

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ, НАСЫЩЕННЫХ КРУПЯНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И ЭКОНОМИКА ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОЛБЫ

А.В. Погодина

Реферат. В данной работе представлены основные этапы организации территории полевых севооборотов с учетом принципов агроландшафтного подхода на основе разработанного аналитического модуля к имеющейся базе данных. Для I агропроизводственной группы земель (высокоплодородные, плакорные земли) предложен адаптивный зерно-паро-пропашной севооборот: пар занятый – озимая пшеница – яровой рапс – полба – ячмень – кукуруза на силос – горох – озимая рожь – яровая пшеница со средним сбором с 1 гектара севооборотной площади 3,5 тыс. зерн. ед/га. Производственные исследования на посевах полбы (двузернянки) проводились в 2020-2023 годах на территории Сабинского муниципального района в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Серая лесная почва pH_{KCl} была близка к нейтральной – 6,2, содержание гумуса по Тюрину – 3,4%. Общая площадь опытных участков составила 0,5 га, опыты проводились с трёхкратной повторностью при систематическом размещении вариантов. Для сравнения вариантов опыта использовался метод наименьшей существенной разницы. Схема опыта: Фактор А – расчетные фоны удобрений: I. Контроль (без удобрений); II. $N_{59}P_{30}K_{48}$ на получение 2,5 т/га зерна; III. $N_{71}P_{36}K_{58}$ - на получение 3,0 т/га зерна. Фактор В – предпосевная обработка семян биопрепаратами: I. Доспех 3 – 0,5 л/т семян (контроль без обработки); II. Азотовит – 1 л/т семян; III. Ризоагрин – 1 л/т семян; IV. Биостим Старт – 1 л/т семян. Максимальная рентабельность 42,4% была получена в варианте применения биопрепарата Биостим Старт в дозе 1 л/т семян совместно с применением минеральных удобрений с расчетом получения 3,0 т/га зерна против 21,9% в контроле.

Ключевые слова: крупные культуры, севооборот, ГИС-технологии, полба, биопрепараты, агроэкологическая типизация.

Для цитирования: Погодина А.В. Организация территории полевых севооборотов, насыщенных крупными культурами и экономика применения агрохимикатов при возделывании полбы// Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2025. №2(14). С. 34-39.

Введение. В России существует классификация зерновых культур, принятая Госсортокомиссией по испытанию и охране селекционных достижений. Исходя из основного назначения и способов использования урожая культур выделяют: зерновые культуры – пшеница, рожь и тритикале; крупяные – рис, просо, гречиха; зернофуражные – овес и ячмень; зерно-кормовые – кукуруза, сорго, африканское просо, чумиза, суданская трава и др.

Значение крупяных культур трудно переоценить, на протяжении сотен лет крупы являются основой рациона питания большинства жителей планеты. В Татарстане к основным крупяным зерновым культурам относятся просо и гречиха. Однако в структуре посевных площадей они занимают незначительный вес.

Так, по данным Росстата если в 2015 году в структуре посевных площадей Республики Татарстан доля выращивания проса составляла 0,05% (1,4 тыс. га), гречихи – 0,6% (16,6 тыс. га), то к 2023 году отмечено уменьшение посевов проса до 0,6 тыс. га (0,03%) и увеличение площадей гречихи до 17,1 тыс. га (0,7%) [1]. По Российской Федерации в настоящее время доля крупяных культур в структуре посевов – 1,8%, доля по Приволжскому Федеральному округу – 2,7%. А если учесть, что в год минимальная норма потребления на одного человека пшеница – 1,5-2,0 кг, гречки – 3,0-3,5 кг [2], то очевидно, что производство данных культур находится на недостаточном уровне. Возможно, одна из причин столь низкого производства – сильные

колебания урожайности по годам. В качестве примера приведем данные МСХиП РТ за 2019-2023 годы. Средняя урожайность гречихи за 2020-2023 года составила 10,9 ц/га (минимальная в 2021 году – 9,0 ц/га, максимальная в 2022 году – 16,0 ц/га), а средняя урожайность проса за эти же годы 19,1 ц/га (минимальная в 2023 году – 6,7 ц/га, максимальная в 2022 году – 32,0 ц/га).

Расширение посевов крупяных культур должно происходить не только для достижения продовольственной безопасности нашей страны, но и для обеспечения населения разнообразными, вкусными и здоровыми продуктами питания. Стоит обратить особое внимание на культуру полбы – она может стать хорошей альтернативой за счет своей потенциально более высокой урожайности, неприхотливости к почвенным условиям, засухоустойчивости, стрессоустойчивости [3,4], а также высокой питательной ценности [5,6,7]. Средняя урожайность по республике за 2020-2023 года составила 25,8 ц/га, максимальная урожайность была получена в 2022 г – 42,5 ц/га. Полба относится как к зерновой, так и к крупяной категории. До XIX века она была широко распространённой культурой на Руси, составляя значительную часть повседневного рациона русских крестьян. Ее полюбили за сладковатый, насыщенный вкус, хорошую развариваемость и выход крупы (75-80%) [3,4,8]. Считается, что полба (двузернянка) по питательности как крупяная культура превосходит овес,

ячмень и не уступает гречихе и рису [9]. Важно учитывать, что полба может удовлетворить вкусовые предпочтения потребителей, предлагая им разнообразные и питательные блюда, мучные изделия и напитки, что делает её привлекательной для современного рынка продуктов питания [6,7].

Увеличение площадей крупных культур следует начинать с планирования научно-обоснованной системы севооборотов. Организация территории внутрихозяйственного землеустройства на основе агроландшафтного проектирования позволяет наиболее рационально использовать земельные ресурсы, улучшает экосистему, позволяет повышать уровень плодородия, а значит в конечном итоге – вести сельское хозяйство прибыльно [10,11]. Внедрение ГИС-технологии для создания карт плодородия, развития негативных процессов, анализа рельефа и почвенных данных в настоящее время – это обязательный элемент при разработке комплекса управленческих решений, позволяющий с легкостью автоматизировать процесс организации территории хозяйств [12,13].

Цели исследований: 1) Оптимизация использования почвенных ресурсов посредством разработки севооборота, насыщенного крупными культурами, на уровне отдельного сельскохозяйственного предприятия; 2) Оценка экономической эффективности применения биопрепаратов в предпосевной подготовке семян полбы (двузернянки) на серых лесных почвах с учетом расчетных норм минеральных удобрений.

Условия, материалы и методы. Для основы исследований были оцифрованы материалы почвенного обследования РОСГИПРОЗЕ-МА 70-90х годов. Сабинского муниципально-го района. Все сведения вносились в электронную базу данных центра агрохимической службы «Татарский» на основе системы управления базами данных PostgreSQL. Операционная деятельность осуществлялась в среде ArcGIS. Для обработки почвенных и агрохимических данных нами был разработан специализированный модуль базы данных на языке программирования PHP с веб-интерфейсом, обеспечивающий автоматизацию процессов обеспечения почвенных, эрозийных карт и карт агроэкологических типов земель.

Полевые опыты закладывались в 2020-2023 года на территории хозяйства ООО «Саба» отделение «Сатышево» Сабинского района РТ. Сорт полбы Руно был выбран по результатам ранее проведенных исследований [14,15]. Почва – серая лесная тяжелосуглинистая. Кислотность почвы опытного участка (в солевой вытяжке) – 6,2; по содержанию обменного фосфора по Кирсанову – 127 мг/кг, по обменному калию – 138 мг/кг, содержание гумуса – 3,4% по Тюрину. Двухфакторный опыт заложен по Б.А. Доспехову [16], размер делянок 108 м² с систематическим расположением,

трехкратная повторность.

Схема опыта: Фактор А – расчетные фоны удобрений: I. Контроль (без удобрений); II. N₅₉P₃₀K₄₈ – внесение удобрений на получение 2,5 т/га зерна; III. N₇₁P₃₆K₅₈ – внесение удобрений на получение 3,0 т/га зерна.

Фактор В – предпосевная обработка семян биопрепаратами: I. Доспех 3 – 0,5 л/т семян (контроль без обработки); II. Азотовит – 1 л/т семян; III. Ризоагрин – 1 л/т семян; IV. Биостим Старт – 1 л/т семян. Обработка семян полбы биопрепаратами Азотовитом (бактерии рода *Beijerinckia fluminensis*) и Ризоагрином (*Agrobacterium radiobacter*) проводилась непосредственно в день посева в темном помещении. Биостим Старт (содержащий аминокислоты, полисахариды и ряд макро- и микроэлементов: N, P₂O₅, K₂O, MgO, Mn, Zn, Cu, B, Mo) применялся за 10-15 дней до посева совместно с фунгицидом Доспех-3.

Согласно принятой в регионе классификации гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) 0,5-1 характеризует засушливость; ГТК < 0,5 – крайнюю засушливость; ГТК > 1,0 – избыточную влажность и ГТК = 1,0 говорит о сбалансированности прихода и расхода влаги [17], в 2020 и 2022 годы ГТК составили 1,5 и 1,25 соответственно – достаточно увлажненные годы, тогда как 2021 и 2023 годы имели характеристики засушливости с ГТК – 0,55 и 0,84.

Результаты и обсуждение. ООО «Саба» расположено в Предкамской зоне Республики Татарстан. Сначала была построена почвенная карта отделения «Сатышево». При пересечении почвенных разностей с существующими полями хозяйства выделяются элементарные почвенные ареалы – наименьшие однородные участки почвенного покрова, внутри которых сохраняется одинаковый тип почвы и одинаковые агрофизико-химические свойства. Они незаменимы при анализе вариабельности содержания питательных элементов, а также при оценке уровня продуктивности полей.

В почвенном покрове данного отделения хозяйства преобладают серые лесные почвы – 61%, второстепенными почвами являются подзолистые – 23,5%, дерново-карбонатные занимают 11,9% территории, лугово-заниженные – 2,4% и пойменные – 1,2%. Почвы в основном среднесуглинистого гранулометрического состава – 59%, тяжелосуглинистого и глинистого – 35 %, легкосуглинистого – 6%.

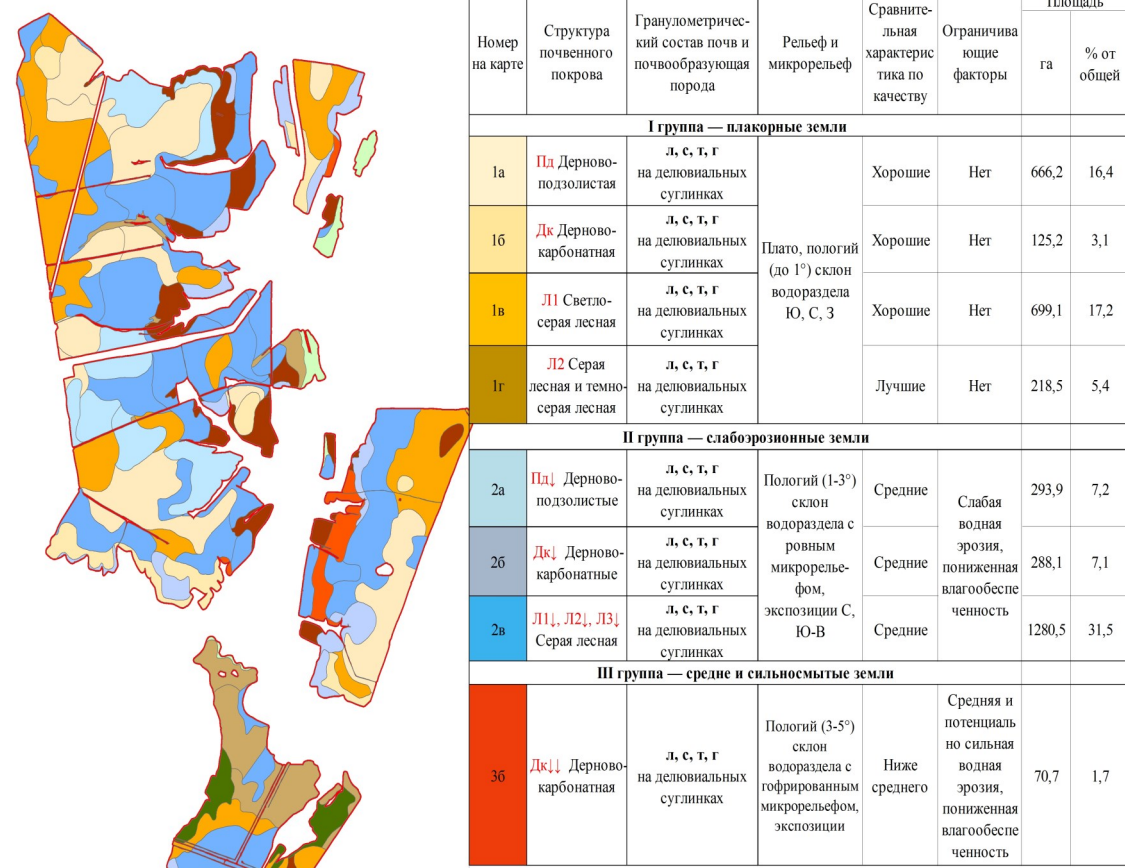
Далее создаются карты эрозийных процессов, уклонов и экспозиции. В данном отделении хозяйства 46% почв относятся к слабосмытым почвам, 45 % – эрозийно неопасные на пологом склоне водораздела, 9% - к среднесмытым почвам с уклоном 3-5°. Все имеющиеся данные по плодородию, мощности гумусового горизонта, плотности, каменистости также вносятся в базу данных. Эти сведения являются основой для дальнейшей разработки адаптивно-ландшафтной системы земледелия, расчета баллов и индексов

АГРОНОМИЯ

плодородия, выделения категории особо ценных земель, расчета нормативной урожайности и кадастровой оценки земель.

Результатом анализа всех имеющихся сведений является выделение однородных групп земель по почвенным условиям, наличию и склонности к процессам эродированности, рельефу, негативным процессам, для которых

необходима разработка разных типов систем земледелия и севооборотов – как структурной единицы (рис.1). Данный процесс автоматизирован с помощью созданного модуля для работы с базой данных. Всего выделяется 4 агроэкологических класса земель: плакорный (равнинные земли), два склоновых и гидроморфный.



Примечание: л – легкосуглинистые; с – среднесуглинистые; т – тяжелосуглинистые; г – глинистые почвы.

Рисунок 1 - Карта агропроизводственных групп почв ООО «Саба» отделения «Сатышево»

В соответствии с этими агроэкологическими типами делается нарезка на поля в севооборотах по степени пригодности для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур, с учетом общей специализации сельскохозяйственного предприятия. Возможно пренебрежение мелкими нетипичными выбивающимися из общей группы участками другого класса, для оптимизации проводимых агротехнических приемов в дальнейшем.

В анализируемом отделении данного хозяйства из 4071,3 га пашни 45,8% относится ко II агрогруппе земель, 8,7% - к III группе и 3,5% - к IV группе. К I группе плакорных земель без ограничивающих факторов для производства относится 42,1% земель – 1709 га. Возможны зернотравянопропашные и зернопаропропашные севообороты с сидеральным паром. Известкование. Применение высокоинтенсивных агротехнологий.

Дифференцированная система обработки почвы с созданием на поверхности мульчи из органических остатков. Обычно эти земли не подвержены водной и ветровой эрозии и проведение противоэрозионных мероприятий не требуется.

Рекомендованный адаптивный зерно-паропропашной севооборот для I агрогруппы земель: пар занятый – озимая пшеница – яровой рапс – полба – ячмень – кукуруза на силос – горох – озимая рожь – яровая пшеница.

Хотя длительный цикл усложняет организацию управления и учет питательных веществ, продуманная стратегия ведения хозяйства и регулярный мониторинг агрохимических показателей сводят эти риски к минимуму и обеспечивают высокую экономическую выгоду. Разнообразие культур в севообороте снижает вероятность накопления вредных организмов и болезней, характерных

АГРОНОМИЯ

для отдельных видов растений. Занятый пар (чаще однолетние зернобобовые культуры) – это отличный способ борьбы с сорняками и болезнями, улучшения структуры почвы, источник дополнительного получения продукции. Выбор культуры для занятого пара зависит от состояния плодородия конкретного поля и задач хозяйства. Рапс и кукуруза благодаря своей мощной корневой системе улучшает водопроницаемость и аэрацию почвы, что положительно сказывается на последующих культурах. Полба обладает устойчивостью к неблагоприятным условиям и низким требованиям к почве, что делает её отличным выбором после интенсивных культур, таких как рапс. Также в научной

литературе имеются сведения, что после рапса у полбы отмечается повышенное содержание белка, клейковины и N, P, Fe и Zn в зерне и увеличение урожайности [18].

В таблице 1 представлен валовый сбор зерновых единиц с данного севооборота, исходя из средних урожайностей культур в зоне исследования. Средний сбор с 1 гектара севооборотной площади составил 3,5 тыс. зерн.ед/га. Коэффициенты перевода сельскохозяйственных культур в зерновые единицы были взяты из Приказа Минсельхоза России от 06.07.2017 года №330. В таблице 2 представлены показатели экономической эффективности в наших исследованиях.

Таблица 1 - Продуктивность зерно-паро-пропашного севооборота, т/га

№ поля севооборота	Культуры								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показатель	пар заня-тый	озимая пше-ница	яро-вой рапс	пол ба	яч-мень	кукуруза на силос	го-рох	ози-мая рожь	яр. пше-ница
Средние урожайности, т/га	25	4,5	2,8	2,5	2,7	30	2,5	3,14	3,5
Коэффициент перевода в зерн.ед.	0,14	1	1,36	1	1	0,17	0,99	1	1
Сбор зерновых единиц, т/га	3,5	4,5	3,8	2,5	2,7	5,1	2,5	3,14	3,5

Таблица 2 - Экономические показатели применения минеральных удобрений и биопрепаратов в технологии возделывания полбы Руно (2020-2023 годы)

Фактор А (расчетные дозы NPK)	Фактор В (биопрепараты в предпосевной обработке семян)	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Чистая прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость, тыс. руб./т
Контроль (без удобрений)	Доспех 3 – 0,5 л/т семян (контроль)	1,45	23,9	19,6	4,3	21,9	13,5
	Азотовит - 1 л/т	1,50	24,8	20,0	4,8	24,0	13,3
	Ризоагрин - 1 л/т	1,58	26,1	20,8	5,3	25,5	13,2
	Биостим Старт – 1 л/т	1,64	27,1	21,2	5,9	27,8	12,9
Фон питания на 2,5 т/га зерна (N ₅₉ P ₃₀ K ₄₈)	Доспех 3 – 0,5 л/т семян (контроль)	2,25	37,1	28,6	8,5	29,7	12,7
	Азотовит - 1 л/т	2,35	38,8	29,6	9,2	31,1	12,6
	Ризоагрин - 1 л/т	2,38	39,3	29,9	9,4	31,4	12,6
	Биостим Старт – 1 л/т	2,47	40,8	30,2	10,6	35,1	12,2
Фон питания на 3,0 т/га зерна (N ₇₁ P ₃₆ K ₅₈)	Доспех 3 – 0,5 л/т семян (контроль)	2,64	43,6	31,8	11,8	37,1	12,0
	Азотовит - 1 л/т	2,73	45,0	32,4	12,6	38,9	11,9
	Ризоагрин - 1 л/т	2,78	45,9	32,5	13,4	41,2	11,7
	Биостим Старт – 1 л/т	2,85	47,0	33,0	14,0	42,4	11,6
	НСР _{0,5} А	0,21					
	В	0,18					
	АВ	0,23					

Максимальное увеличение стоимости валовой продукции было отмечено в варианте на 3,0 т/га зерна – 43,6 тыс. руб./га, что выше контроля (без удобрений) на 82,4%. Прибавка стоимости валовой продукции от применения ассоциативных диатрофов (Азотовит и

Ризоагрин) была на уровне 0,9-2,2 тыс. руб./га без удобрений и 1,4-2,3 тыс. руб./га в 3 блоке опытов. Внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений на планируемые урожайности (без применения биопрепаратов в предпосевной подготовке) увеличивает рентабельность

производства зерна полбы с 21,9 до 37,1%. Максимальная рентабельность была достигнута в варианте применения биостимулятора Биостим Старт в дозе 1 л/т семян + минеральные удобрения (на 3,0 т/га зерна) – 42,4%.

Положительный эффект Биостим Старта можно объяснить тем, что биостимуляторы более устойчивы к неблагоприятным метеорологическим условиям и совместимы с химическими средствами защиты растений, в то время как эффективность микробиологических препаратов может сильно снижаться из-за температуры, влажности и наличия конкурентов в почвенном микробиоме.

Выращивание полбы очень выгодно, цены на нее гораздо выше, чем на другие зерновые

культуры. В годы исследований цена реализации полбы не опускалась ниже 15,0 руб./кг., а цена на цельнозерновую крупу в магазинах достигала 50-80 руб./кг.

Выводы. Исследования показали, что совместное применение минеральных удобрений и биопрепаратов в технологии возделывания полбы (двузернянки) значительно повышает экономические показатели. Использование биопрепарата Биостим Старта в дозе 1 л/т в предпосевной обработке семян полбы Руно на фоне минерального питания N71P36K58 обеспечивает наибольшую рентабельность производства – 42,4%. Стоимость валовой продукции увеличивается с 23,9 тыс руб/га в контроле до 43,6 тыс. руб./га.

Литература

1. Сайт геоинформационной системы Республики Татарстан (ГИС АПК МСХиП РТ) <https://lk.agropoliya.ru/analytics/digest/svedeniya-o-seve-yarovih-kultur-i-podkormke-ozimih->
2. Грядулова Н.В., Хмызова Н.Г. Повышение конкурентоспособности селекционных достижений, актуальность и роль экологического сортоиспытания: день поля «Шатилов - 2020» // Зерновые и крупяные культуры. 2020. №3 (35). с. 140-144. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11197>
3. Волюнкина О. В. Выращивание ценной пшеницы сделает зерновую отрасль высокоприбыльной // Зерновое хозяйство. 2002. № 4. С. 6-7.
4. Возрождение пшеницы-двузернянки (полба) как продовольственной культуры в Республике Татарстан / С.В. Петров, И.М. Сержанов, В.Ф. Тимофеев и др. // Главный агроном. 2016. №11.
5. Comparison of some bioactive components of emmer wheat [*Triticum dicoccum* (Schrank) Schübler] cultivars from two different origins grown under the same conditions / Z. Petkova, S. Magdelana, S. Stankov et al. // Food and Health. 2019. 5(3), 160-167. <https://doi.org/10.3153/FH19017>
6. Перспективность полбы как сырья для альтернативных напитков / П.И. Гунькова, А.А. Трофимов, А.С. Бучилина и др. // Аграрная наука. 2024; 382(5): 108–116. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116>
7. Исследование состава и свойств зерна *triticum dicoccum* (schrank) / Е. А. Кузнецова, Д. С. Учасов, Л. В. Шаяпова и др. // Все о мясе. 2020. № 5S. С. 188-190. doi: 10.21323/2071-2499-2020-5S-188-190.
8. Муслимов М.Г. Полба – ценная зерновая культура / М.Г. Муслимов, А.Б. Исмагилов // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3. С.40-42.
9. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибятков [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 4(51). С. 103-108. doi: 10.12737/article_5c3de390ad4cc9.57672413.
10. Кирюшин В.И., Иванов А.Л., Буланова М.В. и др. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
11. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В. И. Кирюшин. – Москва : Издательство КолосС, 2011. 442 с. ISBN 978-5-9532-0779-9.
12. Лукин С.В. Применение геоинформационных систем для агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных земель / С. В. Лукин, И. Г. Костин, Е. С. Малышева // Агрохимический вестник. 2019. № 4. С. 8-13. doi:10.24411/0235-2516-2019-10050.
13. Фоменко П.Н., Ярмоленко А.С. Организация земель и севооборотов с применением ГИС-технологий // Вестник Института экономики и управления Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2012. №2. doi: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-zemel-i-sevooborotov-s-primeneniem-gis-tehnologiy/viewer>
14. Сравнительная оценка реакции различных сортов полбы на внесение расчётных норм минеральных удобрений в лесостепной зоне Среднего Поволжья / А. В. Погодина, И. И. Габбасов, Ф. Н. Сафиоллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18, № 2(70). С. 31-36. doi: 10.12737/2073-0462-2023-31-36.
15. Погодина А.В., Лукманов А.А., Сафиоллин Ф.Н. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на формирование площади листьев, продуктивность фотосинтеза и урожайность полбы // Агрохимический вестник. 2025. №2. С. 3-7
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. 351 с
17. Основные особенности климата последних десятилетий на территории Татарстана / Ю. П. Переведенцев, Б. Г. Шерстюков, Э. П. Наумов [и др.] // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2008. Т. 150, № 4. С. 21-33.
18. Spelt in Diversified and Spelt-Based Crop Rotations: Grain Yield and Technological and Nutritional Quality / M. Wanic.; M. Jastrzebska; M.K. Kostrzevska et al // Agriculture. 2024, 14, 1123. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071123>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторе:

Погодина Анна Владимировна - соискатель, e-mail: pogodanna@ya.ru
Татарский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба», г. Казань, Россия

ORGANIZATION OF THE TERRITORY OF FIELD CROP ROTATIONS SATURATED WITH CEREAL CROPS AND ECONOMICS OF THE USE OF AGROCHEMICALS IN SPELT CULTIVATION

A.V. Pogodina

Abstract. This paper presents the main stages of organizing the territory of field crop rotations taking into account the principles of the agro-landscape approach based on the developed analytical module for the existing database. For the 1st agro-production group of lands (highly fertile, upland lands), an adaptive grain-fallow-row crop rotation is proposed: occupied fallow - winter wheat - spring rape - spelt - barley - corn for silage - peas - winter rye - spring wheat with an average yield from 1 hectare of crop rotation area of 3.5 thousand grain units/ha. Production studies on emmer wheat (spelt) crops were conducted in 2020-2023 in Sabinskiy municipal district in the soil and climatic conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. Grey forest soil pH_{KCl} was close to neutral - 6.2, humus content according to Tyurin - 3.4%. The total area of the experimental plots was 0.5 hectares, the experiments were carried out with three replicates with a systematic placement of options. To compare the experimental options, the least significant difference method was used. Experimental design: Factor A - calculated fertilizer backgrounds: I. Control (without fertilizers); II. N5P30K48 to obtain 2.5 t/ha of grain; III. N71P36K58 - to obtain 3.0 t/ha of grain. Factor B - pre-sowing treatment of seeds with biopreparations: I. Dospekh 3 - 0.5 l/t of seeds (control without treatment); II. Azotovit - 1 l/t of seeds; III. Rizoagrin - 1 l/t of seeds; IV. Biostim Start - 1 l/t of seeds. The maximum profitability of 42.4% was obtained in the variant of using the biopreparation Biostim Start at a dose of 1 l/t of seeds together with the use of mineral fertilizers with the expectation of obtaining 3.0 t/ha of grain against 21.9% in the control.

Key words: cereal crops, crop rotation, state information system technologies, emmer wheat (spelt), biopreparations, agroecological typing.

For citation: Pogodina A.V. Organization of the territory of field crop rotations saturated with cereal crops and economics of the use of agrochemicals in spelt cultivation. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2025; 2(14). 34-39 p.

References

1. Website of the geographic information system of the Republic of Tatarstan (State information system Agro-industrial complex of Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan). Available from: <https://lk.agropoliya.ru/analytics/digest/svedeniya-o-seve-yarovih-kultur-i-podkormke-ozimih>
2. Gryadulova NV, Khmyzova NG. [Increasing the competitiveness of breeding achievements, the relevance and role of environmental variety testing: Field Day "Shatilovo – 2020"]. *Zernovye i krupyanye kul'tury*. 2020. №3(35). s. 140-144 p. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11197>
3. Volynkina OV. [Growing valuable wheat will make the grain industry highly profitable]. *Zernovoe khozyaystvo*. 2002; 4. 6-7 p.
4. Petrov SV, Serzhanov IM, Timofeev VF. [Revival of emmer wheat (spelt) as a food crop in the Republic of Tatarstan]. *Glavnyy agronom*. 2016; 11.
5. Petkova Z, Magdelana S, Stankov S. Comparison of some bioactive components of emmer wheat [*Triticum dicoccum* (Schränk) Schübler] cultivars from two different origins grown under the same conditions. *Food and Health*. 2019; 5 (3). 160-167 p. <https://doi.org/10.3153/FH19017>
6. Gunkova PI, Trofimov AA, Buchilina AS. [Prospects of spelt as a raw material for alternative drinks]. *Agrarnaya nauka*. 2024; 382(5). 108-116 p. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116>
7. Kuznetsova EA, Uchasov DS, Shayapova LV. [Study of the composition and properties of *Triticum dicoccum* (Schränk) grain]. *Vse o myase*. 2020; 5S. 188-190 p. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-188-190>
8. Muslimov MG, Ismagilov AB. [Spelt is a valuable grain crop]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2012; 3. 40-42 p.
9. Shaykhutdinov FSh, Serzhanov IM, Ibyatov RI. [The impact of agricultural techniques on the yield and grain quality of spelt wheat (emmer) in the conditions of Kama Region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; Vol.13. 4(51). 103-108 p. https://10.12737/article_5c3de390ad4cc9.57672413
10. Kiryushin VI, Ivanov AL, Bulanov MV. *Agroekologicheskaya otsenka zemel, proektirovaniye adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologii*. [Agroecological assessment of lands, design of adaptive-landscape farming systems and agricultural technologies]. Moscow: FGUN "Rosinformagrotekh". 2005; 784 p.
11. Kiryushin VI. *Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i proektirovaniye agrolandschaftov*. [Theory of adaptive-landscape farming and design of agricultural landscapes]. Moscow: Izdatelstvo KolosS. 2011; 442 p. ISBN 978-5-9532-0779-9.
12. Lukin SV, Kostin IG, Malysheva ES. [Application of geographic information systems for agroecological monitoring of agricultural lands]. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2019; 4. 8-13 p. <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2019-10050>
13. Fomenko PN, Yarmolenko AS. [Organization of lands and crop rotations using state information system technologies]. *Vestnik Instituta ekonomiki i upravleniya Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. Yaroslava Mudrogo*. 2012; 2. <https://doi.org/https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-zemel-i-sevooborotov-c-primeneniyem-gis-tehnologii/viewer>
14. Pogodina AV, Gabbasov II, Safiollin FN. [Comparative assessment of the response of different varieties of spelt to the application of calculated rates of mineral fertilizers in the forest-steppe zone of Middle Volga region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023; Vol.18. 2(70). 31-36 p. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-31-36>
15. Pogodina AV, Lukmanov AA, Safiollin FN. [Effect of mineral fertilizers and biopreparations on the formation of leaf area, photosynthetic productivity and yield of spelt]. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2025; 2. 3-7 p.
16. Dospekhov BA. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. [Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat. 1985; 351 p.
17. Perevedentsev YuP, Sherstyukov BG, Naumov EP. [The main features of the climate of recent decades on the territory of Tatarstan]. *Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2008; Vol.150. 4. 21-33 p.
18. Wanic M, Jastrzebska M, Kostrzewska MK. Spelt in diversified and spelt-based crop rotations: grain yield and technological and nutritional quality. *Agriculture*. 2024; 14. 1123 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071123>

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

Author:

Pogodina Anna Vladimirovna – applicant, e-mail: pogodanna@ya.ru
Tatar branch of Federal State Budgetary Institution "Agrochemical Service of Russia", Kazan, Russia.