

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.582:626.84:631.452

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_2_12

EDN: MUVBPN

**Влияние чередования культур и способов основной обработки
почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур
в орошаемых севооборотах Нижнего Поволжья**

Екатерина Владимировна Зинченко^{1✉}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия (ВНИИОЗ) – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоград, Россия

¹ kshnKaterina@yandex.ru[✉]

Аннотация. Представлены экспериментальные данные, полученные в двухфакторном полевом опыте, заложенном в ОС «Орошаемая» ВНИИ орошаемого земледелия. Фактор А: виды севооборотов – кормо-зерновой с трехлетней люцерной и зернокармликовой. Культуры в севооборотах выбраны с учетом их биологического потенциала, эффективного использования природных факторов – люцерна, кукуруза на зерно и силос, озимая пшеница, зернобобовые. Фактор В: способы основной обработки почвы – отвальная (вспашка на глубину 20–22 см) и поверхностная (дисковое лущение на глубину 10–12 см). Подтверждено влияние изучаемых сельскохозяйственных культур на плодородие и продуктивность пашни; показано значение изучаемых культур в зависимости от количества поступающих в почву пожнивно-корневых остатков, которые сохраняют и повышают уровень плодородия почвы, обеспечивают положительный баланс органического вещества; отмечен устойчивый рост сельскохозяйственного производства за счет повышения эффективности использования пашни. В севообороте с люцерной в пахотном слое при отвальной вспашке и поверхностной обработке почвы содержание нитратного азота в начале вегетации было выше, чем в безлюцерновом. К концу вегетации содержание азота наиболее существенно сокращалось в первом севообороте при отвальной обработке почвы. Обеспеченность фосфором и калием была достаточно высокая в начале и конце вегетации. В кормозерновом севообороте складывался положительный баланс органического вещества на всех вариантах, в зернокармликовом – баланс был отрицательным при отвальной и положительным – при поверхностной обработках. Обоснована возможность получения продуктивности до 11,0 тыс. к.ед./га в орошаемых условиях при выращивании рентабельных сельскохозяйственных культур, приспособленных к условиям агроландшафта, таких как люцерна, суданская трава, кукуруза на силос, смесь этих культур с бобовыми и злаковыми компонентами, озимая пшеница, кукуруза, зернобобовые с применением отвальной обработки почвы.

Ключевые слова: севообороты, способы основной обработки почвы, орошение, пожнивно-корневые остатки, органическое вещество почвы, продуктивность

Для цитирования: Зинченко Е.В. Влияние чередования культур и способов основной обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур в орошаемых севооборотах Нижнего Поволжья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 12–19. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_12–19.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Influence of crop rotation and methods of basic soil treatment on crop
productivity in irrigated crop rotations of the Lower Volga region**

Ekaterina V. Zinchenko^{1✉}

¹ All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – Branch of the Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Volgograd, Russia

¹ kshnKaterina@yandex.ru[✉]

Abstract. The paper presents experimental data obtained in a two-factor field experiment started on the territory of Irrigated Experimental Station of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture. Factor A means types of crop rotation: i) fodder & grain crop rotation with alfalfa of the third year of vegetation; ii) grain and fodder crop rotation. Cultures in crop rotations are selected taking into account their biological potential, effective use of natural

factors, i.e. alfalfa, grain maize and maize for silage, winter wheat, leguminous crops. Factor B means methods of basic soil treatment: i) moldboard plowing (to a depth of 20-22 cm); ii) surface tillage (disk plowing to a depth of 10-12 cm). The author confirmed the influence of the studied crops on the fertility and productivity of arable land; discussed the importance of the studied crops depending on the amount of plant and root residues remaining after the harvesting and processing of crops, which preserve and increase the level of soil fertility, provide a positive balance of organic matter; noted steady growth of agricultural production due to an increased efficiency of arable land use. In crop rotation with alfalfa in the arable layer during moldboard plowing and surface tillage, the nitrate nitrogen content at the beginning of the vegetation was higher than in the crop rotation without alfalfa. By the end of the vegetation, the nitrogen content decreased most significantly in the first crop rotation during moldboard plowing. Soil nutrient supply, phosphorus and potassium level of soil in particular, was quite high at the beginning and the end of the vegetation. In fodder & grain crop rotation, a positive balance of organic matter was formed in all variants, in grain and fodder crop rotation, the balance was negative during moldboard plowing and positive during surface tillage. The possibility of obtaining productivity of up to 11.0 thousand feed units per hectare under irrigated conditions is substantiated when growing profitable crops adapted to the conditions of the agricultural landscape, i.e. alfalfa, Sudan grass, maize for silage, mixtures of these crops with bean cultures and cereal cultivars, winter wheat, corn, leguminous crops on the background of moldboard plowing.

Keywords: crop rotations, methods of basic soil treatment, irrigation, plant and root residues, soil organic matter, productivity

For citation: Zinchenko E.V. Influence of crop rotation and methods of basic soil treatment on crop productivity in irrigated crop rotations of the Lower Volga region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):12-19. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_12-19.

Введение
Современное сельскохозяйственное производство направлено на повышение продуктивности пашни при сохранении и увеличении эффективного плодородия почвы. Вынос органического вещества, элементов минерального питания с урожаем ведет к снижению массы доступных для растений питательных элементов, ухудшению воспроизводства плодородия почвы.

Доступным средством повышения продуктивности пашни и плодородия почвы является переход на современные системы земледелия (адаптивно-ландшафтные, интенсивные и др.) и совершенствование применяемых севооборотов [7, 8, 9].

Севообороты необходимы для обоснования рационального конструирования агрофитоценозов в соответствии с биологическими требованиями возделываемых культур, а также обеспечения условий для реализации биологически обусловленного уровня продуктивности растений при освоении прогрессивных агротехнологий. Степень воздействия компонентов агрофитоценоза на количество возвращаемого органического вещества зависит от культур и правильного их чередования.

Положительное влияние на плодородие почвы оказывают запасы органического вещества, накопленного за счет выделений корней растений, сбрасывания стареющих листьев, симбиоза с микроорганизмами, корневой массы и надземных растительных остатков после уборки урожая [3, 4].

Исследования И.П. Кружилина и А.С. Морозовой [5] показали, что при низком насыщении севооборотов многолетними травами, недостаточном применении органических удобрений (навоз и сидераты), нарушении агротехнических приемов, режимов орошения наблюдается снижение образования и накопления органического вещества.

Научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур необходимо эффективно сочетать с системами основной обработки почвы. Представляют интерес работы ученых [1, 6, 11] по влиянию основной обработки почвы на ее плодородие. Результаты исследования П.Д. Шевченко и А.Д. Дробилко [12] свидетельствуют о необходимости оптимального сочетания отвальных, безотвальных способов обработки почвы в севообороте и под отдельные культуры.

Целью проведенных исследований являлось научное обоснование чередования сельскохозяйственных культур и способов основной обработки почвы, обеспечивающих высокопродуктивное использование орошаемых земель при сохранении плодородия почвы и экологической устойчивости агроландшафтов.

В круг задач входило:

- обоснование размещения возделываемых культур и их соотношения в севооборотах различной специализации;
- подбор адаптированных к местным условиям среды высокоурожайных, отзывчивых на орошение сельскохозяйственных культур;
- определение содержания элементов минерального питания в почве, количества пожнивно-корневых остатков, поступающих в почву, а также продуктивности (содержание кормовых единиц и переваримого протеина) сельскохозяйственных культур.

Методы исследования

Изучение специализированных севооборотов в орошаемых условиях Нижнего Поволжья при различных способах основной обработки почвы осуществлялось в двухфакторном полевом опыте на территории ОС «Орошаемая» Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (г. Волгоград) сотрудниками лаборатории севооборотов отдела орошаемого земледелия и агроэкологии с 2012 по 2021 г.

Почвы опытного участка – светло-каштановые, тяжелосуглинистые. Пахотный горизонт колеблется в пределах 0,25–0,30 м, содержание органического вещества составляет около 2,0%. По содержанию элементов питания почвы можно отнести к низкообеспеченным доступным азотом, среднеобеспеченным фосфором и хорошо обеспеченным обменным калием.

Фактор А – виды севооборотов:

- кормозерновой с люцерной третьего года использования;
- зернокормовой.

Культуры в севооборотах выбраны с учетом их биологического потенциала, эффективного использования природных факторов – люцерна, кукуруза на зерно и силос, озимая пшеница, зернобобовые.

Схема чередования культур в двух изучаемых севооборотах приведена в таблице 1.

В первом севообороте удельный вес зерновых культур составил 37,5%, кормовых – 62,5%, во втором севообороте – соответственно 62,5 и 37,5%. Использование пашни в кормозерновом севообороте составило 125%, в зернокормовом – 137,5%.

Таблица 1. Чередование культур в изучаемых севооборотах

№ поля	№ севооборота	
	I	II
1	Люцерна под покровом овса	Вико-овсяная смесь (2 урожая)
2	Люцерна	Кукуруза на силос
3	Люцерна	Озимая пшеница + пожнивные остатки
4	Кукуруза на зерно	Зернобобовые
5	Ячмень или сорго на зерно	Кукуруза на зерно
6	Вико-овсяная смесь (2 урожая)	Вико-овсяная смесь
7	Кукуруза на силос	Озимая пшеница + пожнивные остатки
8	Озимая пшеница + пожнивные остатки	Кукуруза на зерно

Фактор В – способы основной обработки почвы:

- отвальная обработка (вспашка на глубину 20–22 см);
- поверхностная (дисковое лущение на глубину 10–12 см).

Общая площадь под опытом составляла 2,7 га. Размещение делянок систематическое, повторность трехкратная. Площадь поля составляла 0,9 га, площадь под культурой – 0,45 га, под обработкой почвы – 0,22 га.

Полевые исследования проводились в соответствии с методиками полевого опыта в орошаемом земледелии [2, 10].

Применяемые агротехнические мероприятия были общепринятыми для зональных почвенно-климатических условий за исключением изучаемых вариантов. Нижний порог влажности почвы поддерживался на уровне 70–75% НВ. Поливы осуществлялись дождевальными машинами «Бауэр». Уборку проводили в фазе полной спелости зерновых культур и укосной спелости кормовых культур.

Метеорологические условия в период проведения исследований характеризовались дефицитом осадков, высокими температурами, низкой относительной влажностью воздуха и значительной скоростью ветра во время вегетации растений. Гидротермический коэффициент за этот период изменялся от 0,4 до 0,8, что свидетельствует о засушливом климате данной территории. В таких условиях эффективным способом оптимизации водного режима и борьбы с проявлениями засухи является использование оросительных мелиораций.

Результаты исследования

Урожай сельскохозяйственных культур и его качество во многом зависят от доступных элементов питания, находящихся в почве. На светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья в условиях орошения большое значение имеет содержание подвижных форм азота и фосфора, которые способствуют формированию стабильных урожаев. Азотные и фосфорные элементы питания могут изменяться в зависимости от вида и сорта возделываемых растений, применяемой агротехники, сезона и других условий. Нитратный азот находится в доступной для растений форме, в отличие от аммонийного. Изучение динамики поступления и использования питательных веществ под влиянием чередования культур, уровня агротехники необходимо для прогнозирования продуктивности возделываемых культур.

По полученным данным (табл. 2), в среднем запасы легкодоступного нитратного азота в начальный период вегетации на варианте отвальной вспашки в пахотном слое составляли 14,2 и 11,9 мг/кг почвы соответственно в севообороте с люцерной и без люцерны, что свидетельствует о низкой обеспеченности почв нитратным азотом. Потребность растений в этом элементе питания восполняется за счет внесения удобрений, разложения органического вещества в процессе микробиологической деятельности. Существенно различаются по содержанию нитратного азота почвы на варианте применения отвальной вспашки в начальный период вегетации, на которых содержание нитратного азота на 30–40% выше, чем на вариантах поверхностной обработки. К концу вегетации отмечается уменьшение содержания этого элемента от 40 до 55% за счет потребления растениями и затухания нитрификационных процессов.

Таблица 2. Обеспеченность культур севооборотов элементами минерального питания в слое 0–50 см (среднее за 2012–2021 гг.), мг/кг почвы

Севооборот	Способ основной обработки почвы	Слой почвы, см	NO ₃		NH ₄		P ₂ O ₅		K ₂ O	
			весенний период	осенний период	весенний период	осенний период	весенний период	осенний период	весенний период	осенний период
I	Отвальная	0–25	14,2	6,3	11,6	7,6	76,7	68,4	322,7	299,3
		25–50	12,9	7,8	11,8	6,6	56,7	38,7	256,3	209,0
	Поверхностная	0–25	9,0	11,4	15,9	7,3	94,5	76,8	396,7	297,0
		25–50	8,3	16,0	9,6	4,9	54,2	21,4	255,3	202,5
II	Отвальная	0–25	11,9	6,7	12,0	7,5	78,8	76,7	328,0	279,7
		25–50	10,8	6,5	12,6	5,3	44,9	39,9	217,7	197,3
	Поверхностная	0–25	7,5	7,8	7,8	6,5	91,1	58,3	304,7	243,5
		25–50	7,4	8,4	9,5	4,5	42,5	27,9	212,3	192,5

Обеспеченность культур доступным фосфором в опыте была высокой и в весенний, и в осенний сроки определения, и в пахотном, и в подпахотном слоях. На величину этого элемента не оказывали влияние состав чередующихся культур и способ основной обработки почвы.

Содержание доступного калия было очень высоким в начале вегетации, к концу вегетации уменьшалось на 10–25% и оставалось в пределах среднего уровня обеспеченности. Влияние изучаемых факторов на содержание калия не отмечено.

Уровень плодородия почвы определяется содержанием в нем органического вещества. От его запасов и качественного состава во многом зависят агрофизические и агрохимические свойства почвы. Процессы образования органического вещества и минерализации регулируются возделыванием культур и применяемыми агротехнологиями.

Источником пополнения органической массы служат поступающие в почву пожнивно-корневые остатки. Проведенные исследования показали, что количество пожнивно-корневых остатков за ротацию севооборотов в большей степени зависело от соотношения культур, в меньшей – от способа обработки почвы (табл. 3). В севообороте с люцерной за восьмилетнюю ротацию в почву поступило на вариантах отвальной обработки почвы в среднем 9,21 т/га органического вещества, на вариантах с дисковым лушением – 7,07 т/га, в севообороте без люцерны – в среднем соответственно 7,34 и 7,80 т/га органического вещества.

Проведенный расчет баланса органического вещества с применением коэффициентов гумификации и минерализации свидетельствует о преобладании процессов гумификации над процессами минерализации в севообороте с люцерной. В кормозерновом севообороте с тремя полями люцерны при отвальной и поверхностной обработках почвы и в зернокармном при поверхностной обработке почвы баланс органического вещества был положительным – соответственно +0,13, +0,19 и +0,19 т/га.

Таблица 3. Баланс органического вещества под культурами севооборотов в слое 0–50 см (среднее за 2012–2021 гг.), т/га

Севооборот	Способ основной обработки почвы	Запас органического вещества, т/га	Масса пожнивно-корневых остатков, т/га	Минерализовалось органического вещества, т/га	Образовалось органического вещества из пожнивно-корневых остатков, т/га	Баланс органического вещества, т/га
I	Отвальная	81,37	9,21	1,70	1,83	+0,13
	Поверхностная	70,66	7,07	1,39	1,58	+0,19
II	Отвальная	81,22	7,34	1,61	1,50	–0,11
	Поверхностная	67,44	7,80	1,38	1,63	+0,25

Главным показателем плодородия почвы и применяемых агротехнологических мероприятий является продуктивность возделываемых культур, выражающаяся в кормовых единицах и переваримом протеине. Показатели продуктивности характеризуют эффективность применяемых агротехнологий, степень реализации растениями биологических возможностей и качество получаемой продукции. В таблице 4 представлены показатели продуктивности культур севооборотов в зависимости от способа основной обработки почвы.

Продуктивность возделываемых культур была различной в зависимости от структуры посевов, насыщенности многолетними травами и промежуточными культурами. Выход кормовых единиц был наибольшим в кормозерновом севообороте – на вариантах поверхностной и отвальной обработок почвы соответственно 9,32 и 10,67 тыс. к. ед./га. В зернокармном севообороте выход кормовых единиц составлял соответственно 9,06 и 9,46 тыс. к. ед./га.

Таблица 4. Продуктивность культур в зависимости от способа основной обработки почвы (среднее за 2012–2021 гг.), т/га

Севособорот	Культуры	Способ основной обработки почвы*	Содержание		Содержание переваримого протеина в кормовой единице
			кормовых единиц	переваримого протеина	
I	Люцерна под покровом овса	О	10,41	1,97	189,0
		П	8,61	1,60	183,5
	Люцерна 2-го года жизни	О	11,31	2,45	216,2
		П	9,80	2,12	217,3
	Люцерна 3-го года жизни	О	11,40	2,19	193,3
		П	6,60	1,44	218,2
	Кукуруза на зерно	О	9,38	0,52	55,4
		П	8,11	0,45	55,5
	Ячмень + пожнивные остатки	О	3,53	0,30	85,0
		П	2,77	0,23	83,0
	Вико-овсяная смесь + поукосные остатки	О	7,11	0,91	128,0
		П	6,51	0,83	127,5
	Кукуруза на силос	О	12,10	0,89	73,1
		П	12,50	0,88	70,4
	Озимая пшеница + пожнивные остатки	О	5,22	0,40	76,6
		П	5,16	0,40	77,5
	В среднем по севообороту I	О	10,67	1,32	123,7
		П	9,32	1,14	122,3
	НСР ₀₅ для сравнения частных средних		1,22	0,26	
	НСР ₀₅ по культурам севооборота		0,70	0,15	
	НСР ₀₅ по обработке почвы		0,55	0,12	
II	Вико-овсяная смесь + поукосные остатки	О	7,04	1,01	144,8
		П	7,21	0,92	126,8
	Кукуруза на силос	О	10,40	0,94	93,6
		П	9,38	0,75	79,9
	Озимая пшеница + пожнивные остатки	О	6,41	0,50	78,0
		П	6,32	0,65	102,4
	Соя	О	2,68	0,36	134,3
		П	3,06	0,42	137,2
	Кукуруза на зерно	О	7,37	0,32	43,7
		П	10,32	0,76	73,1
	Вико-овсяная смесь + поукосные остатки	О	7,17	0,91	126,9
		П	6,90	0,88	127,5
	Озимая пшеница + пожнивные остатки	О	4,74	0,37	78,1
		П	4,80	0,37/0,03	165,1
	Кукуруза на зерно	О	7,11	0,32	51,5
		П	6,57	0,28	42,6
	В среднем по севообороту II	О	9,46	0,85	89,9
		П	9,06	0,83	91,6
	НСР ₀₅ для сравнения частных средних		1,27	0,11	
	НСР ₀₅ по культурам севооборота		0,74	0,07	
	НСР ₀₅ по обработке почвы		0,57	0,05	

Примечание: * – О – отвальная обработка; П – поверхностная обработка.

В кормозерновом севообороте с люцерной по выходу кормовых единиц наиболее продуктивными в зависимости от изучаемых способов обработки почвы были кукуруза на силос (12,1–12,5 т/га) и люцерна второго года жизни (9,8–11,3 т/га). Из зерно-

вых культур более высокий выход кормовых единиц отмечался у кукурузы на зерно в сравнении с озимой пшеницей и ячменем (кукуруза – 8,11–9,38 т/га, озимая пшеница – 5,16–5,22 т/га, ячмень – 2,77–3,53 т/га).

Продуктивность зернокормового севооборота в сравнении с кормозерновым на вариантах применения отвальной обработки почвы была ниже на 1,21 т/га, или на 11,3% и на вариантах дискового лущения – на 0,26 т/га, или на 2,8%. Более высокую продуктивность из кормовых культур обеспечивала кукуруза на силос в сравнении с вико-овсяной смесью, но с учетом второго урожая после уборки вико-овсяной смеси весеннего посева продуктивность этого поля приближалась к показателям кукурузы на силос (кукуруза на силос – в среднем 9,9 т/га, вико-овсяная смесь – 7,1 т/га). Зерновая кукуруза обеспечивала более высокий выход кормовых единиц в сравнении с озимой пшеницей и соей (кукуруза – 7,8 т/га, озимая пшеница – 5,6 т/га, соя – 2,9 т/га).

Таким образом, более продуктивным по выходу кормовых единиц и переваримого протеина был первый севооборот (кормозерновой с люцерной). Более высокую продуктивность культуры обеспечивали на варианте отвальной вспашки в сравнении с дисковым лущением. Наиболее продуктивными в группе кормовых были люцерна и кукуруза на силос, из зерновых – кукуруза на зерно.

Максимальная продуктивность была получена на вариантах отвальной обработки почвы и составляла в среднем на 4,2–12,6% больше, чем на вариантах поверхностной обработки почвы.

На выход протеина с гектара пашни существенное влияние оказывало наличие люцерны в севообороте, где содержание переваримого протеина в среднем было 1,23 т/га, что на 31,7% больше, чем в севообороте без люцерны. Незначительное превышение содержания протеина отмечалось на вариантах отвальной обработки – на 9% по сравнению с поверхностной. В соответствии с этой закономерностью колебалось и содержание протеина в кормовой единице, характеризующее качественные свойства корма.

Заключение

Проведенные полевые исследования по изучению чередования сельскохозяйственных культур и способов основной обработки почвы доказали возможность получения 10,0–11,0 тыс. к. ед. с гектара на орошении светло-каштановых почв Нижнего Поволжья при возделывании рентабельных культур, соответствующих специализации хозяйств и адаптированных к местным условиям, таких как:

- многолетние бобовые травы (люцерна) третьего года использования;
- однолетние культуры – суданская трава, кукуруза на силос, смеси этих культур с бобовыми и злаковыми компонентами;
- зерновые – озимая пшеница, кукуруза, зернобобовые.

Продуктивность кормозернового севооборота на вариантах применения отвальной обработки почвы составляла 10,7 тыс. к. ед., поверхностной – 9,3 тыс. к. ед., зерно-кормового – соответственно 9,5 и 9,1 тыс. к. ед.

Список источников

1. Абасов Ш.М., Гаплаев М.Ш., Хусайнов Х.А. и др. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность культур зернопропашного севооборота при разных способах основной обработки почвы // Плодородие. 2022. № 1(124). С. 54–57. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.14.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Молоканцева Е.И. и др. Агроэкологическое испытание многолетних бобовых трав в условиях орошения юга России // Орошаемое земледелие. 2022. № 1(36). С. 53–58. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-1-2.
4. Замятин С.А., Ефимова А.Ю., Максуткин С.А. Накопление пожнивно-корневых остатков в зависимости от вида полевого севооборота // АПК: инновационные технологии. 2019. № 3(46). С. 25–33.

5. Кружилин И.П., Морозова А.С. Влияние орошения на почвы и ландшафты степей // Почвоведение. 1993. № 11. С. 59–64.
6. Лукин С.М., Золкина Е.И., Марчук Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества почвы // Плодородие. 2021. № 3(120). С. 93–98. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.18.
7. Мельцаев И.Г., Вихорева Г.В. Севооборот – фактор повышения плодородия почвы и продуктивности агрокультур в Верхневолжье // Владимирский земледелец. 2020. № 2(92). С. 13–18. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10113.
8. Мухортов В.И., Федорова В.А., Туманян А.Ф. Перспективные схемы севооборотов на песчаных землях периодического орошения юга и юго-востока ЕТР // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2(38). С. 109–115.
9. Новиков А.А., Комарова О.П. Влияние состава культур севооборота на структурное состояние почвы // Плодородие. 2022. № 5(128). С. 20–23. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.05.
10. Плешаков В.А. Методика полевого опыта в условиях орошения. Рекомендации. Волгоград: ВНИИ орошаемого земледелия, 1983. 148 с.
11. Привалов Ф.И., Гвоздов А.П., Булавин Л.А. и др. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зернового севооборота // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 64–67.
12. Шевченко П.Д., Дробилко А.Д. Приемы возделывания полевых культур в орошаемых севооборотах // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4(48). С. 34–37.

References

1. Abasov Sh.M., Gaplaev M.Sh., Husainov H.A. et al. Influence of chemistry and biologization means on crop yields of grain rotation with different methods of basic soil treatment. *Plodородie*. 2022;1(124):54-57. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.14. (In Russ.).
2. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): textbook. 5th edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1985. 351 p. (In Russ.).
3. Dronova T.N., Burtseva N.I., Molokantseva E.I. et al. Agroecological testing of perennial legumes under irrigation conditions in the South of Russia. *Irrigated Agriculture*. 2022;1(36):53-58. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-1-2. (In Russ.).
4. Zamyatin S.A., Efimova A.Yu., Maksutkin S.A. Accumulation of crop and root residues depending on the type of field crop rotation. *AIC: innovative technologies*. 2019;3(46):25-33. (In Russ.).
5. Kruzhilin I.P., Morozova A.S. The impact of irrigation on the soils and landscapes of the steppes. *Pochvovedenie*. 1993;11:59-64. (In Russ.).
6. Lukin S.M., Zolкина E.I., Marchuk E.V. Influence of long-term fertilizers application on the crop rotation productivity, content and composition of soil organic matter. *Plodородie*. 2021;3(120):93-98. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.18. (In Russ.).
7. Meltsayev I.G., Vikhoreva G.V. Crop rotation is a factor to boost soil fertility and crop species efficiency in Upper Volga region. *Vladimir arcolist*. 2020;2(92):13-18. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10113. (In Russ.).
8. Mukhortov V.I., Fedorova V.A. Promising schemes of crop rotation on sandy lands of periodic irrigation in the south and south-east of the European Russia. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2015;2(38):109-115. (In Russ.).
9. Novikov A.A., Komarova O.P. The influence of the composition of crops in the links of crop rotation of the structural state of the soil. *Plodородie*. 2022;5(128):20-23. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.05. (In Russ.).
10. Pleshakov V.A. The methodology of field experiment under conditions of irrigation. Recommendations. Volgograd: All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture Publishers; 1983. 148 p.
11. Privalov F.I., Gvozдов A.P., Bulavin L.A. et al. The influence of various methods of tillage on the productivity of grain crop rotation. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2020;1:64-67. (In Russ.).
12. Shevchenko P D., Drobilko A.D. Methods of field crops cultivation under the system of irrigated crop rotation. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2014;4(48):34-37. (In Russ.).

Информация об авторе

Е.В. Зинченко – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории эколого-мелиоративного мониторинга отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, kshnkaterina@yandex.ru.

Information about the author

E.V. Zinchenko, Candidate of Agricultural Sciences, Research Scientist, Laboratory of Ecological and Meliorative Monitoring, the Department of Irrigated Agriculture and Agroecology, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – Branch of the Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, kshnkaterina@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 10.12.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2025; принята к публикации 28.03.2025.

The article was submitted 10.12.2024; approved after reviewing 20.03.2025; accepted for publication 28.03.2025.

© Зинченко Е.В., 2025