она составила $3,71 \text{ т/га}$ (на $0,25 \text{ т/га}$ меньше интенсивной, по полностью биологизированной $3,87 \text{ т/га}$ (ниже на $0,12 \text{ т/га}$). При применении данных технологий возделывания число растений в фазу полных всходов на 9 и 5 шт./ м^2 было меньше, а сохранность их – на 22 и 15 шт./ м^2 соответственно по интегрированной и биологизированной технологиям. Преимущество интенсивной технологии по основным показателям роста и развития ячменя сохранялось до конца его вегетации. Однако следует отметить, что разность в урожайности зерна ячменя между интенсивной и полностью биологизированной технологиями, судя по НСР_{05} , не достоверна. Следовательно, в благоприятных почвенно-климатических условиях вегетации на почвах с высокой обеспеченностью элементами питания вполне возможно при применении полностью биологизированной технологии возделывания формирование урожайности ячменя, почти не уступающей интенсивной.

Наши исследования в полевых условиях показали возможность формирования урожайности ячменя при применении полностью

биологизированной технологии возделывания без использования минеральных удобрений и химических средств защиты посевов на уровне, мало уступающим интенсивной технологии. Однако в первый же год возделывания по биологизированной технологии проявилась тенденция снижения урожайности зерна культуры. Об этом свидетельствуют также исследования как зарубежных, так и отечественных авторов [14, 15, 16]. Тем не менее Волкова И. А. с соавторами считает, что «органическое производство сельскохозяйственной продукции – это один из драйверов зеленой экономики» [17]. По мнению авторов, биологизация земледелия и органическое сельское хозяйство – наиболее актуальное направление экологизации АПК страны [18, 19, 20].

Однако в цитированных работах не рассматриваются полностью биологизированные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в органическом земледелии. Наши исследования направлены на разработку соответствующих технологий в конкретных почвенно-климатических условиях (в данном случае – Среднем Поволжье), что на наш взгляд имеет важнейшее значение. Необходимо не только констатировать уровень урожайности культур при использовании тех или иных технологий, важно раскрыть механизмы ее формирования, на что направлены наши дальнейшие исследования.

Закключение

Всхожесть семян ячменя практически не зависела от технологий возделывания и составила $84...85 \%$. Однако технологии возделывания повлияли на сохранность растений: по интенсивной технологии она была больше на 4 и 3 %, чем по интегрированной и биологизированной.

Преимущество интенсивной технологии проявлялось по мере роста и развития культуры. Максимальное накопление надземной массы растений наблюдали в фазе колошения, которая на $29,5$ и $27,9 \text{ г/м}^2$ превышала интегрированную и полностью биологизированную технологии. В то же время масса корней по вариантам опыта различалась незначительно ($31,3...33,7 \text{ г/м}^2$). В дальнейшем преимущество интенсивной технологии сохранялось.

В благоприятных условиях вегетации на черноземах выщелоченных Среднего Поволжья с высокой обеспеченностью элементами питания (азотом, фосфором и калием) при возделывании по интенсивной технологии с применением минеральных удобрений и химических средств защиты растений возможно формирование урожайности зерна на уровне запланированных (в данных опытах 4 т/га). При применении биологизированной технологии возделывания появляется тенденция снижения урожайности зерна культуры, тем не менее она ненамного уступает урожайности, возделываемой по интенсивной технологии: в среднем за 2 года по интенсивной технологии она составила $3,99 \text{ т/га}$, полностью биологизированной – $3,87 \text{ т/га}$.

Литература

1. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы / С. А. Коршунов, А. А. Любовецкая, А. М. Асатурова и др. Научный аналитический обзор. Москва: Росинформагротех, 2019. 92 с.
2. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems / M. Schrama, J.J. Haan, M. Kroonen, H. Versteegen, W.H. Putten // *Agric Ecosyst Environ.* 2018. No. 256. P. 123–130.
3. Дедов А. В., Несмеянова М. А. Органическое земледелие Воронежской области (полевые культуры). Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. 271 с. ISBN 978-5-7267-1048-8.
4. Стратегический анализ тенденций развития отечественного и мирового рынка органической продукции / Ж. А. Телегина, А. С. Бабанская, А. С. Тикунова, В. М. Минаева // *Beneficium.* 2023. № 1(46). С. 42-50. doi 10.34680/BENEFICIUM.2023.1(46).42-50
5. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 N 280-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/
6. Койнова А. Н. Биологизация земледелия: реалии и перспективы // *АгроФорум.* 2019. № 7. С. 41-47.
7. Möhring N., Muller A., Schaub S. Farmers' adoption of organic agriculture – a systematic global literature review // *European Review of Agricultural Economics.* 2024. № 00(00). P. 1-33. doi: 10.1093/erae/jbae025
8. Giri D., Pokhrel S. Organic farming for sustainable agriculture: a review // *RJOAS.* 2022. №10. P. 23-32. doi:10.18551/rjoas.2022-10.03
9. 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
10. 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
11. 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
12. Effects of ten years organic and conventional farming on early seedling traits of evolving winter wheat composite cross populations / V.B. Vijaya, J.P. Baresel, O. Weedon, et al. // *Scientific Reports.* 2019. Vol. 9(1). P. 1–12.
13. Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming in taro / G. Suja, G. Byju, A.N. Jyothi, et al. // *Scientia Horticulturae. Hortic-Amsterdam.* 2017. Vol. 218. P. 334-343.
14. Productive performance of organic crop farms in Finland 2010–2017 / N. Kuosmanen, M. Yli-Heikkilä, M. Väre, et al. // *Org. Agr.* 2021. №11. P. 379–392. doi.org/10.1007/s13165-020-00343-x
15. 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.org/10.1515/opag-2021-0044
16. Стекольников К. Е. Органическое земледелие в России – благо или катастрофа? // *Биосфера.* 2020. № 1-2. С. 53-62. doi: 10.24855/biosfera.v12i1.537
17. Волкова И. А. Леушкина В. В., Погребцова Е. А. Органическое сельское хозяйство как драйвер развития зеленой экономики // *Креативная экономика.* 2022. Т. 16. № 6. С. 2381-2394. doi 10.18334/ce.16.6.114747
18. Сичко Н.О. Органическая продукция сельского хозяйства – одно из актуальных направлений экологизации АПК // *Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: Материалы VI Международной научно-практической онлайн-конференции. Майкоп, 2020. С. 615–618.*
19. Завгородняя Л. И. Органическая продукция сельского хозяйства – одно из актуальных направлений экологизации АПК // *Экономические аспекты производства органической продукции: Материалы панельной дискуссии. Майский, 2018. С. 50–53.*
20. Зайцева Н. П., Зайцев П. В., Зайцев С. П. Органическая продукция сельского хозяйства как актуальное направление экологизации АПК // *Духовные основы отношений человек – природа: Материалы Всероссийской (Национальной) с международным участием научно-практической конференции. Чебоксары, 2022. С. 83–86.*

References

1. Organic farming: innovative technologies, experience, prospects / S. A. Korshunov, A. A. Lyubovetskaya, A. M. Asaturova, et al. Scientific analytical review. Moscow: Rosinformagrotech, 2019. 92 p.
2. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems / M. Schrama, J. J. Haan, M. Kroonen, et al. // *Agric Ecosyst Environ.* 2018. 256, 123–130.
3. Dedov A. V., Nesmeyanova M. A. Organic farming of Voronezh region (field crops). Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019. 271 p. ISBN 978-5-7267-1048-8.

4. Strategic analysis of development trends of the domestic and world organic products market / Zh. A. Telegina, A. S. Babanskaya, A. S. Tikunova, et al. // *Beneficium*. 2023. No 1(46). P. 42-50. doi:10.34680/BENEFICIUM.2023.1(46).42-50
5. 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). [Electronic resource]. – Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/
6. Koynova A. N. Biologization of agriculture: realities and prospects // *AgroForum*. 2019. No 7. P. 41-47.
7. Möhring N., Muller A., Schaub S. Farmers' adoption of organic agriculture – a systematic global References review // *European Review of Agricultural Economics*. 2024. No 00(00). R. 1-33. doi: 10.1093/erae/jbae025
8. Giri D., Pokhrel S. Organic farming for sustainable agriculture: a review // *RJOAS*. 2022. No 10. R. 23-32. doi:10.18551/rjoas.2022-10.03
9. 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
10. 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
11. Effects of partial substitution of chemical fertilizer with organic manure on the activity of eim emyme 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
12. Effects of ten years organic and conventional farming on early seedling traits of evolving winter wheat composite cross populations / V. B. Vijaya, J. P. Baresel, O. Weedon, et al. // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9(1). P. 1–12.
13. Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming in taro / G. Suja, G. Byju, A.N. Jyothi, et al. // *Scientia Horticulturae. Horti-Amsterdam*. 2017. Vol. 218. P. 334-343.
14. Productive performance of organic crop farms in Finland 2010–2017 / N. Kuosmanen, M. Yli-Heikkilä, M. Väre, et al. // *Org. Agr.* 2021. №11. P. 379–392. doi: 10.1007/s13165-020-00343-x
15. 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
16. Stekolnikov K.E. Organic farming in Russia — a blessing or a disaster? // *Biosfera*. 2020. No 1-2. P. 53-62. doi: 10.24855/biosfera.v12i1.537
17. Volkova I. A. Leushkina V. V., Pogrebtsova E. A. Organic farming as a driver of green economy development // *Creative Economy*. 2022. Vol. 16. No 6. P. 2381-2394. doi 10.18334/ce.16.6.114747
18. Sichko N.O. Organic agricultural products are one of the current areas of greening in the agro-industrial complex // *Science, education and innovation for the agro-industrial complex: state, problems and prospects: Proceedings of the VI International scientific and practical online conference*. Maykop, 2020. P. 615–618.
19. Zavgorodnyaya L. I. Organic agricultural products are one of the current areas of greening the agro-industrial complex // *Economic aspects of organic production: Materials of the panel discussion*. Maisky, 2018. P. 50–53.
20. Zaitseva N. P., Zaitsev P. V., Zaitsev S. P. Organic agricultural products as a current area of greening the agro-industrial complex // *Spiritual foundations of man-nature relations: Materials of the All-Russian (National) scientific and practical conference with international participation*. Cheboksary. 2022. P. 83–86.