

Batyrshina E.R., Karpukhin M.Yu. Methodological approaches to evaluating the effectiveness of projects in agriculture // Modern trends in the development of educational technologies in an agricultural university. 2021. pp. 26-28.

Grigoriev A. O. Unmanned aerial vehicles in different countries // Promising technologies and innovations in agriculture in the context of digitalization. Materials of the II International Scientific and Practical Conference. Cheboksary, 2023. pp. 578 – 580.

Gusev A.S., Skvortsov E.A. Application of precision farming technologies in the Sverdlovsk region // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. 2020. No. 4 (63).

Zolkin A. L., Matvienko E. V., Osorgin Yu. V. Digital monitoring of agroecosystems based on space and unmanned technologies as the basis of organic farming. Moscow, 2023. 66 p.

Kataev M. Yu., Pasko O. A., Katashov E. Yu. Analysis of practical possibilities of using unmanned aerial vehicles in agriculture // Bulletin of KrasGAU. 2023. No. 1 (190). pp. 54-62.

Агрономия и растениеводство

УДК 631.582:631.559:631.8

Т. В. Павленкова

Уральский государственный аграрный университет

(г. Екатеринбург, Российская Федерация)

П. А. Постников

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр

Уральского отделения Российской академии наук

(г. Екатеринбург, Российская Федерация)

ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТА И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Изучено влияние системы удобрений и севооборота на формирование урожая яровой пшеницы сорта Екатерина в длительном полевом стационарном опыте в условиях Среднего Урала. Выявлено влияние предшественников и фонов питания с элементами биологизации на продуктивность яровой пшеницы. Определены элементы технологии, позволяющие оптимизировать показатели почвенного плодородия, повысить урожайность яровой пшеницы в севооборотах.

Ключевые слова: *темно-серая лесная почва, севооборот, яровая пшеница, предшественник, фон питания, минеральные удобрения, сидерат, структура урожая, урожайность*

Татьяна Викторовна Павленкова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства и селекции, Уральский государственный аграрный университет. 620075,

Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail: pavlenkova_tatyana2@mail.ru

Павел Афанасьевич Постников – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук. 620061, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112а. E-mail: postnikov.ural@mail.ru.

The Influence of Crop Rotation and Fertilizers on the Yield of Spring Wheat

The influence of fertilizer systems and crop rotation on the yield formation of spring wheat variety Yekaterina has been studied in a long-term field stationary experiment under the conditions of the Middle Ural region. The effects of preceding crops and nutrient backgrounds with elements of biologization on the productivity of spring wheat have been revealed. Key elements of technology have been identified to optimize soil fertility indicators and increase the yield of spring wheat in crop rotations.

Keywords: dark gray forest soil, crop rotation, spring wheat, precursor, nutrition background, mineral fertilizers, siderate, crop structure, yield.

Tatyana Pavlenkova – Candidate of Agricultural Sciences Associate Professor of the Department of Plant Growing and Breeding, Ural State Agrarian University. 620075, Russian Federation, Yekaterinburg, Karla Libkhneta str., 42. E-mail: pavlenkova_tatyana2@mail.ru

Pavel Postnikov – Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the Department of Agriculture and Feed Production, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 620061, Russian Federation, Yekaterinburg, Belinskogo str, 112a. E-mail: postnikov.ural@mail.ru.

Для цитирования

Павленкова Т. В., Постников П. А. Влияние севооборота и удобрений на урожайность яровой пшеницы // Аграрное образование и наука. 2024. № 1.

Постановка проблемы

Производство зерна является одной из основных задач сельского хозяйства [Жученко 2008: 214]. Нарастание объёмов производства зерна яровой пшеницы определяет необходимость совершенствования отдельных технологических операций по её возделыванию. Научно-обоснованный выбор предшественника очень важен для получения высокого урожая яровой пшеницы и продуктивности севооборота в целом [Морозов, Тойгильдин, Шаронова 2009: 45-48]. Важным направлением сохранения плодородия почвы и получения стабильных урожаев в условиях ограниченного ресурсного обеспечения сельского хозяйства является применение эколого-биологических факторов [Лобков 2017: 55-59; Лошаков 2015: 300; Лощинина 2017: 140; Семинченко 2018: 89-94; Козлова, Попов, Носкова 2020: 295-304]. В связи с этим целью исследований было выявить влияние предшественников и фонов питания с элементами биологизации на продуктивность яровой пшеницы в севооборотах.

Методология и методы исследования

Исследования проводились в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Почва опытного участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая; содержание гумуса (по Тюрину) – 4,84-5,07 %, суммы поглощенных оснований (по Каппену) – 29,7-32,5 мг.-экв./100 г почвы, рН солевой вытяжки (по методу ЦИНАО) – 5,06-5,11, легкогидролизуемого азота (по Корнфильду) – 207-231 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 180-185 мг/кг почвы и обменного калий (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 101-104 мг/кг почвы.

Опыт двухфакторный, был заложен методом расщепленных делянок:

А – севооборот:

1. Зернопаротравяной – чистый пар – озимая рожь – ячмень + травы – клевер 1 г.п. – **пшеница**;

2. Зернопаросидеральный: сидеральный пар – **пшеница** – овес – горох – ячмень;

В – фоны питания:

1. Контроль;

2. Минеральный фон – N30P30K30 (в среднем на 1 га севооборотной площади);

3. Органо-минеральный – N24P24K24 + сидераты, солома.

Опыт на местности располагался в три яруса, повторность трехкратная. Общая площадь делянки 156 м² (3,90х40), субделянки – 78 м². Делянки без удобрений размещены отдельным блоком.

Вегетационный период 2022 г. для сельскохозяйственных культур характеризовался в первой половине умеренными температурами воздуха с избыточным количеством осадков, во второй половине – жаркая погода с острым дефицитом почвенной влаги.

В опыте высевали яровую пшеницу сорта Екатерина. Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для зоны Урала. Для уменьшения развития корневых гнилей семена пшеницы перед посевом протравливали фунгицидом Тебу 60 в дозе 0,4 л/т. Фоны с удобрениями накладывались поперек вариантов с полями севооборотов. Минеральные удобрения были внесены с учетом их выноса урожаем предшествующей культуры и потребности яровых зерновых в основных элементах питания. Под пшеницу в севооборотах вносили сложные удобрения в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ д.в./га.

При изучении органо-минерального фона в первом севообороте навоз вносился в чистом пару в дозе 50 т/га. Во втором севообороте, кроме рапса в сидеральном пару, проводилась заделка в почву соломы ячменя и гороха.

С одной тонной навоза, согласно химическому анализу, суммарно поступило азота, фосфора и калия 9,4 кг, при заделке рапса в паровом поле – 10,8-13,2. При заделке соломы гороха в почву в сумме NPK накапливается около 32,8 кг, при внесении побочной продукции ячменя – 32,9. Уборка проводилась комбайном "Vector" с пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность. Скашивание зеленой массы кормовых культур проводилось косилкой (триммер) с взвешиванием на весах.

Результаты исследований

Структурно-агрегатный состав почвы является важнейшей характеристикой, которая во многом определяет водно-физические свойства, процессы минерализации органического вещества в пахотном слое в течение вегетационного периода.

Наблюдения показали, что в 2022 г. из-за засушливых условий во второй половине лета отмечено иссушение пахотного слоя темно-серой почвы. В результате под культурами, независимо от вида севооборота отмечено увеличение глыбистой фракции (агрегаты размером выше 10 мм), особенно на неудобренном фоне питания. При просеивании сухой почвы через сита размером от 10 до 0,25 мм доля крупной фракции в контроле составила 38 % в зернопаросидеральном севообороте и 36,2% под культурами зернопаротравяного севооборота (рисунок 1).

	Зернопаротравяной	
	МФ	ОМФ
Б/У		

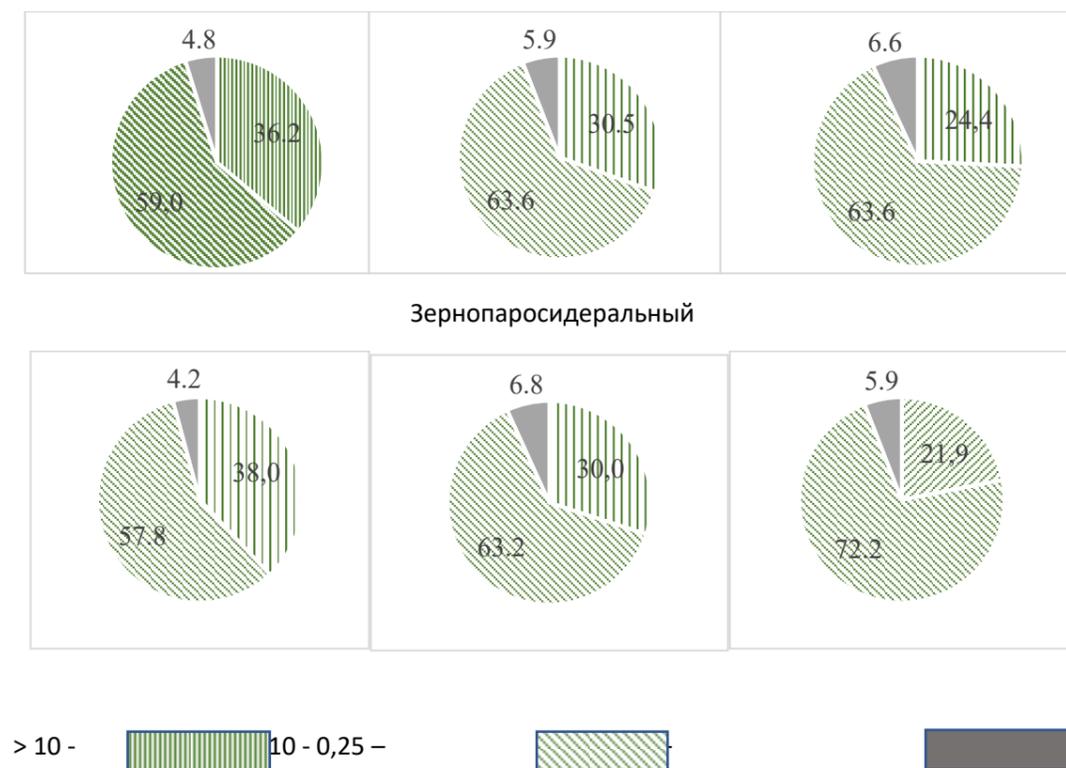


Рисунок 1 – Структурно-агрегатный состав почвы в зависимости от вида севооборота и фона питания, % (2022 г.)

Применение минеральных и органических удобрений способствовало снижению доли макроагрегатов на 11,8-16,1 % по отношению к естественному фону плодородия, наибольшая разница выявлена под культурами зернопаросидерального севооборота.

Наиболее агрономически ценной фракцией считаются агрегаты почвы размером 10-0,25 мм. Увеличение поступления растительных остатков на удобренных фонах питания способствовало повышению доли комковато-зернистой структуры почвы по отношению к фону без удобрений, наибольшая разница между данными исследуемыми вариантами выявлена в севообороте с сидеральным паром. В текущем году из-за более ослабленной минерализации органического вещества не выявлено преимущества

органоминерального фона по сравнению минеральным фоном питания на зернопаротравяном севообороте.

Почвенная засуха заметно повлияла на увеличение доли пылеватой фракции (агрегаты размером менее 0,25 мм). В зависимости от фона питания и вида севооборота она была в пределах от 4,2 до 6,6 %. В целом можно отметить, что в текущем году наибольшее распыление почвы выявлено на удобренных фонах питания. По отношению к контролю данный показатель в зависимости от вида севооборота и фона питания возрос на 1,8-2,6 %.

Плотность почвы (или объемная масса) важный показатель плодородия почв, во многом определяет водный и воздушный режимы в пахотном слое. Отбор почвенных проб в период посева показал, что в контрольном варианте плотность сложения почвы была выше (таблица 1). В текущем году органоминеральная система удобрения в изучаемых севооборотах имела преимущество перед естественным фоном плодородия. Объемная масса пахотного слоя в весенний период в данном варианте, была ниже на 0,04-0,09 г/см³, наибольшая разница выявлена в зернопаросидеральном севообороте при заправке сидерата и заделке соломы 2 раза за ротацию.

Таблица 1 – Изменение плотности почвы в пахотном слое в зависимости от вида севооборота и фона питания, г/см³ (2022 г.)

Севооборот	Фон питания	Период		Отклонения к весеннему периоду, + –
		весна	после уборки зерновых культур	
Зернопаротравяной	1	1,17	1,37	0,20
	2	1,09	1,16	0,07
	3	1,13	1,17	0,04
Зернопаросидеральный	1	1,15	1,28	0,13
	2	1,12	1,18	0,06
	3	1,06	1,16	0,10

Примечание – 1. Без удобрений; 2. Минеральный фон; 3. Органо-минеральный фон. Аналогично в последующих таблицах.

Резкий дефицит осадков в июле существенно повлиял на плотность почвы в слое 0-20 см, особенно на фоне без удобрений. Сложение почвы

после уборки зерновых культур в контроле было на уровне 1,28-1,37 г/см³, что выше по отношению к весне на 0,16-0,20 г/см³. Наибольшее уплотнение почвы выявлено в верхнем слое (0-10 см). При систематическом внесении минеральных и органических удобрений за счет поступления большего количества растительных остатков в предыдущие годы, уплотнение пахотного слоя в среднем по севооборотам составило всего 0,08-0,09 г/ см³. Несмотря на сложившиеся условия в этом году, сложение почвы в слое 0-20 см на минеральном и органоминеральном фонах питания не превышало 1,16-1,18 г/см³, т.е. оно находилось в интервале оптимальных значений для темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы (1,15-1,20 г/см³).

Величина урожая во многом зависит от слагаемых показателей структуры урожая.

В связи с благоприятными погодными условиями и влажной погодой в период май-июнь 2022 года яровая пшеница показала хорошие всходы и развитие растений. Наилучшая всхожесть пшеницы была в зернопаросидеральном севообороте на органо-минеральном фоне питания и в зернопаротравяном севообороте – на минеральном фоне питания. Выживаемость растений показала хорошие результаты в зернопаротравяном севообороте на органо-минеральном фоне питания, и в зернопаросидеральном – соответственно на минеральном фоне.

Анализируя структуру урожая яровой пшеницы, можно сказать, что количество зерен в одном колосе варьировало от 25,6 до 31,3 штук (таблица 2). Наилучший результат был в зернопаросидеральном севообороте на минеральном фоне питания. Масса 1000 зерен была приблизительно одинаковой в исследуемых севооборотах и составила 33,0-35,4 грамм.

Количество продуктивных стеблей дало максимальный результат по минеральному фону питания в обоих севооборотах – 496 шт. на 1 м²

Таблица 2 – Структура урожая яровой пшеницы, 2022 г.

Севооборот	Фон питания	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	Длина колоса, см	Кол-во зерен в колосе, шт.	Вес зерна в 1 колосе, гр.	Масса 1000 зерен, гр.	Масса зерна 1м ² , гр.
Зернопаротравяной	1	458	6,0	25,6	0,86	33,5	309
	2	496	6,3	28,0	0,96	34,3	394
	3	456	6,1	26,7	0,88	33,0	430
Зернопаросидеральный	1	390	5,8	25,6	0,86	33,4	282
	2	496	7,4	31,1	1,10	35,4	468
	3	472	6,7	30,8	1,01	32,8	412

Урожайность сельскохозяйственных культур как критерий, определяющий эффективность агротехнических мероприятий, зависит от почвенно-климатических условий, обеспеченности почвы влагой и элементами питания, применения удобрений и размещение культуры в севообороте.

Удовлетворительные запасы почвенной влаги в пахотном слое и умеренные температуры воздуха в первой половине вегетации растений способствовали повышению продуктивной кустистости яровых зерновых культур. Несмотря на резкий дефицит осадков в период налива, зерновые сформировали достаточно высокий урожай зерна.

Из всех высеваемых яровых зерновых культур пшеница в большей степени пострадала от недостатка влаги в июле. В изучаемых севооборотах в контроле урожайность пшеницы варьировала на уровне 2,68-2,72 т/га, наибольший сбор зерна выявлен при размещении ее по клеверу (таблица 3). Применение минеральных и органических удобрений обеспечило дополнительный сбор зерна в пределах от 0,5 до 1,9 т/га, максимальный

прирост урожая отмечен в зернопаросидеральном севообороте на минеральном фоне питания

Таблица 3 - Урожайность культур в севооборотах, т/га (2022 г.)

Севооборот	№ поля	Культура	Фон питания		
			без удобрений	минеральный	органоминеральный
Зернопаротравяной	1	Чистый пар	-	-	-
	2	Озимая рожь	4,24	5,75	5,22
	3	Ячмень + клевер	3,54	6,48	6,25
	4	Клевер 1 г.п., 1 укос	13,0	13,1	13,5
		2 укос	2,22	5,00	4,33
5	Пшеница	2,72	3,72	3,77	
Зернопаросидеральный	1	Сидеральный пар	10,4	14,8	14,7
	2	Пшеница	2,68	4,58	3,89
	3	Овес	3,16	5,20	5,01
	4	Горох	2,45	2,95	2,96
	5	Ячмень	3,39	5,20	5,56

Обсуждения и выводы

В 2022 г. из-за засушливых условий во второй половине лета отмечено иссушение пахотного слоя темно-серой почвы. В результате под культурами, независимо от вида севооборота отмечено увеличение глыбистой фракции (агрегаты размером выше 10 мм), особенно на удобренном фоне питания. Применение минеральных и органических удобрений способствовало снижению доли макроагрегатов на 11,8-16,1 % по отношению к естественному фону плодородия. Увеличение поступления растительных остатков на удобренных фонах питания способствовало повышению доли комковато-зернистой структуры почвы (агрегаты размером 10-0,25 мм) по отношению к фону без удобрений.

Из всех высеваемых яровых зерновых культур пшеница в большей степени пострадала от недостатка влаги в июле. В изучаемых севооборотах в контроле урожайность пшеницы варьировала на уровне 2,68-2,72 т/га, наибольший сбор зерна выявлен при размещении ее по клеверу. Применение

минеральных и органических удобрений обеспечило дополнительный сбор зерна в пределах от 0,5 до 1,9 т/га, максимальный прирост урожая отмечен в зернопаросидеральном севообороте на минеральном фоне питания. При применении удобрений сбор зерна в среднем за ротацию увеличился на 0,81-1,56 т/га. Независимо от вида севооборота, прослеживается тенденция повышения средней урожайности на минеральном фоне питания по отношению к органоминеральному, разница между ними варьировала в пределах 0,12-0,24 т/га.

Список литературы

Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. М.: Изд-во Агрорус, 2008. Т.1. 814 с.

Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н. Севооборот как главный фактор адаптивно-ландшафтного использования земель // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2020. № 6. С. 295 – 304.

Лобков В.Т. Опыт Орловской области в разработке и практической реализации биологизированных систем земледелия // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 2 (22). С. 55-59.

Лошаков В.Г. Зеленые удобрения в земледелии России (к 150-летию со дня рождения Д.Н. Прянишникова). М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

Лощина А.Э. Сравнительная оценка агротехнологий разной интенсивности и урожайность полевых культур в условиях Верхневолжья: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.01. Иваново, 2017. 140 с.

Морозов В.И., Тойгильдин А. Л., Шаронова Е. М. Урожайность яровой пшеницы и качества зерна при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья // Вестник Ижевской ГСХА. 2009. № 1. С. 45 – 48.

Семинченко Е.В. Баланс гумуса, элементов питания и продуктивность биологизированных севооборотов // Пермский аграрный вестник. 2018. № 2 (22). С. 89-94.

References

Zhuchenko A.A. Adaptive crop production (ecological and genetic foundations) theory and practice. Moscow: Publishing house Agrorus, 2008. Vol.1. 814 p.

Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N. Crop rotation as the main factor of adaptive landscape land use // Bulletin of the Mari State University. The series "Agricultural sciences. Economic Sciences". 2020. No. 6. pp. 295 – 304.

Lobkov V.T. The experience of the Orel region in the development and practical implementation of biologized farming systems // Legumes and cereals. 2017. No. 2 (22). pp. 55-59.

Loshakov V.G. Green fertilizers in agriculture in Russia (to the 150th anniversary of the birth of D.N. Pryanishnikov). Moscow: VNIIA Publishing House, 2015. 300 p.

Loshinina A.E. Comparative assessment of agrotechnologies of different intensity and yield of field crops in the conditions of the Upper Volga region: dis. Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.01. Ivanovo, 2017. 140 p.

Morozov V.I., Toigildin A. L., Sharonova E. M. Yield of spring wheat and grain quality in the biologization of crop rotations of the Volga forest-steppe // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2009. No. 1. pp. 45-48.

Seminchenko E.V. Balance of humus, nutrition elements and productivity of biologized crop rotations // Perm Agrarian Bulletin. 2018. No. 2 (22). pp. 89-94.

Агронмия и растениеводство

УДК 634.1.054

Татарчук А. П.

Уральский государственный аграрный университет

(г. Екатеринбург)

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ МАЛИНЫ В ТОННЕЛЯХ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Выращивание малины в защищенном грунте позволяет производителям поставлять на рынок ягоды высочайшего качества по высоким ценам до и после массового поступления продукции. Несмотря на более сложную технологию по сравнению с открытым грунтом, затраты окупаются за счет более высокого урожая и лучшего качества ягод. В работе подробно описаны оптимальные условия выращивания в пленочных тоннелях, выбор контейнеров и субстратов и проблемы с решениями, связанные с вредителями и болезнями в условиях защищенного грунта.

Ключевые слова: малина, тоннель, контейнеры

Анна Петровна Татарчук – преподаватель кафедры овощеводства и плодородства им проф. Н. Ф. Коняева Уральского государственного аграрного университета. 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, 42. E-mail: brassica@inbox.ru.

Features of Raspberry Cultivation in Tunnels in the Altai Territory

The cultivation of raspberries in protected. Growing raspberries in protected areas allows growers to supply the market with the highest quality