

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ

О.В. Гладышева, к.с.-х.н., В.А. Свирина, В.Г. Черногаев,

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Россия, 390502, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, д. 1

E-mail: svirina-vera@gmail.ru

В длительном полевом опыте за период пятой ротации зернотравянопропашного севооборота (2016-2021 г.) установлены эффективность органоминеральной системы с внесением в севообороте (NPK)₉₀ и 30 т/га подстилочного навоза КРС в черном пару, ее положительное влияние на агрохимические свойства почвы: содержание азота, фосфора, калия.

Средняя продуктивность севооборота постепенно повышалась, начиная от первой ротации к последующим. В результате окультуривания самым продуктивным оказался севооборот № 3 с максимальным насыщением многолетними травами при применении минеральных удобрений – 80,9 ц к.е/га и № 6 с бобово-злаковыми травами – 78,9 ц к.е/га. Прибавка в этих севооборотах по сравнению с исходной продуктивностью составила 30,6 и 20,4 ц к.е/га соответственно.

Ключевые слова: севооборот, минеральные удобрения, темно-серая лесная почва, параметры плодородия (гумус), продуктивность зернотравянопропашного севооборота, агрохимические свойства.

Для цитирования: Гладышева О.В., Свирина В.А., Черногаев В.Г. Эффективность длительного применения минеральных удобрений на темно-серой лесной почве// Плодородие. – 2023. – №4. – С. 18-22. DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.04.

Основное свойство почвы – плодородие, под которым понимается способность удовлетворять потребность растений в питательных веществах, воздухе, воде, биологической и физико-химической средах и обеспечивать урожай сельскохозяйственных культур. Это возможно при оптимальном уровне содержания органического вещества, подвижных форм питательных элементов. Для получения устойчивых урожаев используют органические и минеральные удобрения. Применение удобрений оказывает значительное влияние и на плодородие почвы [3]. В формировании почвенного плодородия огромная роль принадлежит гумусу, содержание и состав которого определяют практически все агрономические, физические, химические свойства почвы [2, 3]. Под влиянием удобрений изменяются продуктивность агроценозов, соотношение отчуждаемой биомассы и пожнивнокорневых остатков, интенсивность минерализации и гумификации органического вещества [7]. Проблема поддержания бездефицитного баланса гумуса весьма актуальна.

Цель исследований – изучить влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборотов с различным соотношением многолетних трав.

Новизна – обширный материал по агрохимическим показателям в длительных исследованиях позволил с большей достоверностью установить интенсивность накопления гумуса на темно-серой лесной почве в различных севооборотах.

Методика. В условиях южной части Нечерноземной зоны России был заложен стационарный опыт, где с 1992 г. изучали влияние различных севооборотов и минеральных удобрений на плодородие почвы и продуктивность пашни на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве. Исследования проводили на базе Института семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного

учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

Перед закладкой опыта в слое 0-30 см содержание общего гумуса (ГОСТ 26213-91) составляло 2,89-3,05 %, общего азота – 0,158-0,160 %, подвижного фосфора (ГОСТ Р 54650-2011) – 123-167 мг/кг, обменного калия – 112-147 мг/кг. Гидролитическая кислотность – 3,12-4,11 мг-экв/100 г почвы, рН_{сол.} 4,5-4,9 ед., сумма поглощенных оснований – 20,6-26,3 мг-экв/100 г почвы, плотность сложения – 1,356 г/см³, полевая влагемкость – 26,1%.

Многофакторный стационарный опыт проводят методом расщепленных делянок. Делянки первого порядка – севообороты с различным насыщением многолетними травами, второго порядка – удобрения в шестипольных севооборотах на двух фонах: без удобрений и с минеральными удобрениями [4, 9]. Известь не вносили. Учетная площадь делянок 156 м², повторность в опыте – четырехкратная.

Агротехника общепринятая для зоны, посев проводили семенами районированных сортов культур высших репродукций. Для пополнения органического вещества в почве всю органическую массу растений в виде пожнивных остатков после уборки основной части урожая, в том числе зеленую массу многолетних трав после второго укоса, измельчали и заделывали в почву.

В статье приведены результаты пятой ротации за период 2016-2021 г. (табл. 1). В качестве контроля служил севооборот № 1 (с чистым паром).

На ½ части площади делянок применяли удобрения: в севообороте под зерновые, кукурузу (NPK)₉₀ в форме нитрофоски, в черном пару N₄₅(PK)₉₀ + 30 т/га подстилочного навоза КРС, под злаковые травы N₆₀(PK)₉₀ + N₆₀ после 1-го укоса, под бобово-злаковые травы N₄₅(PK)₉₀ + N₄₅ после 1-го укоса.

1. Схема стационарного опыта по изучению севооборотов

Севооборот					
№ 1 – с черным паром	№ 2 – многолетние травы, 17%	№ 3 – клевер, 33,3%	№ 4 – злаковые травы, 33,3%	№ 5 – клевер+ сидерат, 33,3 %	№ 6 – бобово-злаковые травы
Ячмень	Ячмень + клевер	Ячмень + клевер	Ячмень + зл. травы	Ячмень + горчица на сидерат	Ячмень + бобово-злаковые травы
Овес	Клевер 1-го г. п.	Клевер 1-го г. п.	Злаковые травы 1-го г.п.	Ячмень + клевер	Бобово-злаковые травы 1-го г.п.
Черный пар	Ячмень	Клевер 2-го г. п.	Злаковые травы 2-го г.п.	Клевер 1-го г. п.	Бобово-злаковые травы 2-го г.п.
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
Кукуруза (силос)	Кукуруза (силос)	Кукуруза (силос)	Кукуруза (силос)	Кукуруза (силос)	Кукуруза (силос)
Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница

Урожайность зерновых учитывали методом сплошного обмолота растений с последующей обработкой данных на основе дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [3].

Закладку и проведение опыта выполняли в соответствии с программой и методикой исследований в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. В этой связи длительные стационарные опыты представляют собой уникальную научную базу для проведения исследований [1, 2].

Климат территории умеренно-континентальный с типичным режимом осадков. Среднегодовое количество атмосферных осадков 500-575 мм с колебаниями по годам от 170 до 850 мм, 2/3 осадков выпадает в виде дождя.

Продолжительность теплового периода в среднем 210-218 дней (от начала апреля до начала ноября) с колебаниями 170-240 дней, продолжительность безморозного периода в среднем 135-140 дней с колебаниями 90-195 дней. Среднемесячная температура воздуха самого теплого месяца – июля, 18,5-19,8 °С, самого холодного месяца – января, минус 10,5...-11,5 °С. Годовая амплитуда составляет 30 °С, первая половина зимы (декабрь) часто теплее второй, может сопровождаться осадками в виде дождя.

2. Метеорологические условия вегетационных периодов (май-август) за годы исследований

Год исследования	Сумма осадков за вегетационный период, мм	Средняя суточная температура, за вегетационный период, °С	Сумма температур за вегетационный период, °С	ГТК
2016	273,7	21,0	2565,9	1,08
2017	210,3	18,4	2259,2	0,95
2018	134,4	21,6	2684,3	0,49
2019	160,8	20,1	2469,6	0,66
2020	291,5	19,3	2378,4	1,28
2021	180,7	22,5	2764,6	0,7
Среднее за 6 лет	208,6	20,4	2520,3	0,86
Средне-голетние данные	254	13,1	2200	0,49

Метеорологические условия в годы исследований различались по температурному режиму и влагообеспеченности (табл. 2). Наиболее благоприятными были вегетационные периоды 2016 и 2020 г., которые характеризовались как влажные. Наиболее засушливыми были

периоды 2018 и 2019 г. (ГТК = 0,49 и 0,66 соответственно), отмеченные значительной нехваткой влаги для растений. Несмотря на это средний гидротермический коэффициент за период исследований несколько превысил среднеголетний, что можно рассматривать как положительный фактор.

Результаты и их обсуждение. За 27-летний период эксперимента при систематическом применении минеральных удобрений сложился определенный уровень эффективного плодородия темно-серой лесной почвы.

Состояние плодородия почвы во многом определяется содержанием гумуса, на которое существенное влияние оказывают растения и структура сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах.

Исследования показывают, что самыми эффективными в увеличении гумуса являются севообороты, где в структуре содержится 33,3 % многолетних трав (табл. 3). Наиболее приемлемые показатели по содержанию гумуса отмечены в севообороте № 3 с многолетними травами, где были созданы лучшие условия гумусообразующего потенциала с минеральными удобрениями. Увеличение содержания гумуса в этом варианте составила 0,550 %, по сравнению с исходным значением.

3. Содержание гумуса в почве в слое 0-30 см в севооборотах (в среднем за 2016-2021 г.), %

Фон	Севооборот					
	№ 1 – с черным паром	№ 2 – многолетние травы, 17%	№ 3 – клевер, 33,3%	№ 4 – злаковые травы, 33,3%	№ 5 – клевер+ сидерат, 33,3 %	№ 6 – бобово-злаковые травы
Исходный (1992 г.)	2,987	3,05	3,05	3,01	3,02	3,05
Без удобрений	2,95	3,150	3,160	3,270	3,340	3,370
(NPK) ₉₀	3,281	3,230	3,600	3,530	3,440	3,570
± к исходному значению						
Без удобрений	-0,037	+0,100	+0,110	+0,260	+0,320	+0,320
(NPK) ₉₀	+0,294	+0,180	+0,550	+0,520	+0,420	+0,520

Внесение N₁₂₀(PK)₉₀ под злаковые травы в севообороте № 4 обеспечило прибавку гумуса в 0,520 % от исходного значения. Сохранение гумуса в почве стало возможным при дальнейшем применении (NPK)₉₀, которые сдерживают потери гумуса при выращивании культур и демонстрируют лучшие показатели содержания гумуса в почве, по сравнению с исходными показателями. В варианте без удобрений (севооборот № 1) содержание гумуса в пахотном слое 0-30 см ниже исходного уровня на 0,037 %.

Потери гумуса при сельскохозяйственном использовании обусловлены не только усилением скорости минерализации органического вещества [5], но и изменением процессов гумусообразования и перераспределением органического вещества в почве.

В изучаемых севооборотах отмечено положительное влияние применения минеральных удобрений (NPK)₉₀ на агрохимические свойства темно-серой лесной тяжелоуглинистой почвы (табл. 4).

По содержанию подвижных форм фосфора и калия в слое 0-30 см лучшие показатели отмечены в севооборотах № 2 с многолетними травами и № 6 с бобово-злаковыми травами, где вносили минеральные удобрения. Так, содержание подвижного P₂O₅ в этих вариантах находится на уровне высокой степени обеспеченности, превосходя первоначальные значения на 19-20 %.

4. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве в слое 0-30 см в севооборотах (в среднем за 2016-2021 г.), мг/кг

Показатель	Фон	Севооборот					
		№ 1 – с черным паром	№ 2 – многолетние травы, 17%	№ 3 – клевер, 33,3%	№ 4 – злаковые травы, 33,3%	№ 5 – клевер + сидерат, 33,3 %	№ 6 – бобово-злаковые травы
P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	Исходный (1992 г.)	126	118	128	118	126	120
	Без удобрений	115,8	121	136,5	121,5	124,3	139,6
	(NPK) ₉₀	189	230	197,5	203	214,5	246
	± к исходному значению						
	Без удобрений	-10,2	+3,0	+8,5	+3,5	-1,7	+19,6
K ₂ O, мг/кг почвы	(NPK) ₉₀	+63,0	+112	+69,5	+85,0	88,5	+126
	Исходный (1992 г.)	112,0	112,5	113,0	112,0	113,0	112,0
	Без удобрений	119,0	121,0	104,5	103,0	121,6	135,5
	(NPK) ₉₀	150,0	139,5	130,0	149,0	151,7	146,1
	± к исходному значению						
	Без удобрений	+7,0	+8,5	-8,5	-9,0	+8,6	+23,5
	(NPK) ₉₀	+38,0	+27,0	+17,0	+37,0	+38,7	+34,1

Отмечено снижение содержания подвижного фосфора в почве в контрольном варианте без удобрений в севооборотах № 1 и № 5 на 10,2 % и 1,7 % соответственно по отношению к исходному значению.

Калий, как и фосфор, обладает способностью аккумулироваться в почве. Его содержание возросло при систематическом применении минеральных удобрений по всем севооборотам, и прибавка достигала максимального значения в севообороте № 5.

Отсутствие внесения минеральных удобрений привело к снижению по сравнению с исходным значением содержания обменных форм K₂O в севооборотах № 4 и № 3 на 9,0 и 8,5 мг/кг почвы соответственно. Это связано, видимо, с увеличением выноса калия с урожаем возделываемых культур (злаковые травы).

За весь период наблюдений наибольшее содержание обменного калия отмечено на контроле – севооборот № 1, где внесено 30 т/га навоза, и в севообороте № 5 при наличии поля клевера. В этих вариантах его содержание в пахотном слое увеличилось по сравнению с исходными показателями.

Многолетние травы в севообороте, особенно бобовые, служат хорошим источником пополнения органическим веществом, а благодаря работе клубеньковых бактерий – биологическим азотом. Под влиянием культур севооборотов и применения удобрений происходит изменение содержания в почве общего азота, как очень важного элемента обеспеченности питательными элементами (табл. 5).

Положительный баланс общего азота в почве за пятую ротацию обусловлен как внесением навоза и минеральных удобрений, так и запахиванием побочной продукции культур в севообороте. Содержание общего азота выше исходного значения в вариантах только с минеральными удобрениями. Прибавка составила в севообороте №2 и №5, соответственно, 0,023 и 0,024 %.

В результате систематического применения минеральных удобрений и отсутствия щелочесодержащих материалов в севообороте реакция почвенной среды

сдвигается в сторону увеличения кислотности, особенно гидролитической (табл. 6).

5. Влияние культур севооборотов на содержание общего азота в слое 0-30 см темно-серой лесной почвы (в среднем за 2016-2021 г.), %

Фон	Севооборот					
	№ 1 – с черным паром	№ 2 – многолетние травы, 17%	№ 3 – клевер, 33,3%	№ 4 – злаковые травы, 33,3%	№ 5 – клевер + сидерат, 33,3 %	№ 6 – бобово-злаковые травы
Исходный (1992 г.)	0,167	0,168	0,167	0,165	0,165	0,167
Без удобрений	0,173	0,179	0,185	0,183	0,183	0,168
(NPK) ₉₀	0,189	0,190	0,188	0,186	0,189	0,183
± к исходному значению						
Без удобрений	+0,006	+0,017	+0,018	+0,018	+0,008	+0,001
(NPK) ₉₀	+0,022	+0,023	+0,021	+0,021	+0,024	+0,016

6. Физико-химические свойства почвы в слое 0-30 см в севооборотах (в среднем за 2016-2021 г.)

Кислотность	Фон	Севооборот					
		№ 1 – с черным паром	№ 2 – многолетние травы, 17%	№ 3 – клевер, 33,3%	№ 4 – злаковые травы, 33,3%	№ 5 – клевер + сидерат, 33,3 %	№ 6 – бобово-злаковые травы
Нг, мг-экв/100 г почвы	Исходный (1992 г.)	2,98	2,96	2,94	2,97	2,94	2,96
	Без удобрений	2,7	3,56	2,66	2,46	2,82	3,09
	(NPK) ₉₀	3,43	4,21	3,46	3,82	3,58	3,65
	± к исходному значению						
	Без удобрений	-0,25	+0,6	-0,28	-0,51	-0,12	+0,13
рН _{сол}	(NPK) ₉₀	+0,45	+1,25	+0,52	+0,85	+0,64	+0,69
	Исходный (1992 г.)	5,36	5,33	5,38	5,40	5,40	5,35
	Без удобрений	5,15	4,9	5,23	5,29	5,28	4,85
	(NPK) ₉₀	5,1	4,8	5,10	5,07	5,10	4,70
	± к исходному значению						
	Без удобрений	-0,21	-0,43	-0,15	-0,11	-0,10	-0,5
	(NPK) ₉₀	-0,26	-0,53	-0,28	-0,33	-0,30	-0,65

Наибольшее подкисление почвы отмечается в севооборотах с применением минеральных удобрений с максимальным значением в севообороте № 6 (рН_{сол} 4,7 ед.). В севообороте № 1 (рН_{сол} 5,1) внесение подстильного навоза в черном пару способствовало меньшему подкислению – на 0,26 ед.; в остальных севооборотах рН изменился в сторону подкисления на 0,28-0,25 ед.

Следует отметить, что почва в севооборотах № 1, № 3, № 5 при рН_{сол} 5,1-5,3 ед. относится к слабокислой, а при рН_{сол} 4,7-4,9 ед. – к среднекислой.

Во всех севооборотах без удобрений кислотность среды увеличилась в целом незначительно по отношению к исходному значению, достигнув максимального показателя в севообороте № 2 (рН_{сол} 4,9 ед.).

Внесение минеральных удобрений, потеря кальция, отсутствие применения известковых материалов в течение длительного времени в опыте ведут к снижению суммы поглощенных оснований (табл. 7).

При сравнительно благоприятных метеорологических условиях по окончании пятой ротации исследования

установлено, что внесение минеральных удобрений способствовало существенному увеличению продуктивности севооборота (табл. 8).

7. Содержание суммы поглощенных оснований в слое 0-30 см в севооборотах (в среднем за 2016-2021 г.), мг-экв/100 г

Фон	Севооборот					
	№ 1 – с черным паром	№ 2 – многолетние травы, 17%	№ 3 – клевер, 33,3 %	№ 4 – злаковые травы, 33,3%	№ 5 – клевер+ сидерат, 33,3 %	№ 6 – бобово-злаковые травы
Исходный (1992г.)	22,6	22,4	22,8	22,7	22,6	21,3
Без удобрений	20,9	20,3	22,1	21,9	21,9	20,3
(NPK) ₉₀	19,7	19,9	22,0	21,2	21,6	20,1
± к исходному значению						
Без удобрений	-1,7	-2,1	-0,7	-0,8	-0,7	-1,0
(NPK) ₉₀	-2,9	-2,5	-0,8	-1,5	-1,0	-1,2

8. Продуктивность культур в севооборотах, ц к.е/га

Фон	Севооборот					
	№ 1 – с черным паром	№ 2 – многолетние травы, 17%	№ 3 – клевер, 33,3%	№ 4 – злаковые травы, 33,3%	№ 5 – клевер + сидерат, 33,3 %	№ 6 – бобово-злаковые травы
Исходный (1992 г.)	26,1	27,8	31,5	28,0	34,4	35,9
Без удобрений	48,3	54,5	63,1	55,5	56,8	68,7
(NPK) ₉₀	58,9	67,4	80,9	77,1	72,0	78,9
Прибавка урожая к исходному значению, ц к.е/га						
Без удобрений	22,2	27,7	37,6	27,5	25,4	32,8
(NPK) ₉₀	32,8	39,6	49,4	49,1	37,6	43,0
Прибавка урожая к севообороту №1, %						
Без удобрений	-	+12,8	+30,6	+14,9	+17,6	+20,4
(NPK) ₉₀	-	+14,4	+37,4	+30,9	+22,2	+33,9

В опыте не исчерпаны возможности получения более высоких урожаев всех культур севооборота. Следует обратить внимание на то, что урожайность культур в севообороте без применения удобрений (не вносили с 1992 г.) по отношению к исходному значению при высоком уровне агротехники не снизилась. При подобном чередовании культур в севообороте с чистым паром возможно получать удовлетворительные или гарантированные урожаи. Однако уровень урожайности по сравнению с другими вариантами без внесения удобрений ниже.

При внесении полного сложного минерального удобрения продуктивность севооборота опыта по отношению к контролю была более выравненной.

THE EFFECTIVENESS OF LONG-TERM USE OF MINERAL FERTILIZERS ON DARK GRAY FOREST SOIL

*O.V. Gladysheva, Candidate of Agricultural Sciences, V.A. Svirina, V.G. Chernogaev,
Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Agroengineering Center VIM" (ISA – branch of FGBNU FNAC VIM)
Russia, 390502, Ryazan region, Ryazan district, Podvyazye village, Parkovaya str., 1, E-mail: svirina-vera@gmail.ru*

In the long-term field experience during the fifth rotation of the grain-grass crop rotation (2016-2021), the effectiveness of the organomineral system with the introduction in the crop rotation (NR) was established 90 and 30 t/ha of cattle manure in black steam, its positive effect on the agrochemical properties of the soil: the content of nitrogen, phosphorus, potassium.

The average productivity of crop rotation gradually increased, starting from the first rotation to the subsequent ones. As a result of cultivation, crop rotation No. 3 with maximum saturation with multi-year grasses with the use of mineral fertilizers turned out to be the most productive, and No. 6 with legume-cereal grasses – 78.9 c.e/ha. The increase in these crop rotations compared to the initial productivity was 30.6 and 20.4 c.e/ha, respectively.

Keywords: crop rotation, mineral fertilizers, dark gray forest soil, fertility parameters (humus), productivity of grain-grass crop rotation, agrochemical properties.

Заключение. Внесение минеральных удобрений (NPK)₉₀ в период прохождения пятой ротации шестипольного зерно-травянопропашного севооборота (2016-2021 г.) способствовало улучшению обеспеченности почвы элементами питания, что положительно повлияло на продуктивность севооборотов. Прибавки урожая по севооборотам варьировали от 14,4 до 37,4 ц к.е/га. Максимальное увеличение (+37,4 % по отношению к севообороту № 1) достигнуто в севообороте с использованием посевов многолетних бобовых трав – вариант № 3 (клевер 33,3 %) с урожайностью 80,9 ц к.е/га. Вторая по величине прибавка (+33,9 % по отношению к севообороту № 1) наблюдалась в севообороте № 6 с бобово-злаковыми травами.

Отмечено снижение содержания подвижного фосфора в почве в течение пяти ротаций севооборотов в вариантах без применения удобрений в сравнении с исходными значениями, но оно остается в пределах одной группы обеспеченности.

Литература

1. *Виноградова, И.А.* Влияние минеральных удобрений на продуктивность зерновых культур при использовании сидерации в условиях окультуренной дерново-подзолистой почвы / И. А. Виноградова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока.* – 2006. – № 8. – С. 66-70. – EDN KVXCPX.
2. *Гладышева, О.В.* Изменение плодородия почвы и продуктивности севооборота при длительном применении минеральных удобрений с известкованием / О. В. Гладышева, В. А. Свирина, О. А. Артюхова // *Плодородие.* – 2021. – № 1. – С. 27-29. DOI 10.25680/S19948603.2021.118.08. – EDN XEGXVM.
3. *Гладышева, О.В.* Элементы технологии воспроизводства почвенного плодородия / О. В. Гладышева, В. А. Свирина // *Аграрная наука.* – 2019. – № 7-8. – С. 43-46. – DOI 10.32634/0869-8155-2019-330-7-43-46. – EDN MQCBED.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 366 с.
5. *Конова, А.М.* Продуктивность культур зерно-травяного севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы при длительном применении минеральных удобрений / А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова, Е. А. Трабунова // *Плодородие.* – 2020. – № 2. – С. 46-49. – DOI 10.25680/S19948603.2020.113.14. – EDN ZNWVUE.
6. *Кузьменко, Н.Н.* Оценка эффективности разной насыщенности льняного севооборота удобрениями / Н. Н. Кузьменко // *Плодородие.* – 2020. – № 2(113). – С. 6-9. – DOI 10.25680/S19948603.2020.113.02. – EDN CBDQU.
7. *Лукин, С.М.* Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества почвы / С. М. Лукин, Е. И. Золкина, Е. В. Марчук // *Плодородие.* – 2021. – № 3(120). – С. 93-98. – DOI 10.25680/S19948603.2021.120.18. – EDN KRNLNV.
8. *Мамин, В.Ф.* Научно обоснованные севообороты – основа эффективного использования орошаемой пашни и воспроизводства плодородия почвы в Нижнем Поволжье / В. Ф. Мамин, Н. П. Мелихова, И. В. Кривцов, Е. В. Зинченко // *Плодородие.* – 2010. – № 2. – С. 55-56. – EDN LMBUFZ.
9. *Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В.Г. Сычев, А.Н. Аристархов, И.В. Володарская [и др.]. – М.: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2003. – 240 с. – EDN TOYFNI.*