

УДК: 6314 : 631.58(470.56)

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ЮЖНЫХ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

© 2025 В.Ю. Скороходов, Н.А. Максюттов, Н.А. Зенкова, Е.Н. Скороходова

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, Россия

Статья поступила в редакцию 23.05.2025

Исследования выполнялись в богарных условиях на многолетнем полевом стационаре в Центральной зоне Оренбургской области (координаты: 51.775125° с.ш. 55.306547° в.д.) с 1990 по 2024 годы. Цель исследования - определить влияние севооборотов с разным набором полевых культур и пара, при длительном применении минеральных удобрений и без них на стабилизацию почвенного плодородия, продуктивность севооборотной площади в различные ротационные периоды на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья. Почвы опытного участка – чернозёмы южные карбонатные среднесиловые тяжелосуглинистые, с содержанием гумуса в слое 0-30 см 3,3-4,0% (по И.В. Тюрину). Объектом исследования является почва в шестипольных севооборотах с различным набором культур и пара, а также продуктивность полевых культур в севооборотах и по периодам их ротации. Во всех изучаемых вариантах отмечается снижение содержания качественных показателей (гумуса) почвенного плодородия от первой к шестой ротации. Потери гумуса на удобренном фоне составили 1,48%, на фоне без использования минеральных удобрений – 1,56%. В варианте севооборотов с сидеральным паром наибольшее значение содержания гумуса в почве на удобренном фоне 3,82%, на неудобренном 3,79%. Установлено положительное влияние сидеральных культур в стабилизации почвенного плодородия и повышении продуктивности полевых культур в севооборотах.

Ключевые слова: плодородие почвы, гумус, севооборот, предшественник, минеральные удобрения, ротация севооборота, почвозащитный пар.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-2-36-41

EDN: JYZRLT

ВВЕДЕНИЕ

В сельскохозяйственном производстве основным ресурсом является почва и в этой связи аграрии уделяют особое внимание почвенному плодородию [1,2]. При эксплуатации почв в сельском хозяйстве отмечаются существенные изменения в их характеристиках с сохранением генетических особенностей [3,4]. В результате интенсивного использования пашни с ограниченным применением органоминеральных удобрений и сокращения возделывания многолетних бобовых трав и сидерации происходит снижение массовой доли органического вещества в почве [5,6,7]. Применение минеральных удобрений длительное время может способствовать ухудшению свойств почвы, а именно подкисления почвенного раствора путём вытеснения ионов водорода и алюминия из поглощающего комплекса и физиологической кислотностью ряда удобрений [8,9,10]. Небольшое подкисление минеральными удобрениями чернозёмных почв (имеющих нейтральную и близкую к ней реакцию почвенной среды) положительно, в виду повышения подвижности многих соединений [11,12]. Деградационные изменения почвы при влиянии антропогенной нагрузки приводят к снижению плодородия и недобору сельскохозяйственной продукции [13,14,15].

Цель исследования: определить влияние севооборотов с разным набором полевых культур и пара, при длительном применении минеральных удобрений и без них на стабилизацию почвенного плодородия, продуктивность севооборотной площади в различные ротационные периоды на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Местом проведения научных исследований является центральная зона Оренбургской области (координаты опыта: 51.775125° с.ш. 55.306547° в.д.). Исследования выполнялись на многолетнем полевом стационаре с 1990 по 2024 годы. Опыт включён в реестр Географической сети опытов с удобрениями и другими агротехническими средствами (аттестат длительного опыта № 172). Почва на

Скороходов В.Ю.

Максюттов Н.А.

Зенкова Н.А.

Скороходова Е.Н.

опытном участке относится к чернозёмам южным карбонатным среднесуглинистым, с содержанием гумуса в слое 0–30 см 3,2–4,0% (по И.В. Тюрину). Содержание P_2O_5 до 25 кг, K_2O до 380 мг на 1 кг почвы (по Б.П. Мачигину), кислотность почвы (рН) 7,0–8,0. Объектом исследования является почва в шестипольных севооборотах с различным набором культур и пара и в поле бесменного пара, а также продуктивность полевых культур в севооборотах по периодам их ротации.

Схема опыта:

1.

 -

 -

 -

 -

 -

 ;
2.

 -

 -

 -

 -

 -

 ;
3.

 -

 -

 -

 -

 -

 ;
4.

 -

 -

 -

 -

 -

 ;
5.

 -

 -

 -

 -

 -

 ;

Примечание к схеме опыта: п.ч. – пар чёрный, п.ч. – пар почвозащитный, п.с. – пар сидеральный, о.р. – озимая рожь, т.в. – твёрдая пшеница, к. – кукуруза на силос, м.п. – мягкая пшеница, я – ячмень

Размер делянок составил 3,6 x 90 м, из них 3,6 x 30 м удобренный ($N_{40}P_{80}K_{40}$) минеральными удобрениями фон и 3,6 x 60 м неудобренный ($N_0P_0K_0$) фон. Опыты закладывались (согласно методике Б.А. Доспехова) в четырёх повторениях. За годы исследований прослеживается всё многообразие погодных условий, но в большем количестве составляют периоды с нестабильным и недостаточным увлажнением вегетационного периода. Вегетационные периоды по засушливости в годы исследований: 1) ГТК = 1,0–1,3 слабая засушливость (1994, 2000), 2) ГТК = 0,7–1,0 умеренная засушливость (1990, 1997, 2023, 2006–2008, 2013, 2022), 3) ГТК = 0,4–0,7 очень сильная засуха (1992, 1993, 1999, 2004, 2005, 2009, 2011, 2012, 2014–2017, 2019, 2023, 2024), 4) ГТК < 0,4 условия пустыни (1991, 1995, 1996, 1998, 2001, 2002, 2010, 2018, 2020, 2021). Учёт урожайности зерновых культур проводился комбайном САМПО-500 (Финляндия) по всем делянкам, на четырёх повторениях опыта. Кормовые культуры на зелёную массу учитывались вручную методом накладывания металлических рамок размером 1 м² на четырёх повторениях опыта, и урожайность пересчитывалась на гектар.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди факторов, эффективно влияющих на почвенное плодородие (содержание питательных веществ и гумуса) значимое место отводится севообороту. Правильно подобранное чередование культур и системы удобрений регулируется количеством и качеством растительных остатков культур обеспечивающих баланс органического вещества в почве.

В таблице 1 представлены данные содержания гумуса в паровых полях по ротациям шестипольных севооборотов с различными видами паров и набором культур, а также в бесменном пару (контрольный вариант).

Во всех севооборотах и контрольном варианте бесменного чёрного пара отмечается снижение содержания качественных показателей (гумуса) почвенного плодородия от первой к шестой ротации. На примере бесменного пара прослеживается степень деградации почвы, связанная с биологической эрозией. При закладке полевого опыта в начальный период первой ротации севооборотов содержание гумуса в почве составило 4,98% на удобренном фоне и 4,86% на неудобренном. По прошествии шести ротаций севооборотов, в варианте бесменного пара показатель содержания гумуса в почве составил на удобренном фоне 3,50%, на неудобренном 3,30% (это самые низкие показатели). В виду отсутствия растительности в поле бесменного чёрного пара поступления органики

Таблица 1. Содержание гумуса в паровых полях по ротациям шестипольных севооборотов (в слое почвы 0-30 см), %

Вид пара	Фон питания (фактор В)	Период ротации севооборотов, годы					
		I 1990- 1994	II 1995- 2000	III 2001- 2006	IV 2007- 2012	V 2013- 2017	VI 2019- 2024
Чёрный под озимые	с.м.у.	5,11	4,89	4,41	5,13	5,00	3,58
	б.м.у.	4,75	4,52	4,14	4,98	4,97	3,44
Чёрный под твёрдую пшеницу	с.м.у.	4,88	4,76	4,42	5,04	4,84	3,41
	б.м.у.	4,81	4,49	4,19	4,95	5,00	3,44
Занятый (почвозащитный)	с.м.у.	5,28	4,86	4,84	5,13	5,54	3,74
	б.м.у.	5,28	4,72	4,28	5,07	5,00	3,70
Занятый (сидеральный)	с.м.у.	5,05	4,78	4,43	5,24	5,88	3,82
	б.м.у.	5,15	4,70	4,09	5,18	5,43	3,79
Чёрный (бессменный)	с.м.у.	4,98	4,58	4,18	4,16	4,05	3,50
	б.м.у.	4,86	4,65	4,14	3,93	3,41	3,30
HCP ₀₅		HCP A = 0,20; HCP B = 0,12; HCP AB = 0,12					

Примечание. А – вид пара, В – удобрение, с.м.у. – с минеральными удобрениями, б.м.у. – без минеральных удобрений

в почву не было. Потери гумуса к концу шестой ротации севооборотов составили на удобренном фоне 1,48%, на фоне без использования минеральных удобрений – 1,56%. Применение минеральных удобрений в поле бессменного чёрного пара способствовало сдерживанию деструкции гумуса и оказывало положительное действие на стабилизацию плодородия.

Возделывание парозанимающих культур в занятых парах оказывает положительное влияние на почвенное плодородие. Несмотря на всеобщее снижение содержания гумуса по всем вариантам опытов, на двух фонах почвенного питания, в севооборотах с занятыми парами отмечается тенденция сохранения плодородия. В шестой ротации севооборотов содержание гумуса в варианте с занятым летним посевом суданской травы паром составляет при применении минеральных удобрений 3,74%, на неудобренном фоне 3,70%. Выращивание сидеральных культур (горох и овёс) с их запашкой в качестве зелёных удобрений способствует стабилизации почвенного плодородия. По прошествии шести ротаций севооборотов, в варианте с сидеральным паром наибольшее значения содержания гумуса в почве, как на удобренном фоне 3,82%, так и на неудобренном 3,79%.

В таблице 2 приведена продуктивность шестипольных севооборотов в тысячах зерновых единиц с 1 га севооборотной площади.

Таблица 2. Продуктивность шестипольных севооборотов по ротациям в среднем с 1 га севооборотной площади выраженная в зерновых единицах, тысяч

Вариант севооборота (фактор А)	Фон питания (фактор В)	Период ротации севооборотов, годы					
		I 1990- 1994	II 1995- 2000	III 2001- 2006	IV 2007- 2012	V 2013- 2017	VI 2019- 2024
С чёрным паром под озимые	с.м.у.	2,75	1,80	1,27	1,28	1,10	1,06
	б.м.у.	2,69	1,68	1,13	1,21	1,25	1,09
С чёрным паром под твёрдую пшеницу	с.м.у.	2,40	1,45	1,05	1,18	0,90	1,10
	б.м.у.	2,28	1,36	0,88	1,14	0,84	1,12
С почвозащитным паром	с.м.у.	2,72	1,87	1,63	1,49	1,17	1,53
	б.м.у.	2,62	2,04	1,40	1,42	1,09	1,51
С сидеральным паром	с.м.у.	2,65	1,77	1,52	1,51	1,13	1,40
	б.м.у.	2,56	1,44	1,28	1,44	0,99	1,41
HCP ₀₅		HCP A = 0,08; HCP B = 0,06; HCP AB = 0,06					

Примечание. А – вид пара, В – удобрение, с.м.у. – с минеральными удобрениями, б.м.у. – без минеральных удобрений.

Наибольший выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади в шестой ротации севооборотов в вариантах с занятыми парами (почвозащитный, сидеральный).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение севооборотов с занятыми парами обеспечивает стабилизацию почвенного плодородия и повышает продуктивность гектара севооборотной площади в засушливых условиях Оренбургского Предуралья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скорыходов, В.Ю. Стабилизация плодородия почвы и повышение продуктивности севооборотов / В.Ю. Скорыходов, Ю.В. Кафтан, А.А. Зоров и др. // Плодородие. – 2022. – № 5(128). – С. 16-20.
2. Скорыходов, В.Ю. Биологический фактор воспроизводства гумуса и поддержания плодородия почвы в условиях степной зоны Южного Урала / В.Ю. Скорыходов // Плодородие. – 2021. – № 2(119). – С. 55-59.
3. Скорыходов, В.Ю. Сохранение плодородия и защита почвы от эрозии в степной зоне Южного Урала / В. Ю. Скорыходов, Н. А. Максютков, А. А. Зоров и др. // Плодородие. – 2021. – № 6(123). – С. 22-25.
4. Скорыходов, В.Ю. Образование и содержание гумуса на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / В. Ю. Скорыходов, Н.А. Зенкова // Плодородие. – 2019. – № 6 (111). – С. 28-32.
5. Бакиров, Ф.Г. Изменение содержания гумуса и макроэлементов при длительном применении систем обработки чернозёма Оренбургского Предуралья / Ф.Г. Бакиров, Н.Д. Берлишев, И.В. Васильев // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. – 2024. – № 4(108). – С. 9-14.
6. Жижин, В.Н. Продуктивность и экономическая эффективность возделывания проса в короткоротационных севооборотах и при бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / В.Н. Жижин, В.Ю. Скорыходов, А.А. Зоров // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. Международный сборник научных трудов. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». – Оренбург, 2010. – С. 252-256.
7. Максютков, Н.А. Отзывчивость культур на удобрения в зависимости от погодных условий, предшественников и фона питания на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Н.А. Максютков, В.М. Жданов, В.Ю. Скорыходов и др. // Вестник мясного скотоводства. – 2015. – № 3 (91). – С. 131-136.
8. Гасанова, Е.С. Влияние многолетнего внесения удобрений и мелиоранта на основные показатели плодородия чернозёма выщелоченного / Е.С. Гасанова, А.В. Малявская, К.Е. Стекольников др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16. – № 3(78). – С. 42-52.
9. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / Кирюшин В. И. // Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139. – doi: 10.1134/s0032180x19070062
10. Скорыходов, В.Ю. Продуктивность севооборотов с кукурузой на силос и их экономическая эффективность в степной зоне Южного Урала / Скорыходов В.Ю., Кафтан Ю. В. // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 4 (96). – С. 165-170.
11. Митрофанов, Д.В. Влияние продуктивной влаги на урожайность сельскохозяйственных культур в засушливых условиях Оренбургской области / Д.В. Митрофанов, Н.А. Максютков, В.Ю. Скорыходов и др. // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 4(100). – С. 225-233.
12. Скорыходов, В.Ю. Продуктивность полевых севооборотов с различными видами паров в условиях Южного Урала / В.Ю. Скорыходов, Н.А. Максютков, Н.А. Зенкова и др. // Российская наука в современном мире. Сборник статей LXI международной научно-практической конференции. – М., 2024. – С. 20-24.
13. Пуховская, Т.Ю. Перспективы использования фитомелиорации для восстановления и повышения почвенного плодородия: обзор / Т.Ю. Пуховская // Орошаемое земледелие. – 2024. – № 3(46). – С. 34-39. – doi: 10.35809/2618-8279-2024-3-5
14. Скорыходов, В.Ю. Продуктивность севооборотов в степной зоне Южного Урала и их экономическая оценка / В.Ю. Скорыходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан и др. // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Государственного научного учреждения «Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». – 2012. – С. 90-94.
15. Кафтан, Ю.В. Защита парового поля от эрозии на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Ю. В. Кафтан, В. Ю. Скорыходов, А.А. Зоров и др. // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Государственного научного учреждения «Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». – 2012. – С.144-147.

STABILIZATION OF SOIL FERTILITY AND PRODUCTIVITY OF CROP ROTATIONS ON CHERNOZEM SOILS OF THE SOUTHERN ORENBURG CENTRALS

© 2025 V.Yu. Skorokhodov, N.A. Maksyutov, N.A. Zenkova, E.N. Skorokhodova

Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies
of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

The article is devoted to determining the influence of crop rotations with a different set of field crops and fallow, with long-term use of mineral fertilizers and the productivity of the crop rotation area in different rotation periods on the southern chernozems of the Orenburg Cis-Urals. The positive effect of green manure crops in stabilizing soil fertility and increasing the productivity of field crops in crop rotations has been established.

Keywords: soil fertility, humus, crop rotation, predecessor, mineral fertilizers, crop rotation, soil-protecting fallow.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-2-36-41

EDN: JYZRLT

REFERENCES

1. Skorokhodov, V.Yu. Stabilizatsiya plodorodiya pochvy i povyshenie produktivnosti sevooborotov / V.Yu. Skorokhodov, Yu.V. Kaftan, A.A. Zorov i dr. // Plodorodie. – 2022. – № 5(128). – S. 16-20.
2. Skorokhodov, V.Yu. Biologicheskij faktor vosproizvodstva gumusa i podderzhaniya plodorodiya pochvy v usloviyah stepnoj zony Yuzhnogo Urala / V.Yu. Skorokhodov // Plodorodie. – 2021. – № 2(119). – S. 55-59.
3. Skorokhodov, V.Yu. Sohranenie plodorodiya i zashchita pochvy ot erozii v stepnoj zone Yuzhnogo Urala / V. Yu. Skorokhodov, N. A. Maksyutov, A. A. Zorov i dr. // Plodorodie. – 2021. – № 6(123). – S. 22-25.
4. Skorokhodov, V.Yu. Obrazovanie i sodержanie gumusa na chernozyomah yuzhnyh Orenburgskogo Predural'ya / V. Yu. Skorokhodov, N.A. Zenkova // Plodorodie. – 2019. – № 6 (111). – S. 28-32.
5. Bakirov, F.G. Izmenenie sodержaniya gumusa i makroelementov pri dlitel'nom primenenii sistem obrabotki chernozyoma Orenburgskogo Predural'ya / F.G. Bakirov, N.D. Berlishev, I.V. Vasil'ev // Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 4(108). – S. 9-14.
6. Zhizhin, V.N. Produktivnost' i ekonomicheskaya effektivnost' vozdel'yvaniya prosa v korotkorotacionnyh sevooborotah i pri bessmennom poseve na chernozyomah yuzhnyh Orenburgskogo Predural'ya / V.N. Zhizhin, V.Yu. Skorokhodov, A.A. Zorov // Resursoberegayushchie tekhnologii v sel'skohozyajstvennom proizvodstve. Mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Orenburgskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva». – Orenburg, 2010. – S. 252-256.
7. Maksyutov, N.A. Otzyvchivost' kul'tur na udobreniya v zavisimosti ot pogodnyh uslovij, predshestvennikov i fona pitaniya na chernozyomah yuzhnyh Orenburgskogo Predural'ya / N.A. Maksyutov, V.M. Zhdanov, V.Yu. Skorokhodov i dr. // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2015. – № 3 (91). – S. 131-136.
8. Gasanova, E.S. Vliyanie mnogoletnego vneseniya udobrenij i melioranta na osnovnye pokazateli plodorodiya chernozyoma vyshchelochennogo / E.S. Gasanova, A.V. Malyavskaya, K.E. Stekol'nikov dr. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. – 2023. – T. 16. – № 3(78). – S. 42-52.
9. Kiryushin V. I. Upravlenie plodorodiem pochv i produktivnost'yu agrocenozom v adaptivno-landshaftnyh sistemah zemledeliya / Kiryushin V. I. // Pochvovedenie. – 2019. – № 9. – S. 1130-1139. – doi: 10.1134/s0032180 h 19070062
10. Skorokhodov, V.Yu. Produktivnost' sevooborotov s kukuruzoj na silos i ih ekonomicheskaya effektivnost' v stepnoj zone Yuzhnogo Urala / Skorokhodov V. Yu., Kaftan Yu. V. // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2016. – № 4 (96). – S. 165-170.
11. Mitrofanov, D.V. Vliyanie produktivnoj vlagi na urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur v zasushlivykh usloviyah Orenburgskoj oblasti / D.V. Mitrofanov, N.A. Maksyutov, V.Yu. Skorokhodov i dr. // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2017. – № 4(100). – S. 225-233.
12. Skorokhodov, V.Yu. Produktivnost' polevyh sevooborotov s razlichnymi vidami parov v usloviyah Yuzhnogo Urala / V.Yu. Skorokhodov, N.A. Maksyutov, N.A. Zenkova i dr. // Rossijskaya nauka v sovremennom mire. Sbornik statej LXI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – M., 2024. – S. 20-24.
13. Puhovskaya, T. Yu. Perspektivy ispol'zovaniya fitomelioracii dlya vosstanovleniya i povysheniya pochvennogo plodorodiya: obzor / T.Yu. Puhovskaya // Oroschaemoe zemledelie. – 2024. – № 3(46). – S. 34-39. – doi: 10.35809/2618-8279-2024-3-5.
14. Skorokhodov, V.Yu. Produktivnost' sevooborotov v stepnoj zone Yuzhnogo Urala i ih ekonomicheskaya ocenka / V.Yu.

- Skorohodov, D.V. Mitrofanov, Yu.V. Kaftan i dr. // Povyshenie effektivnosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v stepnoj zone Urala. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 75-letiyu Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya «Orenburgskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva». – 2012. – S. 90-94.
15. *Kaftan, Yu.V. Zashchita parovogo polya ot erozii na chernozyomah yuzhnyh Orenburgskogo Predural'ya* / Yu. V. Kaftan, V. Yu. Skorohodov, A.A. Zorov i dr. // Povyshenie effektivnosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v stepnoj zone Urala. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 75-letiyu Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya «Orenburgskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva». – 2012. – S.144-147.