

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ****Р.М. Сабирова, И.Х. Вафин, Р.И. Сафин**

Реферат. Приведены результаты исследования по оценке особенностей формирования урожая озимой пшеницы сорта Сkipетр при использовании различных систем обработки почвы (отвальная, безотвальная, нулевая) и видов паров (чистый пар и различные виды сидерального пара) на серой лесной почве в Предкамской агропроизводственной зоне Республики Татарстан. Изучение проводилось в 2023-2024 годах, на заложенном в 2022 году многолетнем производственным стационарным опыте. Осень 2023 года характеризовалась проявлением засушливых явлений. В период весенне-летней вегетации 2024 года озимой пшеницы в мае отмечалась холодная погода с большим количеством осадков, в дальнейшем периодически отмечался дефицит влаги и повышенные температуры, что отразилось на развитии растений. Общая площадь деланки для каждого варианта составляла 0,5 га, повторность трехкратная (суммарная площадь каждого варианта опыта 1,5 га). Полученные данные были обработаны с применением дисперсионного анализа. За исключением изучаемых приемов, агротехнология возделывания озимой пшеницы была согласно рекомендованной для Предкамья Республики Татарстан. Использование отвальной обработки почвы приводило к уменьшению плотности сложения почвы, тогда как при безотвальной и нулевой обработках отмечается некоторое увеличение данного показателя, но в пределах оптимальных для озимой пшеницы значений. Содержание продуктивной влаги в фазу колошения озимой пшеницы в пахотном слое почвы был максимальным при использовании кормового гороха в качестве сидеральной культуры и отвальной вспашки. Применение нулевой обработки почвы в сочетании с использованием в качестве сидератов горчицы белой и вико-овсяной смеси обеспечило максимальную биологическую активность почвы при использовании метода оценки по разложению льняной ткани. Наибольшая урожайность озимой пшеницы сорта Сkipетр (4,89 т/га) была получена при применении в качестве парозанимающей культуры кормового гороха на фоне безотвальной обработки почвы. По показателю содержания клейковины во всех вариантах зерно соответствовало нормативам для 1 класса продовольственной пшеницы согласно ГОСТ 9353-2016, однако по другим показателям, в большинстве случаев, зерно соответствовало требованиям к 3 классу. Зерно, соответствующее требованиям для второго класса продовольственной пшеницы, было получено при использовании кормового гороха в качестве сидерата на фоне безотвальной обработки, а также на фоне вико-овсяного пара по системе нулевой обработки. С учетом достижения максимального уровня урожайности (4,89 т/га), наилучших качественных характеристик и наибольшей массы 1000 зерен (45,3 г) при минимальной себестоимости полученной продукции, наиболее оптимальным приемом биологизации в условиях опыта было использование кормового гороха в качестве сидерата на фоне безотвальной системы обработки почвы.

Ключевые слова: биологические ресурсы, обработка почвы, сидераты, озимая пшеница.

Для цитирования: Влияние приемов биологизации и систем обработки почвы на формирование урожая озимой пшеницы / Р.М. Сабирова, И.Х. Вафин, Р.И. Сафин //Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. 2025. 2(14). С. 40-47.

Введение. В условиях растущей антропогенной нагрузки на сельскохозяйственные почвы и продолжающегося роста стоимости минеральных удобрений и пестицидов, возникает необходимость в разработке приемов, позволяющих существенно повысить экологическую безопасность производства продукции растениеводства [1]. К числу таких приемов относится биологизация земледелия, которая предполагает максимально полное использование природных ресурсов и процессов с целью получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении уровня почвенного плодородия, а также позволяет снизить объемы применения или полностью заместить минеральные удобрения и синтетические пестициды [2,3,4]. Применение приемов биологизации земледелия, за счет снижения производственных затрат на средства химизации, способствует повышению экономической эффективности производства в АПК [5,6]. Перспективность данного

направления отмечается и в мировой науке, особенно с учетом необходимости к переходу к устойчивому развитию сельского хозяйства [7,8].

Среди приемов, обеспечивающих повышение биологической активности почвы и улучшение ее агрофизических и агрохимических свойств, особое место занимают различные сидеральные культуры [9,10], в том числе и парозанимающие [10,11]. Значительное место в биологизированном земледелии отводится и ресурсосберегающим системам обработки почвы [12,13].

В Республике Татарстан, исследования по изучению эффективности использования приемов биологизации земледелия ведутся с начала 90-х годов прошлого века [14]. В ходе развития данного направления, в ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, были проведены исследования по оценке эффективности использования при биологизации земледелия таких приемов как: использование многолетних трав [15];

применение различных сидератов и заделки соломы [16]; применение ресурсосберегающих технологий обработки почвы [17,18,19]; применение различных биопрепаратов. [20,21, 22]. Для дальнейшего развития данного направления, в 2022 году на полях Агробιο-технопарка Казанского ГАУ был заложен многолетний стационарный опыт по изучению эффективности применения приемов биологизации с учетом отмечаемых климатических изменений.

Целью работы было изучение влияния приемов биологизации (парозанимающих сидератов) и систем обработки почвы на формирование урожая и качественные характеристики озимой пшеницы.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в период вегетации озимой пшеницы 2023-2024 годов на высокоокультуренной серой лесной почве опытных полей Агробιοтехнопарка ФГБУ ВО Казанский ГАУ на многолетнем стационарном производственном опыте. Общая площадь делянки для каждого варианта составляла 0,5 га, повторность трехкратная (суммарная площадь каждого варианта опыта 1,5 га)

Осенью 2023 году отмечались засушливые явления, что привело к замедлению развития растений озимой пшеницы. В мае, в период весеннего кушения, отмечалась холодная погода с большим количеством осадков (в 1,28 раза больше нормы), причем в начале месяца были заморозки. Такие условия несколько замедлили развитие растений. В июне сложились острозасушливые условия. Дефицит влаги усугублялся высокими среднесуточными температурами воздуха. (среднесуточная температура за июнь составила 21,7°С при среднемесячных показателях 18,1°С). В результате этого, погодные условия для вегетативного роста озимой пшеницы были не совсем благоприятными, но значительные запасы почвенной влаги способствовали хорошему развитию растений. В июле условия были благоприятными для развития растений и формирования зерна. В целом, несмотря на периодическое развитие засушливых явлений, агроклиматические условия вегетации в год исследований были благоприятными для развития озимой пшеницы, однако в отдельные периоды отмечались периодически засушливые явления.

Были заложены следующие варианты опыта:

- Фактор А: тип пара
- 1. Чистый пар (контроль).
- 2. Гречиха (сорт Батыр, норма высева 50 кг/га).
- 3. Редька масличная (сорт Альфа, норма высева 15 кг/га).
- 4. Горчица белая (сорт Рапсодия, норма высева 20 кг/га).
- 5. Овес + вика (овес сорт Рысак, вика –

сорт Льговская 22, весовая норма высева овса – 90 кг/га, вики – 40 кг/га).

6. Горох (сорт Усатый кормовой, норма высева – 200 кг/га).

Фактор В: система обработки почвы

1. Отвальная обработка почвы (заделка сидератов путем двукратного дискования (на 10-12 см) в разных направлениях + основная обработка почвы плугом ПЛН-4-35 (на 22 см) + предпосевная культивация (на 5-6 см). Посев проводился зерновой сеялкой СЗ-5,4.

2. Безотвальная обработка почвы (заделка сидератов путем двукратного дискования дисковым БДМ 4 х 4 (на 15 см) и предпосевная культивация (на 5-6 см)). Посев проводился зерновой сеялкой СЗ-5,4.

3. Нулевая обработка почвы (измельчение и разбрасывание сидератов на поверхности без обработки почвы, прямой посев посевным комплексом ПК «Агромастер» AGRATOR DISK-9000).

Сорт озимой пшеницы – Скипетр. Норма высева семян – 5,0 млн. в.с./га. Агротехнология возделывания озимой пшеницы – рекомендованная для Предкамья Республики Татарстан. Система удобрений включала в себя внесение под предпосевную культивацию (отвальная и безотвальная обработка) или при посеве (нулевая обработка) 1,5 ц/га азотоса (16 : 16 : 16), а также ранневесеннюю подкормку аммиачной селитрой (1,0 ц/га). Для защиты растений от болезней использовали обработку растений фунгицидом Колосаль Про (0,4 л/га), для контроля вредителей (трипсов) инсектицид Борей (0,1) с обработкой в фазу колошения.

Посев всех сидератов проводился в первую декаду мая 2023 года. Заделка сидератов проводилась в оптимальные сроки (гречиху – в начале цветения; редьку масличную, горчицу белую, горох кормовой – в фазу бутонизации; вико-овсяную смесь – в фазу бутонизации вики).

Оценка агрофизических параметров почвы проводилась в лаборатории кафедры Общего земледелия, защиты растений и селекции Казанского ГАУ по общепринятым методикам [23]. Отбор почвенных проб проводился согласно правилам отбора проб для агрохимического и микробиологического анализов. Лабораторные исследования проводились в лабораторном комплексе Агроэкологического Центра ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» с использованием соответствующих методик. Для оценки биологической активности, в почву закладывали стекла с льняной тканью (метод аппликаций Мишустина, Вострова и Петровой). Определение качества зерна проводилось по ГОСТ Р 54478-2011, ГОСТ 10840-2017, ГОСТ 10987-76 и др.

Обработку экспериментальных данных проводили с применением дисперсионного анализа с использованием методики, представленной Б.А. Доспеховым (1985).

АГРОНОМИЯ

Результаты и обсуждения. Одним из важнейших агрофизических показателей, характеризующих состояние почв является плотность сложения. Перед посевом и в ходе

вегетации озимой пшеницы, проводилось определение данного показателя в слое почвы 0-20 см. Средние за наблюдения результаты оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Средняя плотность сложения почвы (в слое 0-20 см) под озимой пшеницей при использовании сидератов и различных систем обработки почвы, г/см³, 2024 год

Вариант	Система обработки почвы (фактор В)			В среднем по сидерату (фактор А)
	отвальная	безотвальная	нулевая	
Чистый пар	1,12	1,11	1,20	1,14
Гречиха	1,15	1,20	1,42	1,26
Редька масличная	0,96	1,25	1,28	1,16
Горчица белая	1,01	1,25	1,27	1,18
Вико-овсяная смесь	1,09	1,18	1,15	1,14
Горох кормовой	1,07	1,25	1,29	1,20
Средняя по обработке	1,06	1,20	1,27	
НСР ₀₅	Фактор В = 0,05			Фактор А=0,06
	Взаимодействие АВ =0,09			

Примечание: оптимальные показатели – 1,0-1,3 г/см³

Результаты оценки показали, что использование для основной обработки отвальной вспашки вело к достоверному снижению плотности сложения почвы по сравнению с безотвальной и нулевой обработкой где происходило увеличение данного показателя. Однако, в целом, во всех вариантах опыта значения плотности сложения в пахотном горизонте были в пределах оптимальных параметров для озимой пшеницы. При сравнении вариантов с различными видами паров, можно отметить, что по величине НСР₀₅ на уровне показателей для чистого пара были значения в варианте с использованием в качестве сидератов -

вико-овсяной смеси, редьки масличной и горчицы белой. Максимальные значения плотности сложения почвы отмечались при применении в качестве сидерата гречихи, особенно на фоне нулевой обработки почвы, по данному показателю она достоверно уступала всем другим вариантам опыта.

Для характеристики влияния изучаемых факторов на водно-физические свойства почвы, проводилось определение запасов продуктивной влаги в верхнем слое почвы (табл. 2) в фазу колошения, как имеющую важное значение для формирования урожая озимой пшеницы.

Таблица 2 – Запас продуктивной влаги в слое 0-20 см в фазу колошения озимой пшеницы (25.06.2024 год) при использовании сидератов и различных систем обработки почвы, мм, 2024 год

Вариант	Система обработки почвы			В среднем по сидерату
	отвальная	безотвальная	нулевая	
Чистый пар	6,25	12,39	10,18	9,61
Гречиха	3,54	7,64	2,35	4,51
Редька масличная	10,45	3,69	6,66	6,93
Горчица белая	13,51	9,51	9,72	10,91
Вико-овсяная смесь	4,74	7,1	6,39	6,08
Горох кормовой	15,47	10,74	4,02	10,08
Средняя по обработке	8,99	8,51	6,55	
НСР ₀₅	Фактор В = 0,40			Фактор А=0,34
	Взаимодействие АВ =0,61			

Шкала оценки: хорошая – более 20 мм, удовлетворительная – 16-20 мм, недостаточная – 10-15 мм, плохая – менее 10 мм (шкала оценки по И.П. Васильеву и др., 2004).

Во всех вариантах, запас продуктивной влаги был низким и оценивался как плохой или недостаточный, что свидетельствует о развитии почвенной засухи. Среди систем обработки почвы, максимальные значения запаса продуктивной влаги были при использовании отвальной системы

обработки, а минимальные при нулевой. Среди сидератов, в среднем по фоновым обработкам почвы, выделялись – горчица белая и горох кормовой при использовании которых содержание влаги в пахотном слое было выше, чем по чистому пару. Максимальные значения содержания продуктивной влаги в почве были при использовании в качестве сидеральной культуры гороха кормового на фоне отвальной обработки почвы.

АГРОНОМИЯ

Для оценки биологической активности почвы в опытах определялся показатель степени разложения льняной ткани (табл. 3). При сравнении фонов с разной системой обработки почвы оказалось, что наибольшая степень разложения льняной ткани была при применении нулевой системы. На фоне безотвальной и нулевой систем обработок почвы, использование сидеральных паров приводило к значительному росту активности целлюлозоразлагающих бактерий, по сравнению

с показателями для чистого пара. Среди изучаемых парозанимающих сидератов наибольшая биологическая активность почвы была при использовании в качестве сидерата редьки масличной (на фоне вспашки), гороха кормового и вико-овсяной смеси (на фоне безотвальной обработки), а на фоне нулевой обработки – для горчицы белой и вико-овсяной смеси. В последних вариантах показатели были максимальными среди всех вариантов опыта.

Таблица 3 – Степень разложения льняной ткани при использовании различных сидератов и систем обработки почвы (время экспозиции – 30 дней), %, 2024 год

Вариант	Система обработки почвы			В среднем по сидерату
	отвальная	безотвальная	нулевая	
Чистый пар	22,2	24,6	21,9	22,9
Гречиха	26,5	23,9	36,9	29,1
Редька масличная	30,2	35,9	36,3	34,1
Горчица белая	13,9	29,3	48,7	30,6
Вико-овсяная смесь	14,3	40,7	48,1	34,4
Горох кормовой	20,6	44,4	36,5	33,8
Средняя по обработке	21,3	33,1	38,1	

Интегральным показателем влияния тех или иных приемов агротехнологии является урожайность (табл. 4). При применении в качестве предшественника озимой пшеницы

чистого пара, некоторое преимущество по урожайности имела нулевая обработка почвы (прибавка к показателям к вспашке на 0,36 т/га).

Таблица 4 – Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр при использовании различных сидератов и систем обработки почвы, т/га, 2024 год

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение от чистого пара	
		т/га	%
Отвальная обработка			
Чистый пар	4,11		
Гречиха	4,34	0,23	5,6
Редька масличная	3,96	-0,15	-3,6
Горчица белая	4,60	0,49	11,9
Вико-овсяная смесь	4,40	0,29	7,1
Горох кормовой	4,75	0,64	15,6
В среднем по фону:	4,36		
Безотвальная обработка			
Чистый пар	4,09		
Гречиха	3,32	-0,77	-18,8
Редька масличная	3,26	-0,83	-20,3
Горчица белая	4,58	0,49	12,0
Вико-овсяная смесь	4,87	0,78	19,1
Горох кормовой	4,89	0,80	19,6
В среднем по фону:	4,16		
Нулевая обработка			
Чистый пар	4,47		
Гречиха	2,28	-2,19	-49,0
Редька масличная	2,79	-1,68	-37,6
Горчица белая	3,53	-0,94	-21,0
Вико-овсяная смесь	1,86	-2,61	-58,4
Горох кормовой	4,62	0,15	3,40
В среднем по фону:	3,25		
НСП ₀₅ А	0,21		
НСП ₀₅ В	0,19		
НСП ₀₅ АВ	0,34		

На фоне отвальной основной обработки, за исключением применения сидерального пара с редькой масличной, использование всех других парозанимающих сидератов вело к росту урожайности озимой пшеницы. Причем особенно существенным рост урожайности был достигнут при использовании в качестве парозанимающего сидерата кормового гороха и горчицы белой.

При использовании безотвальной системы обработки почвы, достоверный рост урожайности был получен при применении в качестве сидерата гороха, вико-овсяной смеси и горчицы белой. На фоне с нулевой системой обработкой почвы, достоверный рост

урожайности был при использовании в качестве сидерата только кормового гороха, тогда как в других вариантах урожайность даже падала. В целом по опыту, наибольшая урожайность озимой пшеницы (4,89 т/га) была получена при применении в качестве сидеральной культуры гороха кормового на фоне безотвальной обработки почвы, но и на других фонах с разными система обработки почвы применение данного сидерата обеспечивала наибольшую урожайность в сравнении с другими сидеральными культурами и чистым паром.

Результаты оценки качества зерна озимой пшеницы в опытах приведены таблице 5.

Таблица 5 – Качество зерна озимой пшеницы при использовании различных сидератов и систем обработки почвы, 2024 год

Вариант	Содержание белка, % на абс. сухое в-во	Содержание клейковины, %	ИДК	Масса 1000 зерен, г
Отвальная обработка				
Чистый пар	14,9	34,3	90	42,1
Гречиха	15,1	36,2	93	40,7
Редька масличная	14,5	35,8	91	39,8
Горчица белая	13,3	38,7	96	40,9
Вико-овсяная смесь	15,8	38,1	90	40,5
Горох кормовой	16,0	44,8	90	42,3
В среднем по фону:	14,9	38,0	91,7	41,0
Безотвальная обработка				
Чистый пар	14,6	33,1	74	40,2
Гречиха	14,5	41,6	80	44,0
Редька масличная	15,0	41,4	86	42,8
Горчица белая	14,5	33,4	92	40,9
Вико-овсяная смесь	15,2	34,5	85	43,6
Горох кормовой	15,9	33,9	59	45,3
В среднем по фону:	15,0	36,3	79,3	42,8
Нулевая обработка				
Чистый пар	16,1	41,9	89	42,2
Гречиха	14,5	37,2	70	34,0
Редька масличная	14,4	34,1	80	40,4
Горчица белая	14,8	41,3	88	41,8
Вико-овсяная смесь	14,9	35,6	66	35,9
Горох кормовой	14,5	36,4	85	41,9
В среднем по фону:	14,9	37,8	79,7	39,4
НСР ₀₅ А	0,7			1,9
НСР ₀₅ В	0,5			2,1
НСР ₀₅ АВ	1,0			3,4

По показателю содержания клейковины во всех вариантах зерно соответствовало требованиям ГОСТ 9353-2016 к 1 классу (более 32 %) продовольственной пшеницы, однако по показателю ИДК (в большинстве случаев) зерно относилось ко 2 классу. С учетом стекловидности и натуры зерна, зерно, соответствующее требованиям для второго класса продовольственной пшеницы было получено при использовании в качестве сидерата гороха кормового на фоне безотвальной обработки и вико-овсяного сидерата по системе нулевой обработки.

На фоне с безотвальной обработкой почвы, сформировались наиболее крупные семена.

При оценке влияния различных сидеральных паров на массу 1000 зерен можно отметить, что на всех трех фонах преимущество имел сидеральный пар с кормовым горохом. Наибольшая масса 1000 зерен (45,3 г) была получена при применении сидерального пара с кормовым горохом на фоне с безотвальной обработкой почвы.

В качестве показателя для экономической оценки был взят показатель себестоимости 1 т зерна, который определялся по прямым затратам по технологической карте. Результаты оценки показали, что при сравнении различных фонов основной обработки минимальная себестоимость зерна была при использовании

отвальной обработки, что связано с высоким уровнем урожайности зерна. В то же время, низкая урожайность при применении нулевой обработки привела к значительному росту себестоимости зерна, несмотря на снижение производственных затрат, связанных с основной обработкой почвы.

При сравнении различных парозанимающих сидератов, можно отметить значительное преимущество использования кормового гороха. Минимальная себестоимость зерна (7,65 тыс. руб./т) озимой пшеницы сорта Скипетр была получена при использовании данного парозанимающего сидерата на фоне безотвальной системы обработки почвы.

Выводы. В условиях 2024 года с периодически засушливыми явлениями в период

вегетации, независимо от системы обработки почв, наибольшая урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр была получена при использовании в качестве парозанимающего сидерата гороха кормового. Особенно преимущество данного сидерата проявилось на фоне безотвальной системы обработки почвы. Так, в данном варианте сформировалась урожайность на уровне 4,89 т/га, причем полученное зерно соответствовало требованиям ко второму классу продовольственной пшеницы, а масса 1000 зерен достигла 45,3 г.

Установлено, что при использовании нулевой системы обработки почвы отмечается повышение биологической активности (по показателю степени разложения льняной ткани).

Литература

1. Сафиоллин Ф. Н., Галлиев К.Х. Биологизация земледелия – основа высоких урожаев // Земледелие. 2005. № 2. С. 10-11.
2. Соколов М. С. Оздоровление почвы и биологизация земледелия – важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агрорегиона (Белгородский опыт) // Агрохимия. 2019. № 11. С. 3-16. doi: 10.1134/S0002188119110127.
3. Завалин А. А. Проблемы и пути решения технологического развития земледелия // Земледелие. 2024. № 2. С. 25-29. doi: 10.24412/00443913-2024-2-25-29.
4. 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.
5. Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия / А. Ф. Степанов, С. П. Чибис, В. В. Христич [и др.] // Земледелие. 2023. № 1. С. 18-22. doi: 10.24412/0044-3913-2023-1-18-22.
6. Элементы биологизации земледелия и повышение их эффективности в центральном регионе России / Н. А. Лопачев, А. М. Хлопяников, В. Н. Наумкин и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1 (25). С. 112-118.
7. Dudek M., Rosa A. Regenerative agriculture as a sustainable system of food production: concepts, conditions, perceptions and initial implementations in Poland, Czechia and Slovakia // Sustainability. 2023, №5, 15721. doi: 10.3390/su152215721.
8. Factors of biologization of farming in the forest-steppe zone of Volga region / A. Toigildin, V. Morozov, M. Podsevalov et al. // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. Vol. 17. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00173. doi: 10.1051/bioconf/20201700173.
9. Влияние длительного применения соломы и сидератов на серой лесной почве на продуктивность агроценозов / И. Б. Сорокин, С. П. Кулижский, О. А. Пасько, О. Э. Мерзляков // Агрохимия. 2023. № 9. С. 22-27. doi: 10.31857/S0002188123090119.
10. Рудковский Е.Д., Пальчиков Е.В., Новикова Д.А. Сидераты как органическое удобрение в биологизации земледелия // Наука и Образование. 2020. Т. 3, № 4. С. 164.
11. Стародубцев В.В., Виноградов Д.В. Использование ярового рапса в качестве парозанимающей культуры под озимую пшеницу // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. № 3(31). С. 107-110.
12. Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т. Влияние редьки масличной в занятых и сидеральных парах на фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в полевом севообороте // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 4(20). С. 253-260.
13. Дедов А.А., Несмеянова М.А., Дедов А.В. Влияние приемов биологизации земледелия и способов обработки почвы на содержание органического вещества в черноземе типичном и продуктивность севооборотов // Агрохимия. 2017. № 9. С. 25-32. doi: 10.7868/S0002188117090022.
14. Савченко Е.С., Лукин С.В. Управление режимом органического вещества почвы при биологизации земледелия // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024. № 6. С. 61-65. doi: 10.31857/S2500208224060147.
15. Хабибрахманов Х.Х., Хайруллин А. И. Элементы биологизации земледелия дали высокий эффект // Земледелие. 2005. № 2. С. 14.
16. Новоселов С.И., Еремеев Р.В., Завалин А.А. Влияние подсевных сидератов на урожайность и химический состав озимой пшеницы // Земледелие. 2024. № 6. С. 3-6. doi: 10.24412/0044-3913-2024-6-3-6.
17. Ахметзянов, М. Р. Влияние факторов биологизации на урожайность озимой ржи в условиях Предкамья Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12, № 2(44). С. 9-13. doi: 10.12737/article_599ac57819ecc0.70973336.
18. Миникаев Р.В., Михайлова М.Ю. Управление биологическими факторами в системе обработки почвы в агроландшафтах среднего Поволжья // Актуальные вопросы рационального использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования. Казань: ФГБОУ ВО КГАУ, 2024. С. 151-161.
19. Влияние приемов основной обработки почвы и удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях АФ «Колос» Тетюшского муниципального района Республики Татарстан / Л. Т. Вафина,

Р. В. Миникаев, Н. Ф. Вафин [и др.] // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 1(9). С. 13-19. doi: 10.12737/2782-490X-2024-13-19.

20. Миникаев, Р. В. Управление факторами почвенного плодородия в условиях Республики Татарстан / Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Фасхутдинов, М. Ю. Михайлова // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 4(4). С. 34-39. doi: 10.12737/2782-490X-2022-34-39.

21. Эндифитные штаммы бактерий в технологии возделывания кукурузы на зерно / М. Ю. Михайлова, Р. В. Миникаев, В. А. Колесар и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 3(75). С. 17-26. doi: 10.12737/2073-0462-2024-17-26.

22. Колесар В.А., Антонова Ж.В., Фазлеев Б.А. Изучение эффективности предпосевной обработки семян гороха сорта Кулон эндифитными бактериями KS-25 // Биологические препараты и приемы биологизации в современном земледелии: Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию Института агробиотехнологий и землепользования. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2024. С. 119-125.

23. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв Москва : Агропромиздат, 1986. 415 с.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов. Финансирование работы осуществлялось за счет гранта Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан.

Сведения об авторах:

Сабинова Рафина Мавлетгареевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: razina.sabirova.1975@mail.ru

Вафин Ильшат Хафизович - старший преподаватель кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru, http:// orcid.org/0000-0002-1415-0734

Сафин Радик Ильясевич - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru , http://orcid.org/0000-0001-6276-5728 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

INFLUENCE OF BIOLOGIZATION METHODS AND SOIL CULTIVATION SYSTEMS ON WINTER WHEAT CROP FORMATION

R.M. Sabirova , I.Kh. Vafin , R.I. Safin

Abstract. The article presents the results of a study to assess the characteristics of winter wheat yield formation of Skipetr variety using various soil cultivation systems (moldboard, non-moldboard, zero) and types of fallow (bare fallow and various types of green manure fallow) on gray forest soil in the Kama agricultural production zone of the Republic of Tatarstan. The study was conducted in 2023-2024, based on a long-term production stationary experiment established in 2022. The autumn of 2023 was characterized by drought phenomena. During the spring-summer vegetation period of 2024, winter wheat experienced cold weather with a large amount of precipitation in May, then periodically experienced moisture deficit and elevated temperatures, which affected plant development. The total plot area for each variant was 0.5 ha, replicated three times (the total area of each experimental variant was 1.5 ha). The obtained data were processed using dispersion analysis. With the exception of the studied techniques, the agricultural technology of winter wheat cultivation was in accordance with those recommended for Kama region of the Republic of Tatarstan. The use of moldboard tillage led to a decrease in soil bulk density, while with no-till and zero tillage, there was a slight increase in this indicator, but within the optimal values for winter wheat. The content of productive moisture in the arable soil layer during the heading phase of winter wheat was maximum when using forage peas as a green manure crop and moldboard plowing. The use of zero tillage in combination with the use of white mustard and a vetch-oat mixture as green manure provided the maximum biological activity of the soil when using the linen fabric decomposition assessment method. The highest yield of winter wheat of Skipetr variety (4.89 t/ha) was obtained when using forage peas as a fallow crop against the background of no-till soil cultivation. In terms of gluten content, in all variants, the grain met the standards for class 1 food wheat according to GOST 9353-2016, but in most cases, according to other indicators, the grain met the requirements for class 3. Grain confirming requirements for the second class of food wheat was obtained using forage peas as a green manure against the background of no-moldboard cultivation, as well as against the background of vetch-oat fallow according to the no-till system. Taking into account the achievement of the maximum yield level (4.89 t/ha), the best quality characteristics and the greatest weight of 1000 grains (45.3 g) at the minimum cost of the obtained products, the most optimal biologization technique in the experimental conditions was the use of forage peas as a green manure against the background of a no-moldboard soil cultivation system.

Key words: biological resources, soil cultivation, green manure, winter wheat.

For citation: Sabirova R.M., Vafin I.Kh., Safin R.I. Influence of biologization methods and soil cultivation systems on winter wheat crop formation. Agrobiotechnologies and digital farming. 2025; 2(14). 40-47 p.

References

1. Safiollin FN, Galliev KKh. [Biologization of agriculture – the basis of high yields]. Zemledelie. 2005; 2. 10-11 p.
2. Sokolov MS. [Soil improvement and biologization of agriculture – the most important factors for optimizing the ecological status of an agroregion (Belgorod experience)]. Agrokimiya. 2019; 11. 3-16 p. doi: 10.1134/S0002188119110127.
3. Zavalin AA. [Problems and solutions for the technological development of agriculture]. Zemledelie. 2024; 2. 25-29 p. doi: 10.24412/00443913-2024-2-25-29.
4. Ermolaeva GV, Kulikova AKh, Borisov EA. [Efficiency of biologized technology of soft winter wheat cultivation in Middle Volga region]. Zemledelie. 2024; 6. 17-21 p. doi: 10.24412/00443913-2024-6-17-21.
5. Stepanov AF, Chibis SP, Khristich VV. [Nitrogen-fixing capacity and the role of legumes in the biologization of agriculture]. Zemledelie. 2023; 1. 18-22 p. doi: 10.24412/0044-3913-2023-1-18-22.
6. Lopachev NA, Khlopnyanikov AM, Naumkin VN. [Elements of biologization of agriculture and increasing their efficiency in the central region of Russia]. Zernobobovye i krupnyanye kultury. 2018; 1(25). 112-118 p.
7. Dudek M, Rosa A. Regenerative agriculture as a sustainable system of food production: concepts, conditions, perceptions and initial implementations in Poland, Czechia and Slovakia. Sustainability. 2023; 5. 15721 p. doi: 10.3390/su152215721.

8. Toygildin A, Morozov V, Podsevalov M. Factors of biologization of farming in the forest-steppe zone of Volga region. Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13-14 noyabrya 2019 goda. Vol.17. EDP Sciences: EDP Sciences. 2020; 00173 p. doi: 10.1051/bioconf/20201700173.
9. Sorokin IB, Kulizhskiy SP, Pasko OA, Merzlyakov OE. [The effect of long-term use of straw and green manure on gray forest soil on the productivity of agrocenoses]. *Agrokhiimiya*. 2023; 9. 22-27 p. doi: 10.31857/S0002188123090119.
10. Rudkovskiy ED, Palchikov EV, Novikova DA. [Green manure as an organic fertilizer in the biologization of agriculture]. *Nauka i Obrazovanie*. 2020; Vol.3. 4. 164 p.
11. Starodubtsev VV, Vinogradov DV. [Use of spring rape as a fallow crop for winter wheat]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*. 2016; 3(31). 107-110 p.
12. Pilipenko NG, Andreeva OT. [The influence of oilseed radish in occupied and green manure fallows on the phytosanitary condition of grain crops in field crop rotation]. *Vestnik APK Stavropolya*. 2015; 4(20). 253-260 p.
13. Dedov AA, Nesmeyanova MA, Dedov AV. [Influence of biologization techniques of agriculture and soil cultivation methods on the content of organic matter in typical chernozem and crop rotation productivity]. *Agrokhiimiya*. 2017; 9. 25-32 p. doi: 10.7868/S0002188117090022.
14. Savchenko ES, Lukin SV. [Management of the soil organic matter regime during biologization of agriculture]. *Vestnik Rossiyskoy selskokhozyaystvennoy nauki*. 2024; 6. 61-65 p. doi: 10.31857/S2500208224060147.
15. Khabibrakhmanov KhKh, Khayrullin AI. [Elements of biologization of agriculture gave a high effect]. *Zemledelie*. 2005; 2. 14 p.
16. Novoselov SI, Ereemeev RV, Zavalin AA. [Influence of undersown green manure on the yield and chemical composition of winter wheat]. *Zemledelie*. 2024; 6. 3-6 p. doi: 10.24412/0044-3913-2024-6-3-6.
17. Akhmetzyanov MR. [Influence of biologization factors on winter rye yield in the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; Vol.12. 2(44). 9-13 p. doi: 10.12737/article_599ac57819ecc0.70973336.
18. Minikaev RV, Mikhaylova MYu. [Management of biological factors in the soil cultivation system in the agrolandscapes of Middle Volga region]. *Aktualnye voprosy ratsionalnogo ispolzovaniya zemelnykh resursov, geodezii i prirodopolzovaniya*. Kazan: FGBOU VO KGAU. 2024; 151-161 p.
19. Vafina LT, Minikaev RV, Vafin NF. [The influence of primary tillage and fertilizer techniques on the yield of spring wheat in the conditions of "Kolos" agricultural firm, of Tetyushskiy municipal district of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie*. 2024; 1(9). 13-19 p. doi: 10.12737/2782-490X-2024-13-19.
20. Minikaev RV, Faskhutdinov FSh, Mikhaylova MYu. [Management of soil fertility factors in the conditions of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie*. 2022; 4(4). 34-39 p. doi: 10.12737/2782-490X-2022-34-39.
21. Mikhaylova MYu, Minikaev RV, Kolesar VA. [Endophytic bacterial strains in the technology of grain corn cultivation]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024; Vol.19. 3(75). 17-26 p. doi: 10.12737/2073-0462-2024-17-26.
22. Kolesar VA, Antonova ZhV, Fazleev BA. [Study of the efficiency of pre-sowing treatment of pea seeds of Kulon variety with endophytic bacteria KS-25. Biological preparations and biologization techniques in modern agriculture]. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 105-letiyu Instituta agrobiotekhnologii i zemlepolzovaniya*. Kazan: Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2024; 119-125 p.
23. Vadyunina AF. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv*. [Methods for studying the physical properties of soil]. Moscow: Agropromizdat. 1986; 415 p.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. The work was funded by a grant from Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan.

Authors:

Sabirova Razina Mavletgaraevna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of General Agriculture, Plant Protection and Selection Department, e-mail: razina.sabirova.1975@mail.ru
 Vafin Ilshat Khafizovich - Senior lecturer of General Agriculture, Plant Protection and Selection Department, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru, [http:// orcid.org/0000-0002-1415-0734](http://orcid.org/0000-0002-1415-0734)
 Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of General Agriculture, Plant Protection and Selection Department, e-mail: radiksaf2@mail.ru , <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.