

Научная статья

УДК 633.1: 631.45

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-53-57

**ВЛИЯНИЕ ПЛОДОСМЕНА НА УРОЖАЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
И ПЛОДОРОДИЕ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Рогать Вагизович Миникаев^{1✉}, Фарит Шарипович Шайхутдинов², Миннегали Юсупович Гилязов³,
Игорь Михайлович Сержанов⁴, Марат Фуатович Амиров⁵**^{1, 2, 3, 4, 5} Казанский государственный аграрный университет, Республика Татарстан, Россия¹ ragat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0860-2642>² faritshay@kazgau.com, <https://orcid.org/0009-0006-1423-4846>³ agro-pochvo@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1077-8311>⁴ igor.serzhanov@kazan.com, <https://orcid.org/0000-0003-1758-0622>⁵ m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

Резюме. В ООО «Саба» Сабинского муниципального района Республики Татарстан с 2016 года ведутся опыты с севооборотами и монокультурами. Цель исследования – оценка влияния чередования культур и повторных посевов на уровень урожаев и плодородия почвы. Почва где проводились опыты с севооборотами – светло-серая лесная с содержанием гумуса по Тюрину 2,14-2,26%, P_2O_5 – 100-104 мг/кг, K_2O – 110-114 мг/кг почвы (по Кирсанову), pH_{сол} 5,2-5,4. В севообороте изучались чередования: 1) одних зерновых злаковых культур сплошного посева (ячмень, рожь, яровая пшеница); 2) злаковых и бобового растения (горох); 3) злаковых и пропашной культуры (кукуруза на силос); 4) тех же культур с чистым паром; 5) злаковых и пропашной культуры с чистым паром и многолетними травами. Параллельно исследовались бессменный пар, монокультуры озимой ржи, яровой пшеницы, гороха, ячменя, кукурузы и люцерны. Опыты велись без удобрений и на фоне системы удобрений, состоящей из 40 т. навоза, вносимого один раз в четыре года, и $N_{60}P_{70}K_{60}$ в остальные годы. Средний урожай четырех зерновых культур (озимой ржи, яровой пшеницы, гороха и ячменя) в результате бессменного возделывания в течение семи лет снизился на удобренном фоне на 0,52 т/га, а без удобрений – на 0,39 т/га по сравнению с урожаями этих культур в севооборотах. В сумме за 6 лет наибольшее количество зерна собрано в паре-зерновом севообороте (12,40 т/га), на втором месте – зернобобово-паровой (10,88 т/га) и на третьем – зернобобовый (10,56 т/га). Включение в севооборот кукурузы обеспечило более высокие сборы (20, 27, 20, 91 и 22, 57 т/га) кормовых единиц с гектара как на удобренном, на неудобренном фоне – 11, 66, 23, 35 и 14, 45 т (вар. 3, 4, 6). Самый низкий выход кормовых единиц получен в зерновом севообороте (вар. 1) – 7,94-13,28 т/га.

Ключевые слова: севооборот, зерновые культуры, чередование растений, урожай, монокультура, чистый пар

Для цитирования: Миникаев Р. В., Шайхутдинов Ф. Ш., Гилязов М. Ю., Сержанов И. М., Амиров М. Ф. Влияние плодосмена на урожай сельскохозяйственных культур и плодородие светло-серой лесной почвы Республики Татарстан // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 4. С. 53-57. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-53-57

Original article

**THE EFFECT OF FRUIT EXCHANGE ON CROP YIELDS AND THE FERTILITY
OF LIGHT GRAY FOREST SOIL IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN****Rogat V. Minikaev^{1✉}, Farit Sh. Shaykhutdinov², Minnegali Yu. Gilyazov³, Igor M. Serganov⁴, Marat F. Amirov⁵**^{1, 2, 3, 4, 5}Kazan State Agrarian University, Republic of Tatarstan, Russia¹ ragat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0860-2642>² faritshay@kazgau.com, <https://orcid.org/0009-0006-1423-4846>³ agro-pochvo@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1077-8311>⁴ igor.serzhanov@kazan.com, <https://orcid.org/0000-0003-1758-0622>⁵ m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

Abstract. Saba LLC of the Sabinsky Municipal District of the Republic of Tatarstan has been conducting experiments with crop rotations and monocultures since 2016. The purpose of the study is to assess the impact of crop rotation and repeated sowing on the level of yields and soil fertility. The soil where experiments with crop rotations were conducted is light gray forest with a humus content of 2.14-2.26% according to Tyurin, P_2O_5 – 100-104 mg/kg, K_2O – 110-114 mg/kg soil (according to Kirsanov), pH 5.2 - 5.4. Alternations were studied in crop rotation: 1) some grain crops of continuous sowing (barley, rye, spring wheat); 2) cereals and legumes (peas); 3) cereals and row crops (corn for silage); 4) the same crops with pure steam; 5) cereals and row crops with pure steam and perennial grasses. In parallel, permanent steam, monocultures of winter rye, spring wheat, peas, barley, corn and alfalfa were studied. The experiments were conducted without fertilizers and against the background of a fertilizer system consisting of 40 tons of manure applied once every four years, and $N_{60}P_{70}K_{60}$ in the remaining years. The average yield of four grain crops (winter rye, spring wheat, peas and barley) as a result of continuous cultivation for seven years decreased by 0.52 t on a fertilized background, and by 0.39 t/ha without fertilizers compared to the yields of these crops in crop rotations. In total, over 6 years, the largest amount of grain was harvested in the steam-grain crop rotation (12.40 tons), in second place – leguminous-steam (10.88 tons) and in third – leguminous (10.56 tons). The inclusion of corn in the crop rotation provided higher harvests (20, 27, 20, 91 and 22.57 tons) of fodder units per hectare on both fertilized and non-fertilized backgrounds – 11, 66, 23, 35 and 14.45 tons (var. 3, 4, 6). The lowest yield of fodder units obtained in the grain crop rotation (var. 1) – 7.94-13.28 t/ha.

Keywords: crop rotation, crops, alternation of plants, harvest, monoculture, pure steam

For citation: Minikaev, R. V., Shaikhutdinov, F. Sh., Gilyazov, M. Yu., Serganov, I. M. & Amirov, M. F. (2025). The effect of fruit exchange on crop yields and the fertility of light gray forest soil in the Republic of Tatarstan. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozhajstvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 4, 53-57 (In Russian). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-53-57

Среди зерновых посевов наибольший удельный вес занимает одна из наиболее ценных продовольственных культур – яровая пшеница. Отсутствие хороших предшественников и недостаточный уровень агротехники в значительной степени сказывается на величине урожая яровой пшеницы и качестве зерна [1, 2, 3].

Чередование одних зерновых колосовых культур ведет к одностороннему использованию питательных веществ, а отсюда к более резкому снижению урожая. При этом результаты опытов показывают, что чем больше севооборот насыщен зерновыми культурами, тем выше эффективность вносимых удобрений. Так, прибавка урожая зерна от внесения одних и тех же доз удобрений в зерновом и зернобобовом севооборотах составила 0,6-0,56 т/га в севооборотах с включением пропашной культуры и черного пара – 0,42-0,38 т/га и при чередовании зерновых, черного пара, кукурузы и многолетних трав – 0,13 т/га в год [4, 5, 6].

Включение в севооборот пропашной культуры (кукурузы) обеспечило повышение урожая трех последующих культур (пшеницы, ячменя и ржи) по удобренному фону на 0,65 т/га и на фоне без удобрений – 0,53 т/га [7, 8, 9].

На сравнительно окультуренной светло-серой лесной почве, как по урожайности, так и по ряду важнейших качественных показателей лучшим предшественником ячменя оказалась кукуруза, хорошими предшественниками – картофель и бобовые культуры (чина, горох). По зернобобовым культурам ячмень, хотя и содержит несколько меньшее количество экстрактивных веществ (на 0,62% по сравнению с пропашными), но благодаря высокому урожаю ячменя после этих культур, сбор экстрактивных веществ с единицы площади получается высоким. Худшими предшественниками ячменя оказались зерновые культуры – яровая пшеница и, прежде всего, сам ячмень [10, 11, 12, 20].

Более высокая обеспеченность влагой и питательными веществами по чистому пару и картофелю способствовала увеличению полноты всходов, лучшей перезимовки и соответственно получению более высоких урожаев озимой пшеницы по этим предшественникам [13, 14, 15, 21].

Бессменное возделывание сельскохозяйственных культур ведет к всевозрастающему снижению урожая. На девятый год снижение сбора зерна гороха составило 0,7-0,8 т/га, ячменя – 0,35-0,37, яровой пшеницы – 0,47-0,66 и озимой ржи на неудобренном фоне – 1,31. Средний урожай четырех зерновых культур (озимая рожь, яровая пшеница, горох и ячмень) снизился на удобренном фоне на 0,31 т/га и без удобрений на 0,55 т/га [16, 17, 18].

Цель исследований: оценить влияние чередования культур и повторных посевов на уровень урожая и плодородия почвы.

Материалы и методы исследований. Почва где проводились опыты с севооборотами – светло-серая лесная с содержанием гумуса по Тюрину 2,14-2,26%, P_2O_5 – 100-104 мг/кг, K_2O – 110-114 мг/кг почвы (по Кирсанову), $pH_{\text{сол}}$ 5,2-5,4.

В севообороте изучались чередования:

- 1) одних зерновых злаковых культур сплошного посева (ячмень – рожь, яровая пшеница – ячмень – рожь – яровая пшеница);
- 2) злаковых и бобового растения (горох – рожь – яровая пшеница – ячмень – горох – рожь);
- 3) злаковых и пропашной культуры (ячмень – рожь – кукуруза – яровая пшеница – ячмень – рожь);
- 4) занятый пар, злаковые и пропашная культура (горох – рожь – кукуруза – яровая пшеница – ячмень – горох);
- 5) злаковых и пропашной культуры с чистым паром (чистый пар – рожь – яровая пшеница – горох – рожь – ячмень);
- 6) тех же культур с чистым паром и пропашной культуры (чистый пар – рожь – кукуруза – яровая пшеница – горох – рожь);
- 7) злаковых с чистым паром и многолетними травами (чистый пар – рожь – яровая пшеница – люцерна – люцерна 1 г.п. – люцерна 2 г.п. – яровая пшеница);
- 8) злаковых с чистым паром (чистый пар – рожь – яровая пшеница – ячмень – чистый пар – рожь).

Параллельно исследовались бессменный пар, монокультуры озимой ржи, яровой пшеницы, гороха, ячменя, кукурузы и люцерны. Опыты велись без удобрений и на фоне системы удобрений, состоящей из 40 т навоза, вносимого один раз в четыре года, и $N_{60}P_{70}K_{60}$ в остальные годы.

Севообороты заложены во времени, закладок – две, повторность трёхкратная. Общая площадь делянок 118 м², учетная – 108 м².

Технология обработки почвы и ухода за посевами – общепринятая по системе земледелия Республики Татарстан [19].

В годы проведения исследований погодные условия складывались неодинаково. Действие предшественников и удобрений зависело от количества и сроков выпадения осадков, а также температурного режима. Самыми неблагоприятными по метеорологическим условиям во время вегетации для формирования урожая особенно зерновых культур были 2016 и 2021 годы, где ГТК за вегетацию составил лишь 0,27-0,44.

Относительно благоприятными для роста и развития, изучаемых в севооборотах культур были 2017, 2018, 2019, 2020 и 2022 годы и расчеты гидротермического коэффициента (ГТК) показали, что он колебался в пределах 0,8-1,37.

Результаты исследований. Исследования показали, что различные по биологическим свойствам растения в неодинаковой степени иссушали почву за период вегетации. Например, осенью в слое 0-100 см в пару содержалось продуктивной влаги 224 мм (среднее за 7 лет), а под люцерной, использующей воду до конца вегетационного периода, было только 136,5 мм. Под озимой рожью содержание влаги весной и поздней осенью оказалось меньше, чем под другими культурами. После гороха влажность почвы была несколько выше, чем после яровых колосовых культур, что объясняется более ранним сроком уборки этой культуры и меньшим испарением влаги почвой вследствие затенения ее листовой поверхностью гороха.

Изучение пищевого режима почвы показало, что наибольшее количество нитратного азота накапливается в систематически обрабатываемом чистом пару. На втором месте в ранние фазы развития в этом отношении находится кукуруза, на посевах которой проведено за лето несколько обработок. Интенсивный нитрификационный процесс под чистым паром и кукурузой можно объяснить тем, что многократные рыхления почвы создают лучший водно-воздушный режим для размножения аэробных бактерий, которые в свою очередь разлагают гумус до нитратов.

В севообороте положительное последствие пара по содержанию нитратов наблюдалось в течение 3-4 лет. Так, перед посевом четвертой культуры в зерновом севообороте их содержалось 53,4, в зернобобовом – 53,6, а в зернобобово-паровом – 61,4 мг на 1 кг почвы. Рожь значительно лучше была обеспечена нитратным азотом при посеве по чистому пару, чем после гороха и ячменя.

Характерных изменений по содержанию почвы доступного фосфора под разными севооборотами не произошло. Однако следует заметить, что фосфор почвы более интенсивно используется при чередовании культур в севооборотах, чем в бесменных посевах. Если количество P_2O_5 на монокультурах без удобрений в 2021 году составило 93-68 мг на 1000 г абсолютно сухой почвы, то в севооборотах только 53-61,5 мг. На фоне системы удобрений соответственно 116-150 и 78-64 мг/кг.

Экономное расходование влаги и более интенсивное использование питательных веществ способствовали получению в севооборотах более высоких урожаев (табл. 1).

Таблица 1

Влияние севооборотов на урожай сельскохозяйственных культур в среднем за 2021-2022 гг. (т/га)

Культуры	Удобрённый фон			Без удобрений		
	в севообороте	бесменно	прибавка	в севообороте	бесменно	прибавка
Озимая рожь	2,57	1,81	0,76	1,57	0,97	0,60
Яровая пшеница	1,87	1,21	0,66	1,39	1,0	0,39
Горох	1,66	1,35	0,31	1,35	1,05	0,30
Ячмень	1,76	1,42	0,34	1,44	1,17	0,27
Средний	1,97	1,45	0,52	1,44	1,05	0,39
НСР05	0,22	0,19		0,23	0,11	

Данные таблицы 1 показывают, что средний урожай четырех зерновых культур (озимой ржи, яровой пшеницы, гороха и ячменя) в результате бесменного возделывания в течение семи лет снизился на удобренном фоне на 0,52 т, а без удобрений – на 0,39 т/га по сравнению с урожаями этих культур в севооборотах.

Урожаи отдельных сельскохозяйственных культур и продуктивность того или другого севооборота в целом во многом зависят от рационального чередования растений. В таблице 2 приводится суммарный выход зерна и кормовых единиц с гектара пашни в изучаемых севооборотах.

Таблица 2

Валовой выход продукции за 6 лет в севооборотах (среднее по двум закладкам)

Вариант	Чередование культур	Фон удобренный			Без удобрений		
		сумма урожаев зерна за 6 лет (за вычетом семян парозанимающих культур), т.	валовой выход продукции (основной и побочной) в т. к. ед. за 6 лет	в % к зерновому севообороту	сумма урожаев зерна за 6 лет (за вычетом семян парозанимающих культур), т.	валовой выход продукции (основной и побочной) в т. к. ед. за 6 лет	в % к зерновому севообороту
1	ячмень-рожь-пшеница-ячмень-рожь-пшеница	8,54	13,28	100,0	4,84	7,94	100,0
2	горох-рожь-пшеница-ячмень-горох-рожь	10,56	16,48	124,1	6,08	9,37	123,3
3	ячмень-рожь-кукуруза-пшеница-ячмень-рожь	8,78	20,27	152,6	4,73	11,66	150,7
4	горох-рожь-кукуруза-пшеница-ячмень-горох	9,32	20,91	157,4	6,14	13,85	184,4
5	пар-рожь-пшеница-горох-рожь-ячмень	10,88	16,60	124,9	6,98	10,75	142,1
6	пар-рожь-кукуруза-пшеница-горох-рожь	9,67	22,57	169,9	5,71	14,45	192,6
7	пар-рожь-пшеница-люцерна-люцер. 1 г.п.-люцер. 2 г.п.-пшеница	7,40	17,07	128,6	4,74	9,45	128,9
8	пар-рожь-пшеница-ячмень-пар-рожь	12,40	18,49	139,3	7,75	11,57	157,7

Данные таблицы 2 показывают, что в сумме за 6 лет наибольшее количество зерна собрано в паро-зерновом севообороте (12,40 т), на втором месте – зернобобово-паровой (10,88 т) и на третьем – зернобобовый (10,56 т).

Включение в севооборот кукурузы обеспечило более высокие сборы кормовых единиц с гектара как на удобренном, так и на неудобренном фонах (вар. 3, 4, 6).

Заключение.

В условиях Предкамской зоны Республики Татарстан на светло-серой лесной почве более высокие сборы зерна в сумме за 6 лет получены в севооборотах с чистым паром (вариант 8 – 12,4 т/га и вариант 5 – 10,88 т/га на удобренном фоне и на фоне без удобрений – 7,75 и 6,98 т/га соответственно). По валовому выходу кормовых единиц на обоих фонах питания лучшими оказались севообороты с включением кукурузы и гороха (вариант 6 – 22,57 и 14,45 т/га).

Средний урожай четырех зерновых культур (озимой ржи, яровой пшеницы, гороха и ячменя) в результате бесменного возделывания в течение семи лет снизился на удобренном фоне на 0,51 т/га, а без удобрений – на 0,39 т/га по сравнению с урожаями этих культур в севооборотах.

Наилучший пищевой режим почвы был отмечен в чистом пару и под пропашной культурой – кукурузой.

Чистый пар и горох в севообороте заметно улучшают водный режим почвы.

Список источников

1. Сержанов И. М. Шайхутдинов Ф. Ш. Яровая пшеница в северной части лесостепи Поволжья : монография. Казань, 2013. 234 с.
2. Таланов И. П., Ахметзянов И. Р. Продуктивность полевых культур в системе обработки почвы при биологизации севооборотов // Плодородие. №3(114). 2020. С. 47-52. DOI: [10.25680/S19948603.2020.114.15](https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.15) EDN: FIHNZU
3. Амиров М. Ф., Семенов П. Г., Новоселов С. И. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сортов пшеницы полбы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. 2023. №4 (8). С. 12-17. DOI: [10.12737/2782-490X-2024-12-17](https://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-12-17) EDN: OLASLA
4. Миникаев Р. В., Шайхутдинов Ф. Ш., Манюкова И. Г., Мухутдинова Г. С., Фатихов Д. А., Климова Л. Р. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах Среднего Поволжья : монография. Казань : Казанский ГАУ, 2021. 400 с.
5. Корчагин В. А. Применение чистых паров для стабилизации производства зерна и интенсификации использования пашни // Интенсификация использования паровых полей в Среднем Заволжье. 1992. С. 3-24. EDN: YKEWHR
6. Курдюков Ю. Ф., Левицкая Н. Г., Лощина Л. П., Шубитидзе Г. В., Васильева М. Ю. Зависимость урожая яровой пшеницы от вида севооборота и метеорологических условий // Земледелие. 2014. №1. С. 41-43. EDN: MNXEVV
7. Тютюнов С. И., Соловченко В. Д., Логвинов И. В., Самыкин В. Н. Плодосменный севооборот-основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в условиях биологизации земледелия Белгородской области // Плодородие. 2014. № 1 (76). С. 28-30. EDN: RUYBYX
8. Лошаков В. Г. Воспроизводство плодородия почвы в зерновом севообороте // Владимирский землевладелец. 2013. №3 (65). С. 25-27. EDN: RCLARR
9. Лапина В. В., Смолин Н. В., Жемчужина Н. С. Роль предшественников в снижении поражаемости яровой пшеницы корневыми гнилями // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. №1(21). С. 29-33. EDN: OLDCCI
10. Крутских Л. П., Луценко Р. Н. Продуктивность зернопропашного севооборота и плодородие чернозема под влиянием удобрений // Земледелие. 2013. №6. С. 11-12. EDN: RFLAFB
11. Дудкин В. М., Акименко А. С., Дудкин И. В., Логачев Ю. Б. Севооборот и удобрение – основные факторы управления формированием урожая // Земледелие. 2002. № 1. С. 25-26. EDN: WAVGHN
12. Дудкин И. В., Дудкина Т. А. Засоренность посевов ячменя в различных севооборотах // Земледелие. 2010. №6. С. 31-33. EDN: MVLXBB
13. Дудкин И. В., Шмат З. М. Системы обработки почвы и сорняки // Защита и карантин растений. 2010. №8. С. 28-30. EDN: MSXOUR
14. Миникаев Р. В., Фатихов Д. А. Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. №S4-1(55). С. 74-79. DOI: [10.12737/2073-0462-2020-74-79](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-74-79) EDN: VTEVYU
15. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации и биологизации земледелия // Вестник Казанского ГАУ. 2019. №4 (55). С.10-14. DOI: [10.12737/2073-0462-2020-10-14](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-10-14) EDN: NTALFC
16. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П. Продуктивность зерноотравного севооборота в зависимости от заделки навоза, соломы и промежуточного сидерата // Вестник Казанского ГАУ. 2019. №4 (56). С.10-14. DOI: [10.12737/2073-0462-2020-11-15](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-11-15) EDN: EUQXSW
17. Абрашитов Р. Х. Особенности формирования оптимальных агрофитоценозов яровой пшеницы в степной зоне Южного // Вестник РАСХН. 2003.
18. Воробьев С. А., Залялов Ф. К. Результаты исследований севооборотов и бесменных культур в условиях центральных районов Нечерноземной зоны. Отчет о результатах научных исследований по проблеме: разработка научных основ севооборотов в интенсивном земледелии. М., 1970. 74 с.
19. Блохин В. И. Яровой ячмень // Настольная книга земледельца. Казань, 2007. С. 91-103.
20. Валиев А. Р., Габдрахманов И. Х., Сафин Р. И., Зиганшин Б. Г. Система земледелия Республики Татарстан. 2014. EDN: GQOYHV
21. Brankatsch G., Finkbeiner M. Modeling crop rotation in agricultural LCAs – challenges and potential solutions. Agricultural Systems. 2015. (138):66-76. DOI: [10.1016/j.agsy.2015.05.008](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.05.008)
22. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.-R., Hammelehe A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. Front Plant Sci. 2017. (8):284. DOI: [10.3389/fpls.2017.00284](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284)

References

1. Serzhanov, I. M. & Shaikhutdinov, F. S. (2013). Spring wheat in the northern part of the Volga forest steppe: a monograph. Kazan. (In Russian).
2. Talanov, I. P. & Akhmetzyanov, I. R. (2020). Productivity of field crops in the tillage system during crop rotation biologization. *Fertility*. 3(114). 47-52. (In Russian). DOI: [10.25680/S19948603.2020.114.15](https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.15) EDN: FIHNZU

3. Amirov, M. F., Semenov, P. G. & Novoselov, S. I. (2023). The effect of foliar top dressing on the yield and grain quality of spelt wheat varieties in the conditions of the Amur region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnology and digital agriculture*. 4 (8). 12-17. (In Russian). DOI: [10.12737/2782-490X-2024-12-17](https://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-12-17) EDN: [OLASLA](#)
4. Minikaev, R. V., Shaikhutdinov, F. Sh., Manyukova, I. G., Mukhutdinova, G. S., Fatikhov, D. A., & Klimova, L. R. (2021). Improving the Soil Tillage System in the Agro-Landscapes of the Middle Volga Region. (In Russian).
5. Korchagin, V. A. (1992). The use of pure fallow for stabilizing grain production and intensifying the use of arable land. In *Intensification of the use of fallow fields in the Middle Volga region* (pp. 3-24). (In Russian). EDN: [YKEWHR](#)
6. Kurdyukov, Yu. F., Levitskaya, N. G., Loshchinina, L. P., Shubitidze, G. V., & Vasilyeva, M. Yu. (2014). Dependence of spring wheat yield on crop rotation type and meteorological conditions. *Agriculture*, (1), 41-43. (In Russian). EDN: [MNXEVV](#)
7. Tyutyunov, S. I., Solovichenko, V. D., Logvinov, I. V., & Samykin, V. N. (2014). Fruit-changing crop rotation is the main factor in preserving and increasing soil fertility in the conditions of biologization of agriculture in the Belgorod region. *Fertility*, (1 (76)), 28-30. (In Russian). EDN: [RUYBYX](#)
8. Loshakov, V. G. (2013). Reproduction of soil fertility in grain crop rotation. *Vladimirsky zemledelets*, (3 (65)), 25-27. (In Russian). EDN: [RCLARR](#)
9. Lapina, V. V., Smolin, N. V., & Zhemchuzhina, N. S. (2013). The Role of Predecessors in Reducing the Prevalence of Root Rot in Spring Wheat. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (1 (21)), 29-33. (In Russian). EDN: [OLDXXI](#)
10. Krutskikh, L. P., & Lutsenko, R. N. (2013). Productivity of grain-fallow crop rotation and fertility of chernozem under the influence of fertilizers. *Agriculture*, (6), 11-12. (In Russian). EDN: [RFLAFB](#)
11. Dudkin, V. M., Akimenko, A. S., Dudkin, I. V., & Logachev, Yu. B. (2002). Crop rotation and fertilizer as the main factors in managing crop formation. *Agriculture*, (1), 25-26. (In Russian). EDN: [WAVGHN](#)
12. Dudkin, I. V., & Dudkina, T. A. (2010). Weediness of barley crops in various crop rotations. *Agriculture*, (6), 31-33. (In Russian). EDN: [MVLXBB](#)
13. Dudkin, I. V., & Shmat, Z. M. (2010). Soil cultivation systems and weeds. *Plant Protection and Quarantine*, (8), 28-30. (In Russian). EDN: [MSXOUR](#)
14. Minikaev, R. V., & Fatikhov, D. A. (2019). The importance of predecessors in the conditions of grain production intensification in the Republic of Tatarstan. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*, 14(S4-1), 74-79. (In Russian). DOI: [10.12737/2073-0462-2020-74-79](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-74-79) EDN: [VTEVYU](#)
15. Akhmetzyanov, M. R., & Talanov, I. P. (2019). The effectiveness of field crop rotations at different levels of agricultural intensification and biologization. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*, 14(S4-1), 10-14. (In Russian). DOI: [10.12737/2073-0462-2020-10-14](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-10-14) EDN: [NTALFC](#)
16. Akhmetzyanov, M. R., & Talanov, I. P. (2019). The effectiveness of field crop rotations at different levels of agricultural intensification and biologization. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*, 14(S4-1), 10-14. (In Russian). DOI: [10.12737/2073-0462-2020-11-15](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-11-15) EDN: [EUQXSW](#)
17. Abdrashitov, R. H. (2003). Features of the formation of optimal spring wheat agroecosystems in the steppe zone of the Southern Urals. (In Russian).
18. Vorobyov, S. A. & Zalyalov, F. K. (1970). Results of research on crop rotations and permanent crops in the conditions of the central regions of the Non-Chernozem zone. *Report on the results of scientific research on the problem: development of the scientific foundations of crop rotations in intensive agriculture*. (In Russian).
19. Blokhin, V. I. (2007). Spring barley. *The table book of the farmer*. (In Russian).
20. Valiev, A. R., Gabdrakhmanov, I. Kh., Safin, R. I., & Ziganshin, B. G. (2014). The Farming System of the Republic of Tatarstan. (In Russian). EDN: [GQOYHV](#)
21. Brankak, G. & Shinkbeiner, M. (2015). Personnel management in agriculture – problems and prospects of development. *Agricultural systems*. (138):66-76. DOI: [10.1016/j.agsy.2015.05.008](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.05.008)
22. Hirte, J., Leifeld, J., Abiven, S., Oberholzer, H.-R., Hammelele, A. & Mayer, J. (2017). Overestimation of biomass of root crops in field experiments due to foreign organic matter. *Journal of Front Plant Sci*. (8):284. DOI: [10.3389/fpls.2017.00284](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284)

Информация об авторах:

Р. В. Миникаев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;
 Ф. Ш. Шайхутдинов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 М. Ю. Гилязов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 И. М. Сержанов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;
 М. Ф. Амиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

R. V. Minikaev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor;
 F. Sh. Shaikhutdinov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 M. Yu. Gilyazov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 I. M. Serganov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor;
 M. F. Amirov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The contribution of the authors: the authors contributed to this article. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 22.06.2025; одобрена после рецензирования 3.10.2025; принята к публикации 15.10.2025.
 The article was submitted 22.06.2025; approved after reviewing 3.10.2025; accepted for publication 15.10.2025.