



DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-239-249

EDN: KNZGWR

УДК 633.2:631.582(470.56)

Научная статья / Research article

Продуктивность кормовых монокультур и возделываемых в севообороте в условиях степной зоны Южного Урала

В.Ю. Скороходов 

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук, г. Оренбург, Российская Федерация
✉ skorohodov.vitali1975@mail.ru

Аннотация. Изучены проблемы производства и увеличения объема кормов для животноводческой отрасли при выращивании сельскохозяйственных кормовых культур в системе севооборота в условиях Южного Урала. Рассмотрена возможность возделывания кормовых культур в бессменных посевах на двух агрофонах. Описаны характерные особенности погодных условий 32 лет исследований, из которых 10 соотносятся с условиями пустыни (ГТК < 0,4). На основании изучения возделывания кукурузы на силос в монокультуре установлено, что данный вариант опыта является самым продуктивным как на неудобренном агрофоне (283,62 тыс. кормовых единиц (к.е.) с 3 га пашни), так и при применении минеральных удобрений (303,06 тыс. к.е.). Выращивание ячменя в севообороте с почвозащитным паром обеспечивает выход 67,13 тыс. к.е. культуры с 1 га (в сумме за 1990–2021 гг. эксперимента).

Ключевые слова: агрофон, занятый пар, сегетальная растительность, засухоустойчивость, суданская трава, кукуруза на силос, ячмень, удобрение

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследования соответствуют плану НИР с 2022 по 2024 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2022–0014).

История статьи: поступила в редакцию 14 декабря 2021 г., принята к публикации 26 декабря 2023 г.

Для цитирования: Скороходов В.Ю. Продуктивность кормовых монокультур и возделываемых в севообороте в условиях степной зоны Южного Урала // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2024. Т. 19. № 2. С. 239–249. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-239-249

© Скороходов В.Ю., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Productivity of fodder crops cultivated in monoculture and crop rotation in steppe zone of the Southern Urals

Vitaly Y. Skorokhodov 

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, *Orenburg, Russian Federation*

✉ skorokhodov.vitali1975@mail.ru

Abstract. The problems of producing and increasing feed volume for livestock industry when growing agricultural feed crops in crop rotation system in the Southern Urals were studied. The possibility of growing forage crops in permanent cultivation under two fertilization regimes was considered. The characteristic features of climate conditions during 32 years of research were described, 10 of them correspond to desert conditions (hydrothermal index < 0.4). Based on the study of corn cultivation for silage in monocropping, it was established that this variant of the experiment was the most productive both without fertilizer application (283.62 thousand fodder units from 3 hectares of arable land) and when using mineral fertilizers (303.06 thousand fodder units). Growing barley in crop rotation with soil-protective fallow provides the crop yield of 67.13 thousand fodder units from 1 hectare (total for 1990–2021).

Key words: fertilization regime, sown fallow, segetal vegetation, drought resistance, Sudan grass, corn for silage, barley, fertilizer

Conflict of interests. The author declares no conflict of interests.

Funding. The study corresponds to the research plan of Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences 2022–2024 (No. FNWZ-2022–0014).

Article history: Received: 14 December 2021. Accepted: 26 December 2023.

For citation: Skorokhodov VY. Productivity of fodder crops cultivated in monoculture and crop rotation in steppe zone of the Southern Urals. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(2):239–249. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-239-249

Введение

Приоритетным направлением агропромышленного комплекса Российской Федерации является выращивание экологичной продукции высокого качества. В современных системах земледелия применяется научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур в севообороте. Рост нагрузки факторов интенсификации земледелия на окружающую среду и экологию снижается за счет биологизации севооборотов [1–3].

Эффективность земледелия в разных почвенных и климатических условиях достигается путем совершенствования севооборотов по принципу продуктивности и влияния на почвенное плодородие [4, 5].

В засушливых условиях Южного Урала продуктивность полевых культур изучалась в краткосрочных опытах с необъективным подходом без учета благоприятных и засушливых лет [6, 7].

Введение в севообороты высокопродуктивной культуры суданской травы и разработка научно обоснованных технологий возделывания — одно из направлений животноводческой отрасли [8]. В засушливых условиях суданская трава отличается высокой урожайностью, адаптирована к действию высоких температур воздуха и имеет универсальное использование [9].

Постоянный поиск ресурсов для увеличения объема кормов и улучшения их качества остается актуальным и, в этом отношении суданская трава занимает первое место среди однолетних кормовых культур с содержанием в 100 кг зеленой массы 19,0 кормовых единиц (к.е.) и 2,3 кг протеина [10].

Суданская трава относится к культурам с достаточной экологической устойчивостью, превышающей влияние стрессов в экстремальных климатических условиях.

По суточному приросту зеленой массы суданская трава среди однолетних кормовых культур не только не уступает, но и значительно превосходит кукурузу. Засухоустойчивость суданской травы обеспечивается благодаря мощной корневой системе, которая использует влагу глубинных слоев почвы. При производстве грубых, сочных и искусственно обезвоженных кормов первостепенное значение имеет возделывание однолетней культуры суданской травы, имеющей ценные биологические и хозяйственные качества, сочетающиеся с высокой продуктивностью [11–13].

Один из источников увеличения питательности концентрированных кормов — зернофуражная культура ячменя. В Оренбургской области доля ячменя в структуре посевных площадей составляет 20...25 % [14].

Культура ячменя хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений, при этом ее продуктивность, по мнению Н.А. Максютова [15], во влажные годы возрастает на 0,8 т зерна с 1 га [16].

Зерновые культуры отзывчивы на внесение минеральных удобрений и увеличивают продуктивность при выполнении остальных агроприемов [17].

Возделывание кормовых монокультур возможно при высокой потребности конкретного растениеводческого сырья. Длительные опыты с бессменными посевами кормовых культур на фоне меняющегося климата широко представлены в западных странах (США, Германии, Дании и др.) [18, 19].

Негативный почвенный процесс при потере гумуса малозаметен, но идет постоянно. Для улучшения плодородия почвы необходимо вводить в севообороты сидеральные пары и промежуточные культуры с запашкой сидеральной массы и корневых остатков. Зарубежные ученые указывают на увеличение почвенного плодородия при запашке корневых и стерневых остатков, которое превышает действие органических удобрений [20, 21]. В севооборотах с сидеральным паром процессы минерализации гумуса снижаются.

Цель исследования — определить потенциальные возможности и уровень урожайности полевых культур, используемых на корм животным при возделывании в монокультуре и разных севооборотах.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступают полевые культуры кормового назначения (кукуруза на силос, суданская трава, ячмень и двухкомпонентная смесь гороха с овсом), а также почвообразцы этих вариантов.

Опытный участок находится на территории Оренбургской области в координатах: 51.775125° с.ш., 55.306547° в.д.

Почва опытного участка относится к чернозему южному карбонатному малогумусному тяжелого механического состава. В слое 0–30 см почвы гумуса от 3,2 до 4,0 %, общего азота 0,20...0,31 %, фосфора 0,14...0,22 %, калия 30...38 мг на 100 г почвы.

Кормовые культуры изучались по схеме:

1. В занятом (вторая половина лета) севообороте первым полем — суданская трава летнего срока сева, четвертым — кукуруза на силос, шестым — ячмень.

2. В занятом (первая половина лета) севообороте первым полем — двухкомпонентная смесь гороха и овса, четвертым — кукуруза на силос, шестым — ячмень.

3. Монопосевы кукурузы на силос и ячменя.

В целом схема шестипольного севооборота имеет вид: первым полем — занятые пары, вторым полем — пшеница твердая яровая, третьим полем — пшеница мягкая яровая, четвертым полем — кукуруза на силос, пятым полем — пшеница мягкая яровая, шестым полем — ячмень.

Полевые культуры возделывались на двух агрофонах питания — удобренном ($N_{40}P_{80}K_{40}$) и без удобрений. Размер и площадь делянок на удобренном фоне 108 м² (3,6 × 30 м), без удобрения 216 м² (3,6 × 60 м). Учетная площадь при уборке ячменя на зерно составила на удобренном фоне 60 м², на неудобренном — 120 м². Урожайность суданской травы и горохоовсяной смеси учитывалась метровыми накладками в 10 местах на удобренном и неудобренном фонах (учетная площадь 10 м²). Продуктивность кукурузы учитывалась при срезании двух рядов растений по длине делянки удобренного фона (30 м) и одного рядка по неудобренному фону (60 м). Срезанная листостебельная масса кормовых культур взвешивалась на площадочных весах и затем приводилась к урожайности на 1 га.

Сорта и гибриды высеваемых культур: суданская трава — Бродская 2, кукуруза на силос — РОСС-144МВ, ячмень — Натали, горох — Чишминский 210, овес — Скаун.

Результаты исследования и обсуждение

Годы эксперимента включают все многообразие погодных условий от влажных до очень засушливых лет с низким ГТК периода вегетации.

Изменение продуктивности суданской травы в течении 32 лет эксперимента на двух фонах почвенного питания и соизмерение с ГТК периода вегетации полевых культур показаны на графиках (рис. 1).

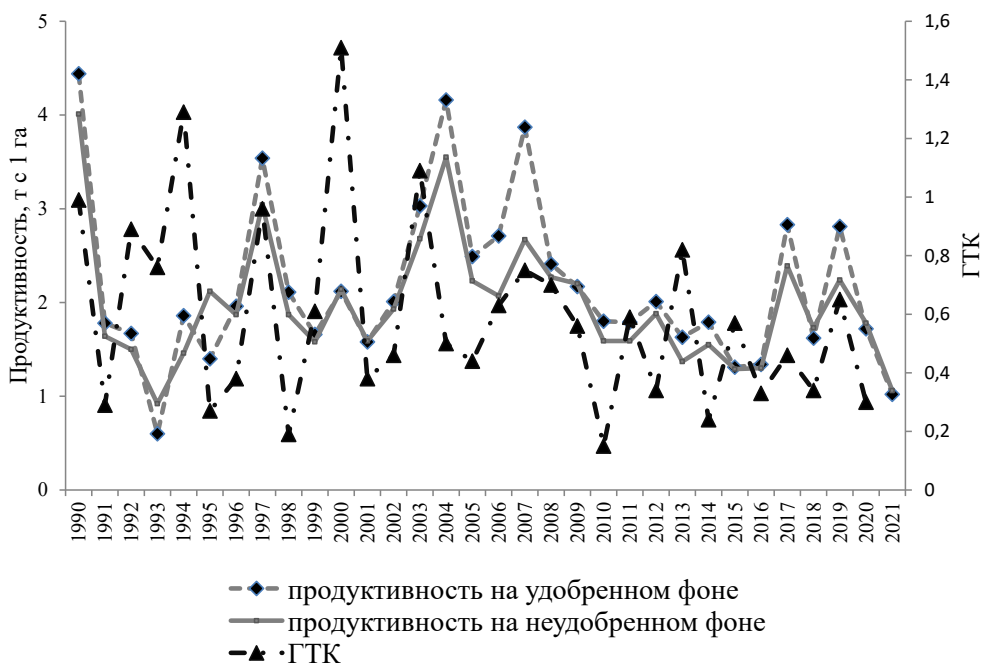


Рис. 1. Продуктивность суданской травы (*Sorghum sudanense*) на двух агрофонах питания за 1990–2021 гг.

Источник: выполнил В.Ю. Скороходов

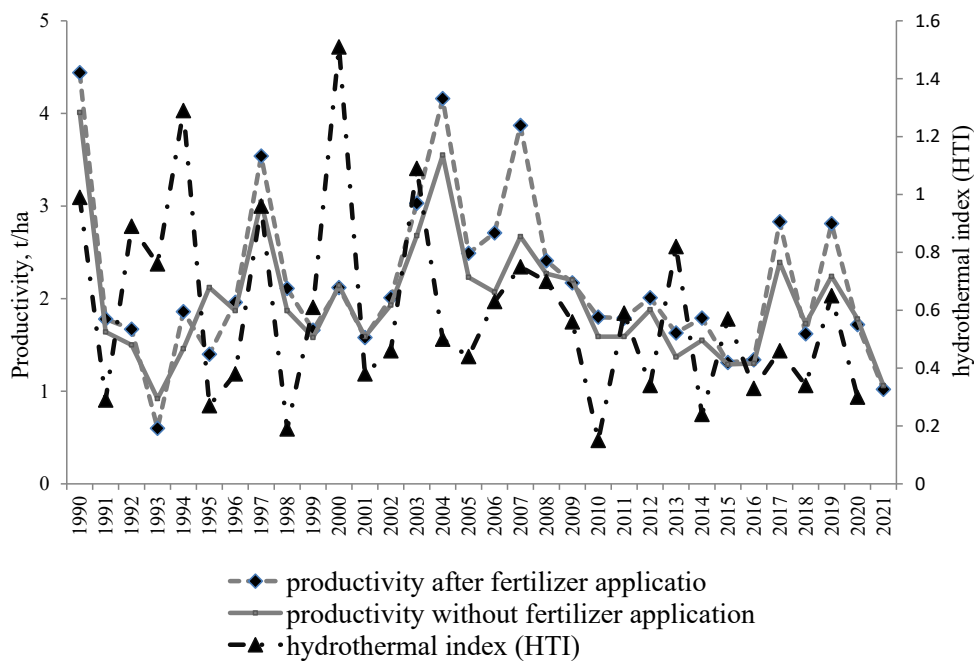


Fig. 1. Productivity of Sudan grass (*Sorghum sudanense*) under two fertilization regimes in 1990–2021

Source: created by V.Y. Skorokhodov

За тридцать два года эксперимента слабую засушливость (ГТК = 1,0...1,3) отмечали дважды: в 1994 и 2000 г.; умеренную (ГТК 0,7...1,0) — в течение 7 лет (1990, 1997, 2003, 2006–2008, 2013 гг.), очень сильная засуха (ГТК = 0,4...0,7) наблюдалась 13 лет (1992, 1993, 1999, 2004, 2005, 2009, 2011, 2012, 2014–2017, 2019) и условия пустыни (ГТК < 0,4) — 10 лет (1991, 1995, 1996, 1998, 2001, 2002, 2010, 2018, 2020, 2021 гг.).

Наибольшая продуктивность суданской травы получена в 1990 г. на агрофоне с применением удобрений (4,44 тыс. к. е. с 1 га) и без удобрений (4,01 тыс. к. е. на 1 га). Также, наибольший сбор суданской травы на удобренном и неудобренном фоне соответственно составил в 1997 г. — 3,54 и 3,04 тыс., в 2003 г. — 3,03 и 2,68 тыс., в 2004 г. — 4,16 и 3,55 тыс., в 2007 г. — 3,87 и 2,67 тыс. к. е. на 1 га.

Важной составляющей оценки сельскохозяйственных культур, возделываемых бессменно и в севооборотах, является продуктивность. Нами подсчитана продуктивность кормовых культур за длительный промежуток времени на основании полученной урожайности за 1990–2021 гг. в севооборотах и бессменно на двух фонах питания (таблица).

Продуктивность кормовых культур в севообороте и при моновозделывании на двух агрофонах питания (в сумме за 1990–2021 гг.)

Варианты пара в севооборотах, монополевые	Культура	Фон питания	Выход по культурам (сумма), тыс. к. е.	НСР ₀₅		Выход, тыс. к. е.	
						Обменная энергия, МДж, с 3 га, сумма за 1990–2021 гг.	
						А	В
Занятый (во второй половине лета)	Суданская трава	А	69,24	0,36	0,14	<u>229,02</u> 996,99	<u>221,25</u> 985,89
		В	63,11	0,27			
	Кукуруза	А	106,86	0,87	0,27		
		В	101,01	0,82			
	Ячмень	А	52,92	0,53	0,10		
		В	57,13	0,48			
Занятый (в первой половине лета)	Злаково-бобовая смесь	А	78,62	0,51	0,20	<u>245,23</u> 1117,36	<u>221,88</u> 996,39
		В	67,92	0,44			
	Кукуруза	А	104,78	0,89	0,37		
		В	99,76	0,77			
	Ячмень	А	61,83	0,51	0,13		
		В	54,20	0,41			
Бессменная кукуруза		А	101,02	0,86	0,32	<u>303,06</u> 709,16	<u>283,62</u> 663,67
		В	94,54	0,85			
Бессменный ячмень		А	51,75	0,51	0,13	<u>155,25</u> 1676,70	<u>147,33</u> 1591,16
		В	49,11	0,47			

Примечание. А — удобренный фон; В — неудобренный фон; под чертой содержание обменной энергии (ОЭ) по перевариваемым питательным веществам.

Productivity of forage crops in crop rotation and monocropping under two fertilization regimes (total for 1990–2021)

Variant	Crop	Fertilization regime	Yield by crop (total), thousand fodder units	LSD ₀₅		Yield, thousand fodder units	
						Exchange energy, MJ, from 3 hectares, amount for 1990–2021	
						A	B
Sown fallow (the second half of summer)	Sudan grass	A	69.24	0.36	0.14	<u>229.02</u> 996.99	<u>221.25</u> 985.89
		B	63.11	0.27			
	Corn	A	106.86	0.87	0.27		
		B	101.01	0.82			
	Barley	A	52.92	0.53	0.10		
		B	57.13	0.48			
Sown fallow (the first half of summer)	Legume-grass mixture	A	78.62	0.51	0.20	<u>245.23</u> 1117.36	<u>221.88</u> 996.39
		B	67.92	0.44			
	Corn	A	104.78	0.89	0.37		
		B	99.76	0.77			
	Barley	A	61.83	0.51	0.13		
		B	54.20	0.41			
Permanent corn		A	101.02	0.86	0.32	<u>303.06</u> 709.16	<u>283.62</u> 663.67
		B	94.54	0.85			
Permanent barley		A	51.75	0.51	0.13	<u>155.25</u> 1676.70	<u>147.33</u> 1591.16
		B	49.11	0.47			

Note. A – with fertilizer application; B – without fertilizer application; below the line – the content of metabolic energy (ME) for digestible nutrients.

Наиболее продуктивная в кормовом отношении культура — кукуруза на силос, возделываемая после занятого суданской травой пара.

Сумма сбора за годы эксперимента по этому варианту составила на фоне удобрения 106,86 тыс., на неудобренном фоне — 101,01 тыс.к.е. Сбор кукурузы на силос при моновозделывании составил на удобренном фоне 101,02 тыс.к.е., на неудобренном — 94,54 тыс.к.е. Для сопоставления продуктивности кормовых культур в севооборотах и бессменных посевах подсчитан выход с 3 га. Выход кормовой продукции с 3 га севооборотной площади с занятым (летним посевом суданской травы) паром составил на удобренном фоне 229,02 тыс. и неудобренном 221,25 тыс.к.е., с занятым (горохо-овсяной смесью) паром соответственно по фонам — 245,23 и 221,88 тыс.к.е.

В севообороте с занятым (суданской травой) паром продуктивность ячменя на неудобренном фоне выше, чем по удобренному фону (рис. 2).

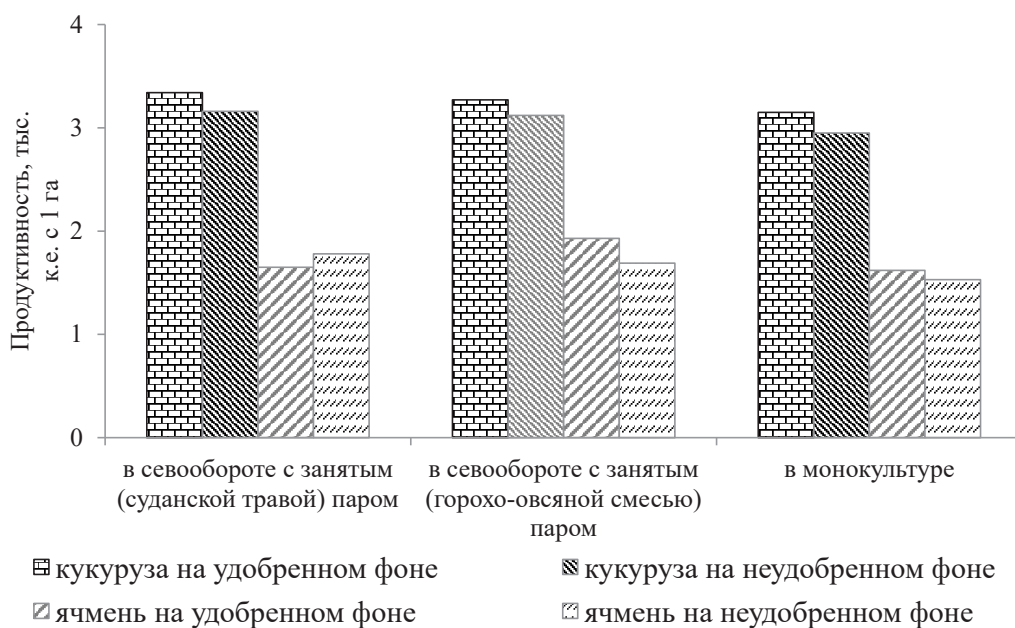


Рис. 2. Продуктивность кукурузы на силос, ячменя, возделываемых в севооборотах и монопосевах на двух агрофонах питания

Источник: выполнил В.Ю. Скороходов

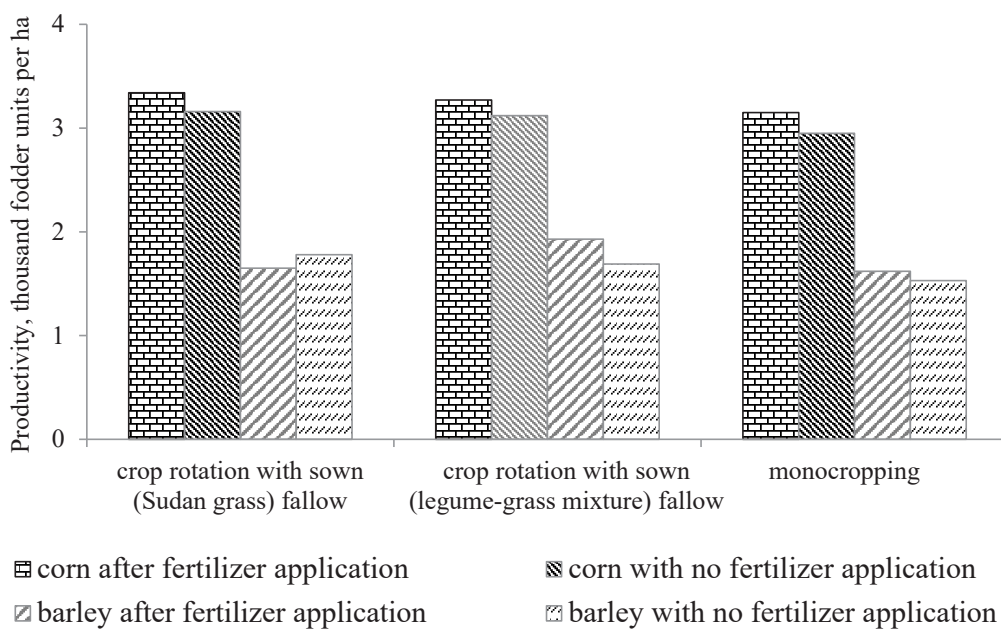


Fig. 2. Productivity of corn for silage, barley cultivated in crop rotations and monocroppings under two fertilization regimes

Source: created by V.Y. Skorokhodov

Продуктивность при моновозделывании кукурузы на силос с 3 га (в сумме за годы исследований) на фоне минеральных удобрений 303,06 тыс., на неудобренном — 283,62 тыс. к. е. Возделывание кукурузы на силос в монокультуре является самым высокопродуктивным вариантом среди изучаемых в опыте. Без применения минеральных удобрений в севооборотах получен одинаковый выход (221 тыс. к. е. с 3 га). Наименьший сбор за годы проведения эксперимента в варианте с моновозделыванием ячменя на неудобренном фоне без применения минеральных удобрений — 147,33 тыс. и на удобренном — 155,25 тыс. к. е. с 3 га. Превышение урожайности ячменя на неудобренном фоне связано в первую очередь с большей засоренностью многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками в севообороте с занятым паром. В севообороте с занятым суданской травой паром отмечается наибольшее количество многолетней сегетальной растительности (особенно на удобренном фоне), интенсивно использующей питательные вещества и почвенную влагу, тем самым отбирая их у культурных растений.

Заключение

1. Возделывание кукурузы на силос в монокультуре — наиболее высокопродуктивный вариант среди изучаемых в опыте. Моновозделывание кукурузы приводит к продуктивности (в сумме за 1990–2021 гг.) по удобренному фону 303,06 тыс. к. е., по неудобренному — 283,62 тыс. к. е. с 3 га пашни. В то же время наиболее ценным в энергетическом отношении является вариант монопосева ячменя.

2. На основе изучения продуктивности суданской травы установлен наибольший валовый сбор (4,44 тыс. к. е. с 1 га) в 1990 г. при применении минеральных удобрений.

3. Применение занятого (с посевом суданской травы) пара положительно влияет на урожайность ячменя без применения минеральных удобрений. Выход кормовых единиц ячменя на неудобренном фоне в севообороте (в сумме за 1990–2021 г.) составил 57,13 тыс. к. е.

Список литературы

1. Лошаков В.Г. Эффективность раздельного и совместного использования севооборота и удобрений // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 1. С. 9–13.
2. Brankatschk G., Finkbeiner M. Modeling crop rotation in agricultural LCAs — challenges and potential solutions // *Agricultural Systems*. 2015. Vol. 138. P. 66–76. doi: 10.1016/j.agry.2015.05.008
3. Brankatschk G., Finkbeiner M. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural Carbon footprints // *Agronomy for Sustainable Development*. 2017. Vol. 37. P. 58. doi: 10.1007/s13593-017-0464-4
4. Мищенко А.Е., Кусс Н.Н., Гаевая Э.А., Васильченко А.П., Мищенко А.В. Почвозащитные мероприятия при возделывании полевых культур в системе контурно-полосной организации эрозионно-опасного склона // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 49–53.
5. Козлова Л.М., Носкова Е.Н., Попов Ф.А. Совершенствование севооборотов для сохранения плодородия почвы и увеличения их продуктивности в условиях биологической интенсификации // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. № 20 (5). С. 467–477.
6. Воскобулова Н.И., Неверов А.А., Верещагина А.С. Экономическая эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания кукурузы на зерно // *Известия ОГАУ*. 2017. № 3 (65). С. 44–46.

7. Скорыходов В.Ю. Урожайность кукурузы на силос в севооборотах и при бессменном возделывании в зависимости от предшественника на двух уровнях интенсификации в степной зоне Южного Урала // Известия ОГАУ. 2020. № 2 (82). С. 68–72. doi: 10.37670/2073–0853–2020–82–2–68–72
8. Ковтунова Н.А. Биологические особенности роста и развития суданской травы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 6. С. 48–51.
9. Плескачев Ю.Н., Лаптина Ю.А., Гиченкова О.Г., Куликова Н.А. Продуктивность и питательная ценность суданской травы при возделывании на зеленый корм // Аграрный научный журнал. 2021. № 8. С. 28–33. doi: 10.28983/asj.y2021i8pp28–33
10. Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С. Продуктивность суданской травы сорта Спутница в степной зоне Северного Кавказа // Известия ОГАУ. 2018. № 5. С. 102–104.
11. Шишова Е.А. Качество зеленой массы суданской травы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2. С. 145–151.
12. Лиховцова Е.А., Николайченко Н.В., Норовяткин В.И. Влияние азотно-фосфорных удобрений на плодородие темно-каштановой почвы и продуктивность различных сортов суданской травы // Аграрный научный журнал. 2015. № 1. С. 26–28.
13. Лаптина Ю.А., Куликова Н.А. Приемы повышения продуктивности суданской травы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // Известия НВ АУК. 2021. № 1 (61). С. 211–221.
14. Тишков Н.И., Тимошенкова Т.А. Результаты и перспективы селекции ярового ячменя в Оренбуржье // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала. Оренбург, 2012. С. 221–231.
15. Максюттов Н.А. Оценка эффективности беспаровых севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур // Наука и хлеб. 1996. Вып. 4. С. 136–143.
16. Скорыходов В.Ю. Урожайность ячменя в шестипольных севооборотах на черноземах южных степной зоны Южного Урала // Известия ОГАУ. 2019. № 5 (79). С. 93–97.
17. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 30 (3). С. 19–25.
18. Miles R.J., Brown J.R. The Sanborn field experiment implication for long — term soil organic carbon levels // Agronomy Journal. 2011. Vol. 103. № 1. P. 268–278. doi: 10.2134/agronj2010.0221s
19. Скорыходов В.Ю. Продуктивность полевых монокультур и возделываемых в севообороте в зависимости от содержания нитратного азота и биологической активности почвы на черноземах южных степных районов Южного Урала // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (53). С. 60–67. doi: 10.18286/1816–4501–2021–1–60–67
20. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.R., Hammelehle A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter // Front Plant Sci. 2017. № 8. P. 284. doi: 10.3389/fpls.2017.00284
21. Ghimire B., Ghimire R., Vanleeuwen D., Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization // Sustainability. 2017. Vol. 9. № 12. С. 2316. doi: 10.3390/su9122316

References

1. Loshakov VG. Effectiveness of separate and combined use of crop rotation and fertilizers. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2016;30(1):9–13. (In Russ.).
2. Brankatschk G, Finkbeiner M. Modeling crop rotation in agricultural LCAs — challenges and potential solutions. *Agricultural Systems*. 2015;138:66–76. doi: 10.1016/j.agry.2015.05.008
3. Brankatschk G, Finkbeiner M. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural Carbon footprints. *Agronomy for Sustainable Development*. 2017;37:58. doi: 10.1007/s13593–017–0464–4
4. Mishchenko AE, Kiss NN, Gaevaya EA, Vasilchenko AP, Mishchenko AV. Soil protection measures at crops cultivation in contour strip organization of erosion threatening slope. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2016;30(2):49–53. (In Russ.).
5. Kozlova LM, Noskova EN, Popov FA. Improvement of crop rotations aimed at increasing their efficiency and conserving soil fertility in conditions of biological intensification. *Agricultural Science of Euro-North-East*. 2019;20(5):467–477. (In Russ.). doi: 10.30766/2072–9081.2019.20.5.467–477
6. Voskobulova NI, Neverov AA, Vereshchagina AS. Economic efficiency of applying growth regulators in the cultivation technology of corn for grain. *Izvestia OSAU*. 2017;(3):44–46. (In Russ.).

7. Skorokhodov VY. Yield of maize for silage in crop rotations and during permanent cultivation, depending on the predecessor at two intensification levels in the steppe zone of South Urals. *Izvestia OSAU*. 2020;(2):68–72. (In Russ.). doi: 10.37670/2073–0853–2020–82–2–68–72
8. Kovtunova NA. Biologic characteristics of growing and development of Sudan grass. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2016;30(6):48–51. (In Russ.).
9. Pleskachev YN, Laptina YA, Gichenkova OG, Kulikova NA. Productivity and nutritional value of Sudanese grass when cultivated for green fodder. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;(8):28–33. (In Russ.). doi: 10.28983/asj.y2021i8pp28–33
10. Kapustin SI, Volodin AB, Kapustin AS. productivity of Sudan grass of “Sputnitsa” variety in the steppe zone of North Caucasus. *Izvestia of OSAU*. 2018;(5):102–104. (In Russ.).
11. Shishova EA. Quality of the green mass of the Sudan herbs. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2017;(2):145–151. (In Russ.).
12. Likhovtsova EA, Nikolaichenko NV, Norovyatkin VI. Influence of nitrogen-phosphorus fertilizers on fertility of dark chestnut soils and productivity of different Sudan grass varieties. *Agrarian Scientific Journal*. 2015;(1):26–28. (In Russ.).
13. Laptina YA, Kulikova NA. Techniques for increasing the productivity of Sudan grass in the dry-steppe zone of the Lower Volga region. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2021;(1):211–221. (In Russ.). doi: 10.32786/2071–9485–2021–01–21
14. Tishkov NI, Tishkov DN, Timoshenkova TA. Results and prospects for selection of spring barley in the Orenburg region. In: *Increasing the efficiency of agricultural production in the steppe zone of the Urals: conference proceedings*. Orenburg; 2012. p.221–231. (In Russ.).
15. Maksyutov NA. Assessing the effectiveness of fallowless crop rotations and permanent sowing of agricultural crops. In: *Science and Bread (theory and practice)*. Vol. 4. Orenburg; 1996. p.136–143. (In Russ.).
16. Skorokhodov VY. The yields of barley grown in six-field crop rotations on southern chernozems of the steppe zone of South Urals. *Izvestia OSAU*. 2019;(5):93–97. (In Russ.).
17. Kiryushin VI. Mineral fertilizers as the key factor of agriculture development and optimization of nature management. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2016;30(3):19–25. (In Russ.).
18. Miles RJ, Brown JR. The Sanborn field experiment implication for long — term soil organic carbon levels. *Agronomy Journal*. 2011;103(1):268–278. doi: 10.2134/agronj2010.0221s
19. Skorokhodov VY. Productivity of field and cultivated in crop rotation monocultures depending on the content of nitrate nitrogen and soil biological activity in the black soils of the southern steppe regions of the Southern Urals. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021;(1):60–67. (In Russ.). doi: 10.18286/1816–4501–2021–1–60–67
20. Hirte J, Leifeld J, Abiven S, Oberholzer HR, Hammelehle 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
21. Ghimire B, Ghimire R, Vanleeuwen D, Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization. *Sustainability*. 2017;9(12):2316. doi: 10.3390/su9122316

Об авторе:

Скороходов Виталий Юрьевич — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Российская Федерация, 460051, г. Оренбург, пр-т Гагарина, д. 27/1; e-mail: skorokhodov.vitali1975@mail.ru
ORCID: 0000–0003–4179–7784 SPIN-код: 2494–0672

About author:

Skorokhodov Vitaly Yuryevich — Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin ave., Orenburg, 460051, Russian Federation; e-mail: skorokhodov.vitali1975@mail.ru
ORCID: 0000–0003–4179–7784 SPIN-code: 2494–0672