

DOI
УДК 631.452

УПРАВЛЕНИЕ ФАКТОРАМИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Фасхутдинов, М. Ю. Михайлова

Реферат. В статье представлены результаты многолетних исследований в области управления факторами почвенного плодородия северной части лесостепи среднего Поволжья. Сохранение запасов продуктивной влаги и рациональное использование плодородия почвы, а также его воспроизводство остается необходимым условием оптимизации агроландшафтов и повышения продуктивности агроценозов. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур играет немаловажную роль в повышении устойчивости и урожайности культурного ценоза. Предшественники и севооборот остаются одними из важнейших элементов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Несмотря на важность данных элементов, происходит ослабление внимания к внедрению и освоению севооборотов, как в нашей республике, так и в целом по стране. Проведенные исследования в течении 23 лет показали влияние предшественников в севообороте на фосфатный режим серой лесной почвы в условиях Предкамья Республики Татарстан. Так, при размещении ржи после гороха на зерно отмечалось увеличение содержания подвижного фосфора в течении вегетационного периода на среднем фоне внесённых удобрений (планируемый уровень урожайности – 2,5 зерна ц/га). Установлено влияние различных предшественников на поражаемость и развитие наиболее распространенных болезней озимой ржи; Ржавчина бурая, (*Pucciniarecondite Robergeex Desmas. f.sp. secales.*) Обыкновенная корневая гниль, (*Bipolaris sorokiniana Shoemaker.*). Проведенными многолетними исследованиями также было установлено влияние предшественников на урожайность озимой ржи и яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан.

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, продуктивная влага, урожайность, ржавчина бурая, обыкновенная корневая гниль, севооборот, экономическая оценка.

Введение. Воздействие ряда негативных факторов в стране привело к возникновению проблем, таких как снижение содержания гумуса и минерализованного азота, переуплотнения пахотного слоя, увеличение засоренности и поражаемости корневыми гнилями посевов, а также развитие различных видов эрозии. При таких данных, повышение урожайности возделываемых культур возможно только, при расширенном воспроизводстве почвенного плодородия [1, 2, 3].

Правильная организация работы внутрихозяйственной территории с одновременным внедрением системы севооборотов, соблюдение технологи возделывания сельскохозяйственных культур, а также рациональное использование земельных ресурсов помогает решить данные проблемы [4, 5].

Севооборот является фундаментом научно-обоснованной системы земледелия. Все остальные части наиболее эффективны, если они используются в севообороте или системе севооборотов. При этом рентабельность удобрений возрастает на 25-30% [6, 7, 8]. Без севооборота нельзя применять дифференцированную систему обработки почвы, интегрированную защиту растений.

Севообороты в современных условиях залог получения высоких урожаев сельскохозяйственных растений при сохранении плодородия пахотных почв [9, 10].

Сельхозтоваропроизводители в условиях рыночной экономики для получения конкурентоспособной продукции по себестоимости и качеству могут использовать такие приемы для поддержания почвенного плодородия, как использование соломы, выращивание многолетних трав, использование сидеральный

паров, включение в севообороты промежуточных культур и др. [12, 13, 14].

Условия, материалы и методы. Исследования по управлению факторами почвенного плодородия проводились на серых лесных почвах среднесуглинистого механического состава. Серые лесные почвы являются типичными для территории республики и занимают 36,1% от всей площади пашни, в Предкамской зоне они являются преобладающими и составляют 59,8%. Почва экспериментального участка типичная серая лесная, содержание гумуса (по Тюрину) колебалась в пределах 3,35-3,59%, подвижных форм (по Кирсанову) P_2O_5 – 93-156 мг/кг и K_2O – 78-109 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 5,6-5,7, гидролитическая кислотность составляет 5,07 мг. экв. /100г, сумма поглощённых оснований – 26,79 мг. экв. /100г. почвы, степень насыщенности основаниями - 86,39 %. Опыты, проведенные в течение 23 лет (1988-2015 гг.). Исследования проводили на стационарных опытах средномизированным размещением вариантов. Повторность – 3-х кратная, площадь опытных делянок – общая 600 м², учётная - 500 м².

Объектом исследования являлись следующие звенья севооборотов:

- чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница;
- вико-овсяная смесь – озимая рожь – яровая пшеница;
- горох на зерно – озимая рожь – яровая пшеница.

Каждое звено севооборота изучалось на двух фонах минеральных удобрений.

Нормы удобрений определялись расчетно-балансовым методом на

планируемый уровень урожайности – 2,5 (N₆₀P₁₁₅K₆₃) и 3(N₁₁₂P₁₈₅K₁₀₆) т зерна с га. Определение запасов продуктивной влаги осуществлялось термостатно-весовым методом, содержание сахаров рефрактометрическим методом, развитие и распространение болезней по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты и обсуждение. Несмотря на интенсивное потребление питательных веществ, растениями в летний период роста озимой ржи в почве на фоне внесенных удобрений, обнаружилось большое количество подвижного фосфора. При размещении ржи после гороха на зерно наблюдалось несколько повышенное содержание подвижного фосфора за весь вегетационный период (табл.1).

Таблица 1 – Динамика подвижного фосфора в почве под озимой рожью в зависимости от предшественников и фонов удобрений, мг/кг воздушно-сухой почвы, в среднем за 1988-2004 гг.

Предшественники	Кущение		Возобновление вегетации, 0-20 см	Колошение, 0-20 см	Восковая спелость, 0-20 см
	0-10 см	10-20 см			
Средний фон удобрений (N ₆₀ P ₁₁₅ K ₆₃) 2,5 ц зерна с 1 га					
Пар черный	238	217	196	220	250
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	181	167	204	225	240
Горох на зерно	216	209	223	240	252
Повышенный фон удобрений (N ₁₁₂ P ₁₈₅ K ₁₀₆) 3,5 ц зерна с 1 га					
Пар черный	252	241	227	240	252
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	239	220	257	245	243
Горох на зерно	247	231	256	254	255

Внесение расчетных норм удобрений для получения 3 т зерна с 1 га, улучшило динамику подвижного фосфора в почве в фазе кущения озимой ржи на обоих фонах удобрений.

Исследованиями выявлено наименьшее поражение растений озимой ржи корневыми гнилями при посеве ее по черному пару, а наибольшее - по вико-овсяной смеси (табл.2).

Таблица 2 – Влияние предшественников на развитие корневых гнилей в посевах озимой ржи, среднее за 1988-1995 гг.

Предшественники	Всего пораженных растений, %	В том числе поражены, %			Развитие болезни, %
		сильно	средне	слабо	
Пар черный	17	1	6	10	8,2
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	42	5	16	21	22,5
Горох на зерно	38	6	7	25	13,9

При одинаковом распространении бурой ржавчины (100 % на всех трех вариантах опыта) более высокий процент развития болезни наблюдалось при посеве ржи по вико-овсяной смеси (табл. 3).

Предшественник оказал влияние

на развитие и распространение мучнистой росы на озимой ржи. После чистого пара поражаемость растений оказалась минимальной и достигла отметки в 57%, развитие мучнистой росы на этом варианте также было минимальным и составило 4,9%.

Таблица 3 – Пораженность растений озимой ржи в период цветения болезнями в зависимости от предшественников, среднее за 1988-2004 гг.

Предшественники	Ржавчина		Мучнистая роса		Септориоз	
	поражено растений, %	развитие, %	поражено растений %	развитие, %	поражено растений, %	развитие, %
Пар черный	100	3,2	57	4,9	97	11,0
Вико-овсяная смесь на зеле- ную массу	100	5,2	94	6,0	93	15,8
Горох на зерно	100	3,8	94	5,1	94	13,4

Наименьшая поражаемость септориозом была получена для озимой ржи

с предшественником вико-овсяной смеси на зеленый корм - 93%, при этом развитие

АГРОНОМИЯ

септориоза на этом варианте было максимальным-15,8%.

Наблюдения показали, что по сумме сахаров варианты опыта отличались

незначительно: их содержание было хорошим - 22,5-26,3%. Причем на повышенном фоне оно было несколько выше, чем на среднем фоне удобрений (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание сахаров в растениях перед уходом в зиму и сохранность растений ржи, в среднем за 1988-2004 гг.

Предшественники	Содержание сахаров, % на воздушно-сухую массу	Сохранность растений, % к всходам	
		весной	к уборке
Средний фон удобрений (N ₆₀ P ₁₁₅ K ₆₃) на 2,5 т зерна с 1 га			
Пар черный	23,6	82,4	75,6
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	23,2	82,1	70,5
Горох на зерно	22,5	81,0	69,1
Повышенный фон удобрений (N ₁₁₂ P ₁₈₅ K ₁₀₆) на 3 т зерна с 1 га			
Пар черный	26,3	86,4	79,3
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	24,9	84,7	74,1
Горох на зерно	23,7	83,7	71,7

Существенных различий в глубине закладки узла кущения по вариантам опыта не наблюдалось, в среднем - от 2,0 до 2,4 см.

При благоприятных условиях перезимовки озимой ржи больших различий в сохранности в зависимости от предшественников также не наблюдалось, хотя несколько лучше перезимовали растения ржи по черному пару и на повышенном фоне удобрений. К уборке на обоих фонах удобрений сравнительно больше

растений сохранилось по чистому пару - 75,6-79,3%, несколько меньше по вико-овсяной смеси - 70,5-74,1 и еще меньше по гороху на зерно - 71,7-69,1% от числа всходов (табл. 4).

Урожайность озимой ржи во все годы исследований оказалась наиболее высокой по черному пару, несколько ниже - по вико-овсяной смеси и самой низкой - по гороху на зерно (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние предшественников и фона удобрений на урожайность озимой ржи, т/га

Годы	Предшественник (фактор А)						НСР $\frac{A}{05}$	НСР $\frac{B}{05}$	НСР $\frac{A}{05}$	НСР $\frac{B}{05}$
	Средний фон (NPK на 2,5 т зерна с га, фактор В)			Повышенный фон (NPK на 3,0 т зерна с га, фактор В)						
	Пар черный	Вико-овсяная смесь на зеленую массу	Горох на зерно	Пар черный	Вико-овсяная смесь на зеленую массу	Горох на зерно				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1988	3,44	3,29	3,12	3,83	3,68	3,55	2,3	2,14	1,63	1,39
1989	2,42	2,31	2,13	2,92	2,84	2,68	2,9	1,02	2,05	0,35
1990	4,12	3,93	4,06	4,45	4,24	4,33	0,76	2,17	0,54	1,25
1991	2,03	1,79	1,76	2,49	2,00	1,94	1,97	1,36	1,39	0,79
1992	4,08	3,87	3,81	4,29	4,01	3,93	0,24	0,31	0,17	0,18
1993	4,17	3,91	3,85	4,37	4,15	4,02	0,45	0,21	0,32	0,12
1994	4,25	3,94	3,91	4,48	4,21	4,13	0,25	0,20	0,18	0,11
1995	3,05	2,89	2,91	3,28	3,09	3,00	0,11	0,14	0,08	0,08
1996	4,50	4,15	4,19	4,64	4,43	4,38	0,09	0,12	0,06	0,07
1997	4,80	4,63	4,55	4,92	4,75	4,59	0,08	0,16	0,05	0,09
1998	2,89	1,80	1,55	2,98	1,82	1,67	0,13	0,13	0,09	0,08
1999	2,05	1,92	1,80	2,15	1,98	1,82	0,13	0,16	0,09	0,09
2000	4,21	4,01	3,92	4,47	4,15	4,07	0,10	0,12	0,07	0,07
2001	4,48	4,20	4,14	4,63	4,47	4,20	0,13	0,07	0,09	0,04
2002	4,40	4,17	4,03	4,55	4,36	4,13	0,10	0,08	0,07	0,05
2003	4,33	4,12	3,96	4,49	4,28	4,06	0,09	0,10	0,07	0,06
2004	4,05	3,92	3,90	4,16	4,03	3,96	0,14	0,09	0,10	0,05
Среднее	3,71	3,49	3,18	3,94	3,67	3,32				

Особенно четко преимущество черного пара проявлялось в засушливые годы. Так, в 1998 году по черному пару на повышенном фоне (NPK на 3,0 т зерна) намолочено с гектара 2,98 тонн зерна ржи, тогда как по вико-овсяной смеси – 1,82, а по гороху только 1,67 тонн.

Поэтому в зоне неустойчивого увлажнения и в годы с острым недостатком влаги по многолетним травам и по гороху на зерно надо размещать не озимые, а яровые зерновые культуры. Таким образом, отсутствие чистого пара в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения пагубно отражается на озимых хлебах и порождает резко выраженную неустойчивость зернового баланса.

Таблица 6 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от звеньев севооборота и фонов удобрений, т/га

Годы	Средний фон (NPK на 2,5 т зерна с га) фактор В			Повышенный фон (NPK на 3,0 т зерна с га) фактор В			НСР ₀₅ 1 по- рядка	НСР ₀₅ 2 по- рядка	НСР ₀₅ для пред- шестве- нника	НСР ₀₅ для фона
	Пар чи- стый- ози- мая рожь	Вико- овся- ная смесь на зе- лёный корм- озимая рожь	Го- рох на зерно – ози- мая рожь	Пар чи- стый- ози- мая рожь	Вико- овся- ная смесь на зе- лёный корм- озимая рожь	Го- рох на зерно – ози- мая рожь				
1989	1,69	1,69	1,67	1,85	1,80	1,80	0,05	0,13	0,04	0,07
1990	3,80	3,64	3,76	4,08	3,88	3,71	0,15	0,13	0,11	0,07
1991	1,74	1,63	1,60	2,0	1,98	1,97	0,08	0,10	0,05	0,06
1992	3,46	3,28	3,21	3,66	3,41	3,39	0,11	0,10	0,08	0,06
1993	3,51	3,36	3,33	3,69	3,38	3,36	0,12	0,06	0,08	0,04
1994	4,46	4,27	4,19	4,59	4,36	4,25	0,04	0,07	0,03	0,04
1995	3,20	3,12	3,10	3,35	3,21	3,18	0,09	0,08	0,06	0,04
1996	3,73	3,58	3,49	3,85	3,70	3,64	0,11	0,06	0,08	0,03
1997	4,28	4,12	4,07	4,65	4,42	4,29	0,13	0,06	0,09	0,04
1998	2,24	2,06	1,97	2,30	2,23	2,07	0,14	0,06	0,10	0,03
1999	2,10	2,03	1,89	2,19	2,09	1,94	0,10	0,11	0,07	0,06
2000	3,26	3,12	3,0	3,43	3,35	3,29	0,06	0,07	0,04	0,04
2001	4,31	4,17	4,05	4,40	4,28	4,19	0,13	0,09	0,09	0,05
2002	4,27	4,12	3,98	4,44	4,35	4,29	0,05	0,08	0,4	0,05
2003	3,99	3,85	3,79	4,06	3,89	3,81	0,09	0,13	0,06	0,07
2004	4,05	3,82	3,76	4,40	4,29	4,17	0,22	0,12	0,15	0,07

Расчеты энергетической эффективности, что наибольший коэффициент превращения энергии на обоих фонах удобрений отмечено по предшественнику вико-овсяная смесь на зеленый корм-1,89-1,91 (табл. 7).

Выводы. Урожайность озимой ржи во все годы исследований оказалась наиболее высокой по черному пару, несколько ниже - по вико-овсяной смеси и самой низкой - по гороху на зерно.

Однако следует подчеркнуть, что, урожайность озимой ржи по занятым парам не уступает урожайности по чистому пару в годы

Наиболее полно влияние чистого пара в сравнении с другими предшественниками озимых можно оценить только при учете общей продуктивности севооборотов за всю ротацию или хотя бы паровых звеньев.

В среднем за 16 лет запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом яровой пшеницы в звене с чистым паром были на 10-15 мм больше, чем в звене с другими предшественниками озимой ржи.

Урожайность яровой пшеницы более высокой оказалась в звене с чистым паром. Разница в урожае яровой пшеницы в звеньях с вико-овсяной смесью и горохом на зерно в отдельные годы оказалась незначительной – в пределах ошибки опыта (табл. 6).

с оптимальным увлажнением.

Урожайность яровой пшеницы более высокой оказалась в звене с чистым паром.

Разница в урожае яровой пшеницы в звеньях с вико-овсяной смесью и горохом на зерно в отдельные годы оказалась незначительной – в пределах ошибки опыта

Лучшую энергетическую эффективность показали севообороты с занятыми парами, и, особенно если в парах была использована вико-овсяная смесь.

При этом достигнуты наибольшие коэффициенты превращения энергии (1,89-1,91) на обоих фонах питания.

АГРОНОМИЯ

Таблица 7 – Энергетическая эффективность возделывания озимой ржи в зависимости от предшественников и фонов удобрений (в среднем за 1988-2004 гг., по ценам 2004 года)

Предшественники	Собрано энергии с урожаем ГДж/га	Затраты энергии на выход продукции, ГДж/га	Совокупная чистая энергия, ГДж/га	Коэффициент превращения энергии (КПЭ)
N₆₀P₁₁₅K₆₃				
Черный пар	62,18	33,55	28,63	1,85
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	58,49	30,63	27,86	1,91
Горох на зерно	53,30	28,14	27,21	1,89
N₁₁₂P₁₈₅K₁₀₆				
Черный пар	63,53	34,75	28,78	1,82
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	59,81	31,6	28,21	1,89
Горох на зерно	55,13	29,65	25,48	1,85

Литература

1. Оптимальные способы посева кормосмесей на рассчитанных фонах минерального питания в почвенно-климатических условиях лесостепи / Р.И. Сафин, М.Ф. Амиров, С.Р. Сулейманов, М.Ю. Гилязов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. №4 (51). 2019. С.72-76.
2. Влияние приемов агротехники на урожай и количество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Г.И. Ибяттов, Р.И. Гараев, А.А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. №4 (51). 2018. С.103-109.
3. Миникаев Р. В., Сержанов И. М., Фатыхов Д. А. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков Северной части лесостепи Поволжья // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях, Чебоксары, 16 ноября 2020 года. Том Часть 1. Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2020. С. 220-230.
4. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах среднего Поволжья / Р.В. Миникаев, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.Г. Манюкова [и др.]. Казань : Казанский ГАУ, 2021. 400 с.
5. Кураченко Н. Л., Колесников А. С., Романов В. Н. Влияние обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственных наук. 2018. 48(1). С.44-50.
6. Миникаев Р. В., Шайхутдинов Ф. Ш., Сайфиева Г. С., Манюкова И. Г. Минимализация основной обработки в севообороте на серой лесной почве Предкамья Республики Татарстан // В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 140-146.
7. Зеленев А. В., Семиченко Е. В. Биологизация земледелия – основа повышения содержания элементов питания в почве и урожайности зерновых культур // Научно-агрономический журнал. 2019. № 1(104). С. 10-14
8. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / М.Ф. Амиров, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, В.В. Аксакова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 5-9.
9. Михайлова М. Ю., Миникаев Р. В. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных доз минеральных удобрений // Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 12-14.
10. Сабирова Р. М., Шакиров Р. М. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы на основе биологизации земледелия // В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 204-211.
11. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 133-140.
12. Особенности влияния биологических препаратов на продуктивность и устойчивость к стрессам ярового ячменя / Р.И. Сафин, Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, Р.В. Назаров // В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 219-226.

Сведения об авторах:

Миникаев Рогать Вагизович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: ragat@mail.ru
 Фасхутдинов Фаннур Шаукатович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: dit-to1961t@mail.ru

Михайлова Марина Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: marisha.m.u@mail.ru
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

MANAGEMENT OF SOIL FERTILITY FACTORS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

R. V. Minikaev, F. S. Faskhutdinov, M. Y. Mikhailova

Abstract. The article presents the results of long-term research in the field of management of soil fertility factors in the northern part of the forest-steppe of the Middle Volga region. The preservation of productive moisture reserves and the rational use of soil fertility, as well as its reproduction, remains a necessary condition for optimizing agricultural landscapes and increasing the productivity of agrocenoses. Improving the technology of cultivation of agricultural crops plays an important role in increasing the sustainability and yield of cultural cenosis. Precursors and crop rotation remain one of the most important elements in crop cultivation technologies. Despite the importance of these elements, there is a weakening of attention to the introduction and development of crop rotations, both in our republic and in the whole country. The studies conducted over 23 years have shown the influence of precursors in crop rotation on the phosphate regime of gray forest soil in the conditions of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan. Thus, when placing rye after peas on grain, there was an increase in the content of mobile phosphorus during the growing season against the average background of fertilizers applied (the planned yield level is 2.5 grains/ha). The influence of various precursors on the incidence and development of the most common diseases of winter rye has been established; *Pucciniarecondite Robergeex Desmas. f.sp. secales*, *Bipolarisrookiniana Shoemaker*. Conducted long-term studies have also established the influence of precursors on the yield of winter rye and spring wheat in the conditions of gray forest soils of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan.

Key words. Resource-saving technologies, addition density, productive moisture, yield, crop rotation, economic assessment.

References

1. Optimal methods of sowing fodder mixtures on the calculated backgrounds of mineral nutrition in the soil-climatic conditions of the forest-steppe / R.I. Safin, M.F. Amirov, S.R. Suleimanov, M.Yu. Gilyazov // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. No. 4 (51). 2019. P.72-76.
2. Influence of agricultural techniques on the yield and grain quantity of spelled wheat (dvuzernyanka) in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan / F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, G.I. Ibyatov, R.I. Garaev, A.A. Valiev // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. No. 4 (51). 2018. P.103-109.
3. Minikaev R. V., Serzhanov I. M., Fatykhov D. A. Optimization of the soil tillage system under conditions of agroclimatic risks in the northern part of the Volga forest-steppe. practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of the Honored Scientist of the Russian Federation, Chuvash ASSR, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Alexander Ivanovich Kuznetsov (1930-2015). In 2 parts, Cheboksary, November 16, 2020. Volume Part 1. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2020. S. 220-230.
4. Improvement of the soil tillage system in the agrolandscapes of the middle Volga region / R.V. Minikaev, F.Sh. Shaikhutdinov, I.G. Manyukova [i dr.]. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. 400 p.
5. Kurachenko N. L., Kolesnikov A. S., Romanov V. N. Influence of tillage on the agrophysical state of chernozem and productivity of spring wheat // *Siberian Bulletin of Agricultural Sciences*. 2018.48(1). pp.44-50.
6. Minikaev R. V., Shaikhutdinov F. Sh., Sayfjeva G. S., Manyukova I. G. Minimization of the main tillage in crop rotation on the gray forest soil of the Fore-Kama region of the Republic of Tatarstan // In the collection: *Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific works of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region*. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019, pp. 140-146.
7. Zelenev A. V., Semichenko E. V. Biologization of agriculture - the basis for increasing the content of nutrients in the soil and the yield of grain crops // *Scientific and agronomic journal*. 2019. No. 1(104). pp. 10-14
8. Agrobiological bases for the formation of a high-quality grain crop of spring wheat species in the forest-steppe of the Middle Volga region / M.F. Amirov, F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, A.R. Serzhanova, V.V. Aksakov // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2019. Vol. 14. No. S4-1 (55). pp. 5-9.
9. Mikhailova M. Yu., Minikaev R. V. Dynamics of macrolelements in gray forest soil under corn crops for green mass in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan with the introduction of increased doses of mineral fertilizers // *Fertility*. 2020. No. 3 (114). pp. 12-14.
10. Sabirova R. M., Shakirov R. M. Resource-saving technologies for the cultivation of winter wheat based on the biologization of agriculture // In the collection: *Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific works of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region*. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019. S. 204-211.
11. Gilyazov M. Yu. The role of fertilizers in improving the sustainability of crop production // *Global Challenges for Food Security: Risks and Opportunities. Scientific works of the international scientific-practical conference*. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021, pp. 133-140.
12. Features of the influence of biological preparations on the productivity and stress resistance of spring barley / R.I. Safin, L.Z. Karimova, L.S. Nizhegorodtseva, R.V. Nazarov // In the collection: *Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific works of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region*. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019, pp. 219-226.

Authors:

Minikaev Rogat Vagizovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: ragat@mail.ru
Faskhutdinov Fannur Shaukatovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: ditto1961t@mail.ru
Mikhailova Marina Yurievna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: marisha.m.u@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.