

**АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО /
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT**

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-01

**EFFICIENCY OF FODDER CROP ROTATIONS IN THE CONDITIONS
OF KHARABALINSKY AND LIMANSKY DISTRICTS OF THE ASTRAKHAN REGION**¹Tyutyuma N. V., ²Aitpayeva A. A., ³Voronov S. I., ¹Bulakhtina G. K.¹Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Soleno Zaimishche, Astrakhan Region, Russian Federation²Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering
Astrakhan, Russian Federation³Federal Research Center «Nemchinovka»
Moscow, Russian Federation

Corresponding author E-mail: arman.bisalieva2012@yandex.ru

Received 15.04.2024

Submitted 30.05.2024

Abstract

Introduction. The relevance of the research is determined by the need to introduce forage crop rotations in the arid zone, which are the basis for creating a full-fledged food supply, improving soil-forming processes, and preventing mass desertification of lands. **Object.** The object of the study is forage crop rotations developed for the conditions of the Kharabalinsky and Limansky regions – regional leaders in the production of potato monoculture. **Materials and methods.** The study used methods of systemic and complex analysis. Experimental research included the development and testing of schemes for scientifically based crop rotation in crop rotations. **The research results** showed that in the Kharabalinsky district of the Astrakhan region, a crop rotation consisting of three fields of alfalfa, one field of potatoes and one field of barley (option 3) had an advantage in yield, metabolic energy content, accumulation of organic matter in the soil and economic efficiency, which is higher the indicated indicators were significantly superior to the control option, which included 3 potato fields and 2 fallow fields, and option 2, represented by 3 alfalfa fields and 2 potato fields. In the Limansky district of the Astrakhan region, in terms of yield, metabolic energy content, accumulation of organic matter in the soil and economic efficiency, a crop rotation consisting of three fields of alfalfa, one field of winter wheat and one field of potatoes (option 3) showed higher indicators compared to the control option, consisting of 3 potato fields and 2 fallow fields and option 2, represented by 3 alfalfa fields and 2 potato fields. The profitability from the introduction of grass-grain-row crop rotation in the Kharabalinsky district of the Astrakhan region was 35% and turned out to be 1.1-1.4 times higher compared to the control option and option 2, respectively. The profitability from the introduction of grass-grain-row crop rotation in the Limansky district reached 30% and was 1.2-1.5 times higher compared to the control option and option 2, respectively.

Keywords: forage crop rotations, arid zone, fodder production, soil fertility.**Citation.** Tyutyuma N. V., Aitpaeva A. A., Voronov S. I., Bulakhtina G. K. Efficiency of fodder crop rotations in the conditions of Kharabalinsky and Limansky districts of the Astrakhan region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 13-23 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-01.**Author's contribution.** All authors of this study were directly involved in the design, execution, and analysis of this study. All authors of this article have reviewed and approved the final version submitted.**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.**Acknowledgments.** We express our gratitude to Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences Ivan Panteleevich Kruzhihin for valuable comments during the research and preparation of the article.

УДК 636.086.416(083)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ СЕВОБОРОТОВ В УСЛОВИЯХ ХАРАБАЛИНСКОГО И ЛИМАНСКОГО РАЙОНОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ¹Тютюма Н. В., доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН²Айтпаева А. А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент³Воронов С. И., доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, профессор¹Булахтина Г. К., кандидат сельскохозяйственных наук¹ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН»

с. Солёное Займище, Астраханская область, Российская Федерация

²ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет»

г. Астрахань, Российская Федерация

³Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

г. Москва, Российская Федерация

Актуальность исследований определяется необходимостью внедрения кормовых севооборотов в аридной зоне, являющихся основой создания полноценной кормовой базы, улучшения почвообразовательных процессов, предотвращения массового опустынивания земель. **Объект.** Объектом исследования являются кормовые севообороты, разработанные для условий Харабалинского и Лиманского районов – региональных лидеров в производстве монокультуры картофеля. **Материалы и методы.** В исследовании использовались методы системного и комплексного анализа. Экспериментальные исследования включали в себя разработку и апробацию схем научно обоснованного чередования культур в севооборотах. **Результаты исследований** показали, что в Харабалинском районе Астраханской области преимущество по урожайности, содержанию обменной энергии, накоплению органического вещества в почве и экономической эффективности имел севооборот, состоящий из трех полей люцерны, одного поля картофеля и одного поля ячменя (вариант 3), который по выше обозначенным показателям значительно превосходил контрольный вариант, включающий в себя 3 поля картофеля и 2 поля залежи и вариант 2, представленный 3-мя полями люцерны и 2-мя полями картофеля. В Лиманском районе Астраханской области по урожайности, содержанию обменной энергии, накоплению органического вещества в почве и экономической эффективности севооборот, состоящий из трех полей люцерны, одного поля озимой пшеницы и одного поля картофеля (вариант 3), продемонстрировал более высокие показатели по сравнению с контрольным вариантом, состоящим из 3 полей картофеля и 2 полей залежи и вариантом 2, представленным 3-мя полями люцерны и 2-мя полями картофеля. Рентабельность от внедрения травяно-зерно-пропашного севооборота в Харабалинском районе Астраханской области составила 35% и оказалась в 1,1-1,4 раза выше по сравнению с контрольным вариантом и вариантом 2 соответственно. Рентабельность от внедрения травяно-зерно-пропашного севооборота в Лиманском районе достигла уровня 30% и была в 1,2-1,5 раза выше по сравнению с контрольным вариантом и вариантом 2 соответственно.

Ключевые слова: кормовые севообороты, аридная зона, кормопроизводство, плодородие почвы.

Цитирование. Тютюма Н. В., Айтпаева А. А., Воронов С. И., Булахтина Г. К. Эффективность кормовых севооборотов в условиях Харабалинского и Лиманского районов Астраханской области. *Известия НВ АУК*. 2024. 3(75). 13-23. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-01.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Выражаем благодарность доктору сельскохозяйственных наук, профессору, академику РАН Кружилину Ивану Пантелеевичу за ценные замечания в рамках проведения исследований и подготовки статьи.

Введение. Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги – уникальные по своим почвенно-климатическим характеристикам зоны, способные продуцировать значительное количество кормов и другой сельскохозяйственной продукции в Астраханской области.

Изучению теоретических аспектов повышения эффективности производства и использования кормов посвящены работы С. К. Абеуова [1]; Н. В. Тютюмы, А. А. Айтпаевой, О. Н. Беспаловой [2]; Тимофеевой Г. В., Акмаевой Р. И. [3]; А. И. Беленкова [4]; Л. В. Карповой [5] и др. Большинство авторов отмечают, что правильно подобранные севообороты оказывают благоприятное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, содержание обменной энергии в урожае и почвенное плодородие [6-8].

Материалы и методы исследований. Цель исследований сводилась к изучению эффективности кормовых севооборотов в условиях Харабалинского и Лиманского районов Астраханской области. **Задачи исследований** предусматривали изучение севооборотов в трехкратной ротации, оценку уровня урожайности зеленой массы, определение содержания обменной энергии в урожае. Опыты закладывались в Харабалинском и Лиманском районах Астраханской области в период с 2008 по 2022 гг. согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1987. – 197 с.) и методике полевого опыта Б. А. Доспехова [9]. В исследовании использовались методы системного и комплексного анализа.

Результаты. Харабалинский район на протяжении многих лет является лидером в Астраханской области по производству раннего и позднего картофеля. Территория проведения экспериментальных опытов представлена серо-бурыми полупустынными почвами. По гранулометрическому составу почва преимущественно легкий суглинок. Содержание гумуса в пахотном слое 0-20 см – менее 1%. Рельеф опытного участка ровный. Исследование севооборотов (таблица 1-3) осуществлялось в период с 2008 по 2022 гг. с учетом складывающихся погодных и почвенно-климатических условий Харабалинского района.

В большинстве хозяйств района преимущество получил севооборот, выступающий в наших исследованиях в качестве контрольного варианта и включающий в себя 3 поля картофеля и 2 поля залежи (таблица 1).

Таблица 1 – Схема севооборота для условий Харабалинского района Астраханской области (вариант 1 контроль)

Table 1 – Crop rotation scheme for the conditions of the Kharabalinsky district Astrakhan region (option 1)

№ поля / № fields	Культура / Culture	Площадь, га / Area, ha
1	Картофель / Potato	10
2	Картофель / Potato	10
3	Картофель / Potato	10
4	Залежь / Deposit	10
5	Залежь / Deposit	10
Итого / Total		50

В нулевые годы основная ориентация крестьянско-фермерских хозяйств на производство картофеля в ущерб другим культурам была обусловлена необоснованно высокими закупочными ценами на него, в несколько раз превышающими реальные затраты на производство. В отдельные годы рентабельность картофелеводческих хозяйств достигала 150-200% и выше. Вместе с тем монокультура картофеля отрицательно сказалась на почвенном плодородии рассматриваемого района. Резкое снижение урожайности картофеля при повторных посадках, несмотря на повышенные дозы внесения минеральных удобрений, вынуждает сельхозтоваропроизводителей искать пути выхода из сложившейся ситуации, одним из которых является внедрение научно-обоснованных севооборотов с насыщением их многолетними бобовыми травами, способными к азотфиксации и накоплению азота в почве. Один из таких севооборотов, включающих в себя 3 поля люцерны и 2 поля картофеля, представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Схема кормового севооборота для условий Харабалинского района Астраханской области (вариант 2)

Table 2 – Scheme of forage crop rotation for the conditions of the Kharabalinsky district Astrakhan region (option 2)

№ поля / № fields	Культура / Culture	Площадь, га / Area, ha
1	Люцерна / Alfalfa	10
2	Люцерна / Alfalfa	10
3	Люцерна / Alfalfa	10
4	Картофель / Potato	10
5	Картофель / Potato	10
Итого / Total		50

В то же время для преодоления отрицательного баланса гумуса в ближайшие годы крестьянско-фермерским хозяйствам региона следует избегать повторных посадок картофеля и расширять посевы других культур, например зерновых (таблица 3), эффективность которых в севооборотах Харабалинского района Астраханской области была доказана результатами полевых опытов в период с 2008 по 2022 гг.

Таблица 3 – Схема кормового севооборота для условий Харабалинского района Астраханской области (вариант 3)

Table 3 – Scheme of forage crop rotation for the conditions of the Kharabalinsky district Astrakhan region (option 3)

№ поля / № fields	Культура / Culture	Площадь, га / Area, ha
1	Люцерна / Alfalfa	10
2	Люцерна / Alfalfa	10
3	Люцерна / Alfalfa	10
4	Картофель / Potato	10
5	Ячмень / Barley	10
Итого / Total		50

Изучение трех выше обозначенных севооборотов предусматривало 3 ротации.

По результатам 15-летнего изучения была произведена оценка урожайности и содержания обменной энергии в продукции, представленная в таблице 4.

Результаты исследований наглядно продемонстрировали преимущество севооборота, состоящего из трех полей люцерны, одного поля картофеля и одного поля ячменя (вариант 3), над контрольным вариантом, включающим в себя 3 поля картофеля и 2 поля залежи и вариантом 2, представленном 3-мя полями люцерны и 2-мя полями картофеля. Анализ результатов эксперимента показал, что повторные посадки картофеля, несмотря на последующий отдых земли в качестве залежи не обеспечивают роста урожайности и эффективного использования пахотных земель в Харабалинском районе Астраханской области. Реализация севооборота, включающего в себя люцерну и повторные посадки картофеля (вариант 2), является более выгодной по сравнению с контрольным вариантом, однако вариант 2 уступает по урожайности и выходу обменной энергии севообороту, где исключаются повторные посадки картофеля за счет его замены на зерновые культуры в частности ячмень (вариант 3).

Харабалинский район Астраханской области частично располагается в Волго-Ахтубинской пойме и является одним из лидеров в производстве картофеля, люцерны на сено, говядины и баранины.

Вместе с тем в рассматриваемом районе остро назрела проблема деградации почвенного плодородия из-за монокультуры картофеля.

Более 50% пашни требуют проведения восстановительных мероприятий. Одной из таких мер является внедрение системы кормовых севооборотов на основе люцерны и зерновых культур.

Исследования, проведенные в различных почвенно-климатических зонах, показали, что состав и структура кормовых севооборотов оказывают различное влияние на улучшение почвообразовательных процессов в почвах опытных участков.

В настоящее время в Астраханской области ситуация с почвенным плодородием остается сложной, что во многом обусловлено разрушением системы научно-обоснованных севооборотов.

Наибольшее увеличение содержания гумуса в почвах Харабалинского района отмечено при внедрении севооборота, состоящего из 5 полей, 3 из которых заняты люцерной, одно поле – картофелем и одно поле – ячменем (таблица 5). В среднем за год изменение содержания гумуса составило 0,0013%. Во многом рост содержания гумуса после внедрения рассматриваемого севооборота обусловлен тем, что доля люцерны в его структуре превышает 50%.

Таблица 4 – Суммарный выход продукции с 1 га (т) и содержание обменной энергии, МДж/га
(3 севооборота, Харабалинский район)

Table 4 – Total production yield per 1 ha (t) and exchangeable energy content, MJ/ha
(3 crop rotations, Kharabalinsky district)

Вариант / Variant	2008-2012		2013-2017		2018-2022	
	Урожай- ность, т/га / Yield, t/ha	Содержание обменной энер- гии, МДж / Metabolic energy content, MJ	Урожай- ность, т/га / Yield, t/ha	Содержание обменной энергии, МДж / Metabolic energy content, MJ	Урожайность, т/га / Yield, t/ha	Содержание обменной энергии, МДж / Metabolic energy content, MJ
Вариант 1						
Контроль /						
1 Control						
1 поле	27	75600	30	84000	24	67200
картофель / 1						
field potatoes						
2 поле	24	67200	27	75600	22	61600
Картофель / 2						
field potatoes						
3 поле	21	58800	23	64400	20	56000
Картофель / 3						
field potatoes						
4-5 поле						
Залежь / 4-5 field						
fallow						
Итого / Option		201600		224000		184800
Вариант 2						
1 поле люцерны /	20	39995	22	43995	18	35996
1 alfalfa field						
2 поле люцерны /	25	49994	27	53994	22	43995
2 alfalfa field						
3 поле люцерны /	23	45995	24	47994	20	39995
3 alfalfa field						
4 поле	30	84000	35	98000	28	78400
картофель / 4						
potato field						
5 поле	24	67200	27	75600	22	61600
картофель /						
5 potato field						
Итого / Option		287184		319583		259986
Вариант 3						
1 поле люцерны /	25	49994	28	55994	23	45995
1 alfalfa field						
2 поле люцерны /	31	61993	34	67992	28	55994
2 alfalfa field						
3 поле люцерны /	28	55994	32	63993	26	51994
3 alfalfa field						
4 поле	36	100800	38	106400	35	98000
картофель /						
4 potato field						
5 поле ячмень /	3,5	39130	3,8	42484	3,3	36894
5 barley field						
Итого / Option		307911		336863		288877

В целом следует отметить, что изначально содержание гумуса было минимальным в почвах опытного участка Харабалинского района (0,86% в слое 0-20 см).

Вместе с тем пороговые значения содержания гумуса в почвах Астраханской области в разрезе районов за последние 30 лет претерпели существенные изменения в сторону уменьшения.

Переход от многопольной системы севооборотов на трехпольную негативно отразился на почвенном плодородии, обусловил проявление отрицательного баланса гумуса и привел к необходимости возрождения системы кормовых севооборотов по зонам региона [11].

Дальнейшее насыщение севооборотов многолетними бобовыми травами, в частности люцерной, положительно повлияет на рост содержания гумуса и благоприятно отразится на почвообразовательных процессах в целом [11].

Таблица 5 – Динамика изменения гумуса в пахотном слое 0-20 см в зависимости от вида севооборота
Table 5 – Dynamics of changes in humus in the 0-20 cm arable layer depending on the type of crop rotation

Вид севооборота / Type of crop rotation	Район / District	Структура посевов, % / Crop structure, %			Содержание гумуса, % / Humus content, %		Изменения, +/- / Changes, +/-	
		Зерновые и зернобобовые / Cereals and leguminous grains	Пропашные / Row crops	Многолетние травы / Multi-year grasses	Исходное / Original	Конечное / End	За весь период / For the entire period	В среднем за год / Average per year
Пропашной / Row crop	Харабалинский / Kharabalinskiy	-	60	-	0,87	0,86	-0,01	-0,0007
Травяно-пропашной / Grass-row	Харабалинский / Kharabalinskiy	-	40	60	0,97	0,98	+0,01	+0,0007
Травяно-зернопропашной / Grass Grain	Харабалинский / Kharabalinskiy	20	20	60	0,99	1,01	+0,02	+0,0013

Данные, представленные в таблицах 1-5, подтверждаются сравнительной экономической эффективностью (таблица 6).

Таблица 6 – Сравнительная экономическая эффективность севооборотов в Харабалинском районе Астраханской области

Table 6 – Comparative economic efficiency of crop rotations in the Kharabalinsky district of the Astrakhan region

Показатели / Indicators	5-типольный севооборот Контроль / 5-field crop rotation control	5-типольный севооборот / 5-field crop rotation	5-типольный севооборот / 5-field crop rotation
Состав севооборота / Composition of the crop rotation	1. Картофель / Potato 2. Картофель / Potato 3. Картофель / Potato 4. Залежь / Deposit 5. Залежь / Deposit	1. Люцерна / Alfalfa 2. Люцерна / Alfalfa 3. Люцерна / Alfalfa 4. Картофель / Potato 5. Картофель / Potato	1. Люцерна / Alfalfa 2. Люцерна / Alfalfa 3. Люцерна / Alfalfa 4. Картофель / Potato 5. Ячмень / Barley
Затраты из расчета на 1 га, тыс.руб / Costs per 1 ha, thousand rubles	120	122	92
Выручка из расчета на 1 га, тыс.руб / Revenue per 1 hectare, thousand rubles	150	160	124
Прибыль из расчета на 1 га, тыс.руб / Profit per 1 ha, thousand rubles	30	38	32
Экономическая эффективность, руб прибыли/рубль затрат / Economic efficiency, RUB profit/RUB of costs	0,25	0,31	0,35
Рентабельность, % / Profitability, %	25	31	35

По сравнению с контрольным вариантом эффективность рассматриваемых севооборотов оказалась в 1,13-1,40 раза выше.

Таким образом, внедрение кормовых севооборотов в условиях Харабалинского района Астраханской области не только положительно сказывается на почвенном плодородии за счет насыщения их многолетними бобовыми травами, в частности люцерной, но и значительно улучшает результативные финансово-экономические показатели деятельности хозяйств, специализирующихся на производстве кормов и развитии скотоводческих отраслей.

Лиманский район наряду с Харабалинским длительный период времени являлся лидером в производстве раннего и позднего картофеля, цены на который до последнего времени держались на уровне от 30-40 рублей за килограмм (ранний картофель) до 25-30 рублей за килограмм (поздний картофель).

С учетом складывающихся погодных и почвенно-климатических условий Лиманского района исследование севооборотов (таблица 7-9) осуществлялось в период с 2008 по 2022 гг.

Первый севооборот, представляющий собой контрольный вариант включал в себя 3 поля картофеля и 2 поля залежи (таблица 7).

Таблица 7 – Схема севооборота для условий Лиманского района Астраханской области
(вариант 1 контроль)

Table 7 – Crop rotation scheme for the conditions of the Limansky district Astrakhan region (option 1 control)

№ поля / field	Культура / Culture	Площадь, га / Area, ha
1	Картофель / Potato	10
2	Картофель / Potato	10
3	Картофель / Potato	10
4	Залежь / Deposit	10
5	Залежь / Deposit	10

Второй севооборот состоял из 3 полей люцерны и 2 полей картофеля (таблица 8).

Таблица 8 – Схема кормового севооборота для условий Лиманского района Астраханской области
(вариант 2)

Table 8 – Scheme of forage crop rotation for the conditions of the Limansky district Astrakhan region

№ поля / field	Культура / Culture	Площадь, га / Area, ha
1	Люцерна / Alfalfa	10
2	Люцерна / Alfalfa	10
3	Люцерна / Alfalfa	10
4	Картофель / Potato	10
5	Картофель / Potato	10
Итого / Total		50

Третий севооборот предусматривал включение в него наряду с люцерной и картофелем озимой пшеницы (таблица 9). Озимая пшеница, возделываемая на орошении, для засушливых условий Юга России является гарантом получения стабильных урожаев зерна в любой по погодным условиям год [12].

Таблица 9 – Схема кормового севооборота для условий Лиманского района Астраханской области
(вариант 3)

Table 9 – Scheme of forage crop rotation for the conditions of the Limansky district Astrakhan region
(option 3)

№ поля / field	Культура / Culture	Площадь, га / Area, ha
1	Люцерна / Alfalfa	10
2	Люцерна / Alfalfa	10
3	Люцерна / Alfalfa	10
4	Озимая пшеница / Winter wheat	10
5	Картофель / Potato	10
Итого / Total		50

Изучение трех выше обозначенных севооборотов включало 3 ротации.

По результатам 15-летнего изучения была произведена оценка урожая и содержания обменной энергии в нем, представленная в таблице 10.

Таблица 10 – Суммарный выход продукции с 1 га (т) и содержание обменной энергии, МДж/га
(3 севооборота, Лиманский район)

Table 10 – Total production yield per 1 ha (t) and exchangeable energy content, MJ/ha
(3 crop rotations, Limansky district)

Вариант / Variant	2008-2012		2013-2017		2018-2022	
	Урожай- ность, т/га / Yield, t/ha	Содержание обменной энергии, МДж / Metabolic energy content, MJ	Урожай- ность, т/га / Yield, t/ha	Содержание обменной энергии, МДж / Exchangeable energy content, MJ	Урожай- ность, т/га / Yield, t/ha	Содержание обменной энер- гии, МДж / Metabolic energy content, MJ
Вариант 1. Контроль / 1. Control						
1 поле картофель / 1 field potato	25	70000	28	78400	23	64400
2 поле картофель / 2 field potato	23	64400	25	70000	21	58800
3 поле картофель / 3 field potato	20	56000	23	64400	19	53200
4-5 поле Залежь / 4-5 field fallow						
Итого / Total		190400		212800		176400
Вариант 2						
1 поле люцерна / 1 alfalfa field	22	43995	25	49994	20	39995
2 поле люцерна / 2 alfalfa field	28	55994	30	59993	26	51994
3 поле люцерна / 3 alfalfa field	25	49994	28	55994	23	45995
4 поле картофель / 4 potato field	28	78400	33	92400	25	70000
5 поле картофель / 5 potato field	22	61600	25	70000	20	56000
Итого / Total		289983		328381		263984
Вариант 3						
1 поле люцерна / 1 alfalfa field	27	53994	33	65992	25	49994
2 поле люцерна / 2 alfalfa field	37	73992	38	75991	32	63993
3 поле люцерна / 3 alfalfa field	32	63993	36	71992	28	55994
4 поле озимая пшеница / 4 winter wheat field	4,6	43612	4,8	45508	4,5	42664
5 поле картофель / 5 potato field	35	98000	37	103600	33	92400
Итого / Total		333591		363083		305045

Анализ таблицы 10 показал, что из трех рассматриваемых севооборотов преимущество по содержанию обменной энергии в урожае получил севооборот, состоящий из трех полей люцерны, одного поля озимой пшеницы и одного поля картофеля.

Наибольшее увеличение содержания гумуса в почвах Лиманского района отмечено при внедрении севооборота, состоящего из 5 полей, 3 из которых заняты люцерной, одно поле озимой пшеницей и одно поле картофелем (таблица 11). В среднем за год изменение содержания гумуса составило 0,0017%. Во многом рост содержания гумуса после внедрения рассматриваемого севооборота обусловлен тем, что доля люцерны в его структуре превышает 50%.

Таблица 11 – Динамика изменения гумуса в пахотном слое 0-20 см в зависимости от вида севооборота
Table 11 – Dynamics of changes in humus in the 0-20 cm arable layer depending on the type of crop rotation

Вид севооборота / Type of crop rotation	Район / District	Структура посевов, % / Crop structure, %			Содержание гумуса, % / Humus content, %		Изменения, +/- / Changes, +/-	
		Зерновые и зернобобовые / Cereals and leguminous grains	Пропашные / Row crops	Многолетние травы / Multi-year grasses	Исходное / Original	Конечное / End	За весь период / For the entire period	В среднем за год / Average per year
Пропашной / Row crop	Лиманский / Limansky	-	60	-	0,59	0,58	-0,01	-0,0007
Травяно-пропашной / Grass no-row	Лиманский / Limansky	-	40	60	0,65	0,66	+0,01	+0,0007
Травяно-зерно-пропашной / Grass but-grain-row	Лиманский / Limansky	20	20	60	0,67	0,69	+0,02	+0,0017

В целом следует отметить, что изначально содержание гумуса было минимальным в почвах опытного участка Лиманского района (0,58% в слое 0-20 см).

Анализ таблицы 12 показал эффективность травяно-зерно-пропашного севооборота по сравнению с пропашным и травяно-пропашным севооборотами. Так, например, рентабельность от внедрения травяно-зерно-пропашного севооборота составила 30%, или в 1,2-1,5 раза выше по сравнению с травяно-пропашным и пропашным севооборотами соответственно.

Таблица 12 – Сравнительная экономическая эффективность севооборотов в Лиманском районе Астраханской области

Table 12 – Comparative economic efficiency of crop rotations in the Limansky district of the Astrakhan region

Показатели / Indicators	5-типольный севооборот Контроль / 5-field crop rotation control	5-типольный севооборот / 5-field crop rotation	5-типольный севооборот / 5-field crop rotation
1	2	3	4
Состав севооборота / Composition of the crop rotation	1. Картофель / Potato 2. Картофель / Potato 3. Картофель / Potato 4. Залежь / Deposit 5. Залежь / Deposit	1. Люцерна / Alfalfa 2. Люцерна / Alfalfa 3. Люцерна / Alfalfa 4. Картофель / Potato 5. Картофель / Potato	1. Люцерна / Lucerne 2. Люцерна / Lucerne 3. Люцерна / Lucerne 4. Озимая пшеница / Winter wheat 5. Картофель / Potato
Затраты из расчета на 1 га, тыс. руб / Costs per 1 hectare, thousand rubles	125	128	97

Окончание таблицы 12

1	2	3	4
Выручка из расчета на 1 га, тыс.руб / Revenue per 1 hectare, thousand rubles	150	160	126
Прибыль из расчета на 1 га, тыс.руб / Profit per 1 ha, thousand rubles	25	32	29
Экономическая эффективность, руб прибыли/рубль затрат / Economic efficiency, RUB profit/RUB of costs	0,2	0,25	0,30
Рентабельность, % / Profitability, %	20	25	30

Выводы. Таким образом, замена монокультуры картофеля на кормовые севообороты, апробированные по зонам региона, является жизненно необходимой мерой, направленной на сохранение почвенного плодородия, преодоления тенденции отрицательного баланса гумуса, обеспечение полноценной кормовой базы запланированному поголовью сельскохозяйственных животных в целях решения проблемы продовольственной безопасности региона по молоку и говядине.

Conclusions. Thus, replacing the potato monoculture with forage crop rotations, tested in the zones of the region, is a vital measure aimed at preserving soil fertility, overcoming the tendency of a negative humus balance, providing a complete feed base for the planned number of farm animals in order to solve the problem of food security in the region for milk and beef.

Библиографический список

1. Абеуов С. К. Поливидовые посевы, особенности единства и противоречий. Потенциал современной науки. 2014. № 6. С. 10-13.
2. Тютюма Н. В., Айтпаева А. А., Беспалова О. Н. Устойчивое развитие кормопроизводства как основа наращивания животноводческой продукции в регионе. АгроЭкоИнфо. 2022. № 4 (52).
3. Timofeeva G. V., Akmaeva R. I., Aitpaeva A. A. Strategic directions of development of dairy cattle breeding in the region in the conditions of modern challenges. Competitive, sustainable and safe development of the regional economy: response to global challenges. Volgograd, 2019. V. 39. <https://www.atlantispress.com/proceedings/cssdre-19/125909685>.
4. Беленков А. И. Взаимосвязь агрофизических показателей плодородия почвы и урожайности викоовсяной смеси в полевом опыте ЦТЗ. Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сборник докладов междунар. науч.-практич. конф. М., 2017. С. 37-39.
5. Карпова Л. В. Продуктивность и кормовая ценность зернобобовых культур при выращивании на разных фонах питания. Нива Поволжья. 2010. № 3. С. 23-26.
6. Банкрутенко А. В., Мансапова А. И., Елисеева Н. С. Кормовые бобы в системе севооборотов. Аграрная Россия. 2018. № 2. С. 3-6.
7. Борисов В. А., Разин О. А., Васючков И. Ю., Успенская О. Н. Перспективы развития органического овощеводства в Российской Федерации. Аграрная Россия. 2018. № 9. С. 30-34.
8. Крючков М. М., Потапова Л. В., Ступин А. С., Новиков Н. Н. Основные элементы адаптивной системы земледелия рязанской области. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2013. № 2 (18). С. 27-29.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
10. Беляков А. М., Назарова М. В. Структура посева как фактор экологической сбалансированности агроландшафтов засушливой зоны юга России. Научно-агрономический журнал. 2020. № 3 (110). С. 31-37.
11. Плещачев Ю. Н., Костин М. В. Деградация земель в Нижнем Поволжье. Полевые исследования. 2020. № 7. С. 124-133.
12. Шульмейстер К. Г., Лисниченко И. И., Смирнов И. И. Улучшение полевых севооборотов на Юго-Востоке Европейской части страны. Вестник с.-х. науки. 1990. № 2. С. 126-133.

References

1. Abeuov S. K. Multispecies crops, features of unity and contradictions. Potential of modern science. 2014. No. 6. Pp. 10-13.
2. Tyutyuma N. V., Aitpaeva A. A., Bepalova O. N. Sustainable development of feed production as the basis for increasing livestock production in the region. AgroEcolInfo. 2022. No. 4 (52).
3. Timofeeva G. V., Akmaeva R. I., Aitpaeva A. A. Strategic directions of development of dairy cattle breeding in the region in the conditions of modern challenges. Competitive, sustainable and safe development of the regional economy: response to global challenges. Volgograd, 2019. V. 39. <https://www.atlantispress.com/proceedings/cssdre-19/125909685>.
4. Belenkov A. I. The relationship between agrophysical indicators of soil fertility and the yield of vetch-oat mixture in the field experiment of TsTZ. Agroecological problems of soil science and agriculture: collection of reports of the international scientific-practical conference. M., 2017. Pp. 37-39.

5. Karpova L. V. Productivity and feed value of leguminous crops when grown on different nutritional backgrounds. *Niva Povolzh'ye*. 2010. No. 3. Pp. 23-26.
6. Bankrutenko A. B., Mansapova A. I., Elisabeva N. C. Feed beans in the crop rotation system. *Agrarian Russia*. 2018. № 2. Pp. 3-6.
7. Borisov V. A., Razin O. A., Vasyuchkov I. Y., Uspenskaia O. N. Prospects for the development of organic vegetable production in the Russian Federation. *Agrarian Russia*. 2018. № 9. Pp. 30-34.
8. Kryuchkov M. M., Potapova L. B., Stupin A. C., Novikov N. N. The main elements of the adaptive system of agriculture of the Ryazan region. *Journal of Ryazan State Agrotechnological University*. P. A. Kostychev. 2013. № 2 (18). Pp. 27-29.
9. Dospehov B.A. Methodology of field experience. M.: Kolos, 1985. 351 p.
10. Belyakov A. M., Nazarova M. V. Sowing structure as a factor in the ecological balance of agricultural landscapes in the arid zone of southern Russia. *Scientific and Agronomic Journal*. 2020. No. 3 (110). Pp. 31-37.
11. Pleskachev Yu. N., Kostin M. V. Land degradation in the Lower Volga region. *Field research*. 2020. No. 7. Pp. 124-133.
12. Shulmeister K. G., Lisnichenko I. I., Smirnov I. I. Improving field crop rotations in the South-East of the European part of the country. *Bulletin of agriculture. Sciences*. 1990. No. 2. Pp. 126-133.

Информация об авторах

Тютюма Наталья Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» (Российская Федерация, 416251, Астраханская область, Черныярский район, с. Солёное Займище, квартал Северный, д. 8), ORCID ID 0000-0001-6582-2628, e-mail: pniiiaz@mail.ru

Айтпаева Айгуль Алдунгаровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент по специальности «Экономика и управление народным хозяйством», доцент кафедры «Экспертиза, эксплуатация и управление недвижимостью», начальник управления научно-исследовательской работы и международных связей Астраханского государственного архитектурно-строительного университета (Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 18.); научный сотрудник ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» (Российская Федерация, 416251, Астраханская область, Черныярский район, с. Солёное Займище, квартал Северный, д. 8), ORCID 0000-0003-3898-5813, e-mail: arman.bisalieva2012@yandex.ru

Воронов Сергей Иванович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» (Российская Федерация, 143026, г. Москва, Большой Бульвар, 30с1, Инновационный центр Сколково), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8103-3909, e-mail: vsi08@mail.ru

Булахтина Галина Константиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, отдел рационального природопользования, заведующий отделом, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» (416251, Российская Федерация, Астраханская область, Черныярский район, с. Солёное Займище, квартал Северный, д. 8), ORCID 0000-0001-8949-8666, e-mail: gbulaht@mail.ru

Author's Information

Tyutyuma Natalya Vladimirovna, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Federal State Budgetary Institution "PAFSC RAS" (Russian Federation, 416251, Astrakhan region, Chernoyarsky district, Solenoe Zaimishche, Severny quarter, 8), ORCID ID 0000-0001-6582-2628, e-mail: pniiiaz@mail.ru

Aitpayeva Aigul Aldungarovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor in the specialty "Economics and Management of the National Economy", Associate Professor of the Department of "Expertise, Operation and Management of Real Estate", Head of the Department of Research Work and International Relations of the Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering (Russian Federation, 414056, Astrakhan, Tatishchev st., 18); Researcher at the Federal State Budgetary Institution "PAFSC RAS" (Russian Federation, 416251, Astrakhan region, Chernoyarsky district, Solenoe Zaimishche, Severny quarter, 8), ORCID 0000-0003-3898-5813, e-mail: arman.bisalieva2012@yandex.ru

Voronov Sergey Ivanovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences Director, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center" Nemchinovka" (Russian Federation, 143026, Moscow, Bolshoi Boulevard, 30c1, Skolkovo Innovation Center), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8103-3909, e-mail: vsi08@mail.ru

Bulakhtina Galina Konstantinovna, Candidate of Agricultural Sciences, Department of Environmental Management, Head of Department, Federal State Budgetary Scientific Institution "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 416251, Astrakhan Region, Chernoyarsky District, Solenoe Zaimishche, Severny quarter, 8), ORCID 0000-0001-8949-8666, e-mail: gbulaht@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-02

YIELD AND WATER BALANCE OF ONIONS IN THE LOWER VOLGA REGION

²Denisov K. E., ¹Petrov N. Y., ²Solodovnikov A. P., ¹Ivanov V. A., ³Bolaev B. K.

¹*Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation*

²*Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov
Saratov, Russian Federation*

³*Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov
Elista, Republic of Kalmykia, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: npetrov60@list.ru

Received 15.04.2024

Submitted 30.05.2024

Abstract

Introduction. In modern times, the development of vegetable growing, which is marked by the widespread introduction of the latest technologies, specifically drip irrigation, the introduction and adaptation of modern (more often foreign) varieties and hybrids, optimization of the water and mineral nutrition system, an effective