

SIDERATION BY MIXED AGRICULTURAL COMMUNITIES IS A RESERVE FOR INCREASING THE FERTILITY OF CHERNOZEM ARABLE SOILS

A.M. Grebennikov

Federal research center "V.V. Dokuchaev Soil Institute", Pyzhevsky per. 7 bldg. 2, 119017 Moscow, Russia, e-mail: gream1956@gmail.com

In the conditions of field experience, the use of mixed agricultural communities as siderates is considered. It is shown that the productivity of ecologically and allelopathically compatible agricultural communities can be significantly higher compared to the monocultures of these crops. Sideration by such agricultural communities significantly increases the yield of grain crops. It was found that the productivity of sideral agroecosystems was closely correlated to a density decrease, an increase in the degree of aggregation of chernozems, an increase in their content of humus, mobile phosphorus and the activity of cellulose-destroying bacteria. The highest environmental capacity in relation to typical chernozems in the framework of the considered field experience was characterized by the agricultural communities of corn + soy, soy + sunflower and sunflower + payza.

Keywords: sideration, agrocommunities, agroecosystem effect, chernozem, fertility, payza

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Г.Е. Мерзлая, д.с.-х.н., Р.А. Афанасьев, д.с.-х.н., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31 а, e-mail: info@vniia-pr.ru

Работа выполнена по государственному заданию № 0572-2019-0011

В длительном 37-летнем полевом опыте, проведенном в условиях Нечерноземной зоны РФ (Смоленская обл.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в течение 30 лет изучалось действие и 7 лет последствие трех систем удобрения: органической, минеральной и органоминеральной. Установлено, что наибольший сбор кормовых единиц на уровне 36-40 ц/га при действии удобрений получен от применения органоминеральной и минеральной систем, в последствии на уровне 30-32 ц/га – от органоминеральной и органической систем. По окупаемости 1 кг NPK прибавками урожая кормовых единиц первое место принадлежало органоминеральной системе удобрения, где этот показатель в среднем за годы исследований составил 7 кг, в то время как в вариантах органической и минеральной систем он не превышал 5 кг.

В зависимости от систем удобрения изменялись агрохимические свойства почвы. При этом минеральная система оказала наибольшее негативное влияние на pH почвы. По системам удобрения в почве повышалось содержание фосфора, но снижалось – органического вещества. При этом наименьшие потери почвенного гумуса по отношению к исходным значениям отмечены по органической и органоминеральной системам – 15-18 %, а наибольшие потери (22 %) – по минеральной системе при 28 % на контроле, без внесения удобрений.

Ключевые слова: длительный полевой опыт, органическая, минеральная и органоминеральная системы удобрения, действие и последствие, плодородие почвы, продуктивность севооборота, качество растительной продукции.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.116.16

Органическое (биологическое, биодинамическое, экологическое) земледелие в современном понимании представляет собой систему возделывания сельскохозяйственных культур без применения синтетически произведенных минеральных удобрений и химических средств защиты растений [1]. История органического земледелия уходит в глубину веков, так как в начале земледелия, возникшего еще около 10 тыс. лет назад, человечество различными способами пыталось повысить урожай сельскохозяйственных культур, включая применение навоза и других органических субстанций. Известно, что ограниченные возможности органического земледелия или его отсутствие вызывало гибель могущественных цивилизаций и государств Месопотамии, острова Пасхи, горной Восточной Греции и гигантских площадей пахотных земель Центральной Америки, где процветала цивилизация майя, из-за постепенного обеднения почв и неумолимого снижения урожайности [2].

С развитием современных цивилизаций возникла промышленность минеральных удобрений, прежде всего азотных. В начале 20 в. Фриц Габер впервые выделил азот из воздуха, создав первые искусственные

удобрения – нитраты, пришедшие на смену чилийской селитре. Появление синтетических удобрений и начало их массового производства отвечало необходимости повышения производства сельскохозяйственной продукции в мире. По заключению Д.Н. Прянишникова [3], в ряде западно-европейских стран (Бельгия, Англия и др.) за счет развития органического земледелия главным образом применения навоза, урожайность зерновых культур, в частности озимой пшеницы, возросла с 7 до 17 ц/га, но затем стабилизировалась и около полувека (до 1890 г.) оставалась почти постоянной на достигнутом уровне. Дальнейший подъем урожайности в Западной Европе связан с началом массового применения минеральных удобрений (конец 19 в. – начало 20 в.). С этого времени за какие-то два десятилетия урожайность пшеницы почти удвоилась, достигнув в 1910-1913 гг., например в Голландии, 26 ц/га, в среднем по стране, в Бельгии – 25, в Германии – 22 ц/га.

Современное сельскохозяйственное производство также базируется в основном на активном применении минеральных удобрений. При годовом использовании 175,5 млн т NPK минеральными удобрениями компен-

сируется более 52% выноса урожаями, т.е. более 90 млн т питательных веществ. Приведенные показатели свидетельствуют о важности применения в сельскохозяйственном производстве минеральных удобрений, не исключая целесообразности дополнения их органическими удобрениями, а также химическими средствами защиты растений. Именно современные органоминеральные системы удобрения повысили среднегодовую урожайность зерновых культур в ряде европейских стран до 60-80 ц/га, а в отдельных хозяйствах, в т.ч. и в России, – до 90-100 ц/га и более.

Однако в последние десятилетия в связи со складывающейся экологической ситуацией в ряде стран Америки и Европы возникло направление, возрождающее принципы и технологии органического земледелия, основанные на отказе от применения как химических удобрений, так и химических средств защиты растений [1, 2, 4, 5]. Формальной датой появления современного органического движения в земледелии, или точнее его первого варианта, считается 1924 г., но основные положения органического земледелия практически не изменились за его почти вековую историю. Однако, преимущество органических систем земледелия над органоминеральными пока основывается на краткосрочных опытах и «располагает к настоящему времени более чем скромной информацией данного типа» [1].

Источником объективной информации о сравнении эффективности органической и органоминеральной систем удобрения могут служить только длительные, методически выдержанные полевые опыты. За рубежом, в частности в Швейцарии, такой длительный полевой опыт был заложен в 1978 г. Целью этого опыта было комплексное изучение технологий в трех системах удобрения: минеральной, органоминеральной и органической. В среднем за 21 год продуктивность органической системы была ниже минеральной на 20%, с большими колебаниями по отдельным культурам. В условиях нашей страны для сравнительной оценки различных систем удобрения могут представлять интерес результаты многофакторного длительного полевого опыта, проведенного в условиях Нечерноземной зоны, под Смоленском.

Методика. Опыт проводился с 1979 по 2015 г., т.е. в течение 37 лет. Исследования в опыте были выполнены общепринятыми методами [6-9]. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая со следующими исходными агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) 1,4%, общего азота 0,13%, подвижного фосфора (P_2O_5) (по Кирсанову) 159 мг/кг, обменного калия (по Масловой) (K_2O) 139 мг/кг, pH_{KCl} 5,6. Почва характеризовалась как слабокислая, достаточно гумусированная, с повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия.

Повторность в опыте 3-кратная, площадь опытной делянки 112 м^2 (7 м x 16 м). Схема опыта включала ва-

рианты: 1 – контроль (без удобрений), 2 – навоз в среднегодовой дозе 9 т/га натуральной влажности, 3 – минеральные удобрения ($N_{76,5}P_{76,5}K_{76,5}$), 4 – навоз в среднегодовой дозе 3 т/га + $N_{25,5}P_{25,5}K_{25,5}$. В качестве органического удобрения использовали подстилочный навоз крупного рогатого скота влажностью 70% с содержанием органического вещества 60%. С 1 т навоза поступало в почву $N_{4,8}P_{2,2}K_{6,9}$. Следовательно, в органической системе среднегодовая доза питательных веществ составляла $N_{43,4}P_{19,8}K_{62,1}$, в сумме 125,3 кг NPK, в минеральной системе – $N_{76,5}P_{76,5}K_{76,5}$, в сумме 229,5 кг NPK, в органоминеральной – $N_{39,8}P_{32,1}K_{46,2}$, в сумме 118,1 кг NPK. Таким образом, в пересчете на действующее вещество наибольшее количество элементов питания было внесено в минеральной системе, а в вариантах органической и органоминеральной систем различие в суммарных дозах NPK в целом было незначительным – 7,2 кг/га. Поэтому, согласно аналитическим данным [10], выводы о действии удобрений должны учитывать различия как в плодородии почв, так и в эффективности удобрений.

За 37-летний период опыта прошло 5 ротаций, идентичных по составу и чередованию культур севооборотов. В течение четырех ротаций с 1979 по 2008 г. изучали действие удобрений, в последней, пятой ротации с 2009 по 2015 г., т.е. в течение 7 лет, – последствие ранее внесенных удобрений. Чередование культур в первой ротации (1979-1989 гг.) было следующим: картофель, ячмень, озимая рожь, овес, горохоовсяная смесь, озимая пшеница, ячмень, многолетние травы двух лет пользования, озимая рожь, овес, во второй (1990-1995 гг.) и третьей (1996-2001 гг.) ротациях: картофель, ячмень, многолетние травы двух лет пользования, озимая пшеница, овес, в четвертой (2002-2008 гг.) и пятой (2009-2015 гг.) ротациях: однолетние травы, озимая рожь, ячмень, многолетние травы двух лет пользования, яровая пшеница, овес.

Результаты и их обсуждение. Применяемые удобрения влияли на урожайность сельскохозяйственных культур (табл. 1). Так, в среднем за 4 ротации наибольшая продуктивность севооборотов 40,0 ц/га к.е. получена в варианте минеральной системы удобрения, что на 44,6% превышало контроль. Положительное действие минеральных удобрений проявилось и в варианте органоминеральной системы, где продуктивность составила 36,0 ц/га к.е., что на 30,0% выше контроля. По навозной системе удобрения в среднем получено 34,2 ц/га к.е., что на 23,5% превышало контроль. По наименьшей существенной разности (НСР₀₅) варианты всех систем удобрения отличались от контрольного варианта, а среди них выделялась минеральная система, имевшая существенное отличие от органической системы. Органоминеральная система по величине существенной разности не отличалась по продуктивности ни от органической, ни от минеральной систем удобрения.

1. Продуктивность севооборотов в зависимости от действия и последствия различных систем удобрения

№ варианта	Система удобрения	Действие							Последствие		
		ротация				в среднем за 4 ротации, ц/га к.е.	прибавка		за 5-ю ротацию, ц/га к.е.	прибавка	
		1	2	3	4		ц/га к.е.	%		ц/га к.е.	%
1	Контроль	33,7	26,6	29,3	21,1	27,7	-	-	22,7	-	-
2	Органическая	37,3	34,4	36,1	28,8	34,2	6,5	23,5	30,5	7,8	34,4
3	Минеральная	40,3	45,5	41,4	32,6	40,0	12,3	44,6	28,2	5,5	24,3
4	Органоминеральная	39,7	38,4	40,1	25,7	36,0	8,3	30,0	32,1	9,4	41,4
НСР ₀₅						5,2			3,0		

Применение разных систем удобрения неоднозначно сказалось на окупаемости NPK. В среднем за 4 ротации севооборотов наименьшая окупаемость 1 кг NPK – 5,2 кг к.е. отмечена для органической системы, средняя – 5,4 для минеральной и наибольшая – 7,1 кг к.е. для органоминеральной системы удобрения.

В последствии удобрений разница в урожайности между вариантами удобрения значительно уменьшилась. При общем снижении урожайности сельскохозяйственных культур в 5-й ротации, когда испытывали последствие удобрений, по сравнению с четырьмя ротациями их действия, она снизилась в среднем по опыту почти в 1,2 раза, причем наибольшее снижение отмечалось по минеральной системе – в 1,4 раза. При этом между вариантами с различными системами удобрения наибольшая разница в урожайности культур составляла 3,9 ц/га к.е., тогда как при действии (в среднем за ротации) она равнялась 5,8 ц/га к.е. Вместе с тем, в сравнении с контрольным вариантом, последствие удобрений повышало продуктивность севооборота в зависимости от ранее применяемых систем удобрения: по минеральной системе на 24,3%, по органической – на 34,4 и органоминеральной – на 41,4%, т.е. наименьшее последствие удобрений на урожайность культур проявилось в варианте минеральной системы, а наибольшее – органоминеральной.

Биохимический состав сельскохозяйственных культур зависел как от их биологических особенностей, так и от применяемых систем удобрения (табл. 2). В расчете на сухое вещество наибольшее содержание азота в первую ротацию севооборота отмечено в зерне ячменя и озимой пшеницы: по 2,2%, наименьшее – 1,4% в клубнях картофеля. Среднее положение по данному показателю занимали овес и озимая рожь (соответственно, 1,57 и 1,85%). Такое же соотношение по этим культурам характерно для фосфора. По содержанию калия положительно отличался картофель, клубни которого в пересчете на сухое вещество содержали 2,9% этого элемента, тогда как зерно ярового ячменя 0,67, а овса и озимой ржи по 0,47%. Соответственно общее содержание NPK в картофеле составило 5,3%, что значительно выше содержания этих веществ в зерновых культурах. Высоким содержанием азота и калия характеризовались также многолетние травы – 2,3 и 2,8% при низком содержании фосфора – 0,6%. В сумме содержание этих элементов в сухой массе трав составляло 5,7% и превосходило даже картофель. На содержание сырого белка в зерне ячменя, озимой пшеницы и озимой ржи наибольшее влияние оказала минеральная сис-

тема, где оно составляло в среднем 13,2%, а наименьшее – органическая система – 11,6%. Овес по сравнению с другими зерновыми культурами имел наиболее низкое содержание белковых веществ.

В последствии содержание NPK во всех культурах уменьшалось, например, в ячмене – с 3,99 до 2,53%, в овсе – с 2,96 до 2,34, в озимой ржи – с 3,07 до 2,99 и в многолетних травах – с 5,7 до 3,92%.

Расчет среднегодового баланса питательных веществ NPK за 4 ротации севооборотов (табл. 3) показал, что практически по всем элементам, за исключением фосфора, в варианте минеральной системы он был отрицательным и, естественно, самым высоким в контрольном варианте (-178,5 кг/га), в котором удобрения не применяли. Наименьшим отрицательным балансом NPK характеризовалась минеральная система удобрения. Промежуточное положение по балансу суммы NPK занимали варианты органической и органоминеральной систем.

2. Биохимический состав культур севооборотов при различных системах удобрения

Культура, год возделывания	Система удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Крахмал*, сырой белок
		% сухого вещества			
Картофель, 1979	Контроль	1,5	1,0	2,7	20,2*
	Органическая	1,2	1,2	3,1	20,1*
	Минеральная	1,5	1,0	2,7	19,9*
	Органоминеральная	1,4	1,1	3,0	19,5*
Ячмень, 1980	Контроль	2,2	1,2	0,7	12,5
	Органическая	2,1	1,1	0,7	12,0
	Минеральная	2,4	1,1	0,7	13,6
	Органоминеральная	2,1	1,1	0,6	12,0
Озимая рожь, 1981	Контроль	1,6	0,7	0,4	9,1
	Органическая	1,8	0,8	0,5	10,2
	Минеральная	2,1	0,7	0,5	11,9
	Органоминеральная	1,9	0,8	0,5	10,8
Овес, 1988	Контроль	1,5	0,9	0,5	8,6
	Органическая	1,5	1,0	0,5	8,6
	Минеральная	1,7	0,9	0,5	9,7
	Органоминеральная	1,6	0,9	0,4	9,1
Озимая пшеница, 1984	Контроль	2,0	1,0	0,5	11,4
	Органическая	2,2	1,0	0,5	12,5
	Минеральная	2,5	0,9	0,5	14,2
	Органоминеральная	2,2	1,0	0,5	12,5
Многолетние травы 1-го г. п., 1986	Контроль	2,3	0,6	2,4	
	Органическая	2,3	0,6	3,2	
	Минеральная	2,3	0,6	2,9	
	Органоминеральная	2,3	0,6	2,7	

3. Баланс NPK в среднем за год в зависимости от действия систем удобрения

Система удобрения	Внесено, кг/га			Внесено NPK в сумме, кг/га	Вынесено, кг/га			Вынесено NPK в сумме, кг/га	Баланс, кг/га			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK
Контроль	-	-	-	-	69,2	30,4	78,9	178,5	-69,2	-30,4	-78,9	-178,5
Органическая	43,4	19,8	62,1	125,3	77,9	37,7	113,9	229,5	-34,5	-17,9	-51,8	-104,2
Минеральная	76,5	76,5	76,5	229,5	94,9	42,7	119,3	257,0	-18,4	33,8	-42,8	-27,5
Органоминеральная	39,8	32,1	46,2	118,1	83,4	37,7	111,8	232,9	-43,6	-5,6	-65,6	-114,8

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур, отмеченное в 4-й ротации севооборота по сравнению с первыми тремя ротациями, в значительной мере обусловлено, видимо, общим снижением плодородия почвы в связи с проявлением отрицательного баланса питательных веществ и переходом их в менее доступное для растений состояние.

Длительное действие удобрений, а также действие с учетом последствие оказали значительное влияние на коэффициенты использования NPK сельскохозяйственными культурами (табл. 4). В варианте органической системы наименее эффективно использовался азот навоза, тогда как фосфор и калий навоза – более значимо.

4. Коэффициенты использования питательных веществ сельскохозяйственными культурами при различных системах удобрения, %

Система удобрения	За 4 ротации			За 5 ротаций		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Органическая	20,1	36,9	56,4	22,2	44,4	63,5
Минеральная	33,6	16,1	52,9	34,5	18,3	60,2
Органоминеральная	35,7	22,8	71,3	42,6	30,0	97,4

Полученные в опыте коэффициенты использования фосфора и калия значительно превышали установленные ранее, а КИУ по азоту в целом соответствовали этим показателям [11, 12]. Повышенное использование растениями фосфора относится в основном к системе органических удобрений, что связано, очевидно, с длительным действием и последствием органических веществ, внесенных с навозом вследствие его разложе-

ния почвенной микрофлорой и активизацией биохимических процессов в почве. Это частично подтверждается биологическим тестом по разложению льняной ткани, проведенным по вариантам опыта. Так, по данным за 2015 г., в вариантах с применением навоза льняная ткань под действием почвенной микрофлоры разлагалась на 67,3-73,3%, а в варианте минеральной системы – только на 49,6%. Возможно, что умеренное использование растениями азота в варианте органической системы связано именно с активностью определенных штаммов почвенной микрофлоры, перехватывающей азот навоза и превращающей его в микробиологическую форму.

В результате длительного применения удобрений изменялся агрохимический состав почвы (табл. 5).

5. Агрохимические свойства почвы при длительном применении различных систем удобрения

Система удобрения	рН _{KCl}			Гумус, %			P ₂ O ₅ , мг/кг			K ₂ O, мг/кг		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Контроль	5,0	4,9	5,1	1,40	1,01	0,99	170	75	75	145	55	79
Органическая	5,7	5,1	5,4	1,23	1,04	1,04	143	160	141	138	145	70
Минеральная	6,0	4,7	5,2	1,53	1,19	1,17	149	174	183	135	100	97
Органоминеральная	5,7	4,9	5,4	1,46	1,28	1,20	174	202	165	139	130	82
В среднем	5,6	4,9	5,3	1,40	1,13	1,10	159	178	141	139	108	82

Примечание. 1 – исходное содержание, 2 – конец 4-й ротации, 3 – конец 5-й ротации.

Минеральная система удобрения оказала наибольшее негативное влияние на pH почвы. По всем исследуемым системам удобрения в действии в почве содержание гумуса снижалось, а подвижного фосфора повышалось. На содержание обменного калия системы удобрения оказали неоднозначное влияние, повышая его по органической системе и снижая по органоминой и минеральной системам. В последствии систем удобрения в почве продолжалось снижение содержания гумуса и фосфора, за исключением минеральной системы, а также обменного калия по всем изучаемым системам.

Заключение. Результаты длительного полевого опыта с изучением 30-летнего действия и 7-летнего последствия систем удобрения: органической, минеральной и органоминой – на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях Нечерноземной зоны РФ (Смоленская обл.) выявили определенные закономерности их влияния на растения и почву. Установлено, что органическая система, основанная на применении подстильного навоза крупного рогатого скота, по уровню продуктивности культур зерноотравно-пропашного и следующего за ним зерноотравного севооборота уступала в действии минеральной системе удобрения на 17% и органоминой – на 5,3%. В последствии по этому показателю она превосходила минеральную систему на 8,2% и уступала органоминой на 5,3%. В среднем с учетом действия и последствия удобрений урожайность культур по органической системе была ниже, чем по минеральной и органоминой системам на 5,3-5,6%, что согласуется с ранее известными данными длительных полевых опытов [1]. Минеральная система удобрения за счет более высокого содержания внесенных питательных веществ в период действия превосходила по продуктивности севооборотов органическую и органоминую, но из-за низкого последствия уступала этим системам. Органоминая система удобрения в действии пре-

восходила органическую, но уступала минеральной, а в последствии удобрений превосходила обе эти системы.

Под воздействием исследуемых систем удобрения изменялись агрохимические свойства почвы. Минеральная система оказала наибольшее негативное влияние на pH почвы. Содержание обменного калия в почве под действием удобрений заметно снижалось в вариантах минеральной и органоминой систем. По всем исследуемым системам удобрения при прямом действии содержание гумуса в почве снижалось, а подвижного фосфора повышалось. В последствии систем удобрения в почве продолжалось снижение содержания гумуса и фосфора, за исключением минеральной системы, а также обменного калия по всем изучаемым системам удобрения.

В проведенных исследованиях определены размеры использования питательных веществ из внесенных удобрений. За 37-летний период опыта коэффициенты использования азота навоза в органической системе за 4 и 5 ротаций составили, соответственно, 20,1 и 22,2%, что в целом ниже нормативных показателей. В минеральной и органоминой системах удобрения коэффициенты использования азота выше, чем в органической, соответственно, в 1,5-1,6 и 1,8-1,9 раза и отвечали нормативам. Использование фосфора в варианте органической системы превышало этот показатель по минеральной системе более чем в 2 раза, по органоминой – в 1,5-1,6 раза. Коэффициенты использования калия из удобрений составили в варианте органической системы 56,4-63,5%, минеральной 52,9-60,2, а органоминой 71,3-97,4%, что согласуется или значительно превышает известные, в том числе нормативные, показатели [11-13].

Исходя из полученных данных (без оценки экономических аспектов систем применения удобрений), органическая система может соответствовать требованиям животноводческих предприятий молочного направле-

ния. При урожайности сельскохозяйственных культур 34 ц/га к.е., обеспечивающей без применения комбикормов среднегодовой удой на одну корову не менее 4 тыс. л молока [14], и выходе подстилочного навоза не менее 8 т за стойловый (200 дней) период [15] эта система способна обеспечить сбалансированное производство молочной продукции. Минеральная система удобрения позволяет, помимо кормов, выращивать сельскохозяйственную продукцию продовольственного и иного назначения. Это же заключение относится и к органо-минеральной системе удобрения. Таким образом, выбор той или иной системы применения удобрений будет зависеть в основном от направления хозяйственной деятельности предприятий и экономических показателей производства молока и другой сельскохозяйственной продукции.

Литература

1. Горчаков Я.В., Дурманов Д.Н. Мировое органическое земледелие XXI века. – М.: Изд-во ПАИМС, 2002. – 402 с.
2. Бачин С. Органика. Мифы и реальность. – М.: ООО «Хлеб-Соль», 2016. – 128 с.
3. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т. 1. Агрохимия. – М.: Колос, 1965. – 767 с.
4. Минеев В.Г., Дебрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. – М.: Колос, 1993. – 415 с.
5. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики. – Минск: Белорус. наука, 2009. – 404 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Перегудов В.Н. и др. Проведение многофакторных опытов с удобрениями и математический анализ их результатов (Методические указания). – М., 1976. – 111 с.
8. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 517 с.
9. Ариунукина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Московского университета, 1961. – 491 с.
10. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. – М.: ВНИИА, 2013. – 296 с.
11. Державин Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Колос, 1992. – 212 с.
12. Нормативные показатели содержания азота, фосфора и калия в органических удобрениях и использование их сельскохозяйственными культурами / Я.Т. Кирикой, Г.Е. Мерзлая, С.Ф. Полунин и др. – М.: ВИАУ, 1991. – 56 с.
13. Кидин В.В. Система удобрения. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 534 с.
14. Справочник по кормопроизводству. / М.А. Смурыгин, В.Г. Игловиков, В.А. Ташилин и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 413 с.
15. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.

EFFICIENCY OF CROP PRODUCTION SYSTEM BASED ON THE APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS

G.Ye. Merzlaya, R.A. Afanasev

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: info@vniia-pr.ru

In a long-term 37-year field experiment conducted in Non-chernozem zone of Russian Federation (Smolensk region) on sod-podzolic light loamy soil, the effect and 7 years of aftereffect of three fertilization systems were studied: organic, mineral and organomineral. It has been established that in terms of the productivity of agricultural crops, the highest collection of feed units under the action of fertilizers was obtained in the mineral system – 40.0 c/ha, the lowest – according to the organic – 34.2 c/ha. The organomineral system occupied an intermediate position – 36.0 c/ha. In the aftereffect, the organomineral system took the first place in terms of crop rotation productivity – 32.1 c/ha, the last place was occupied by the mineral system – 28.2, and the intermediate – organic system with 30.5 c/ha. Agrochemical properties of the soil changed depending on fertilization systems with a negative balance of basic nutrients (NPK). At the same time, the mineral system had the greatest negative impact on soil pH. Under the influence of the mineral and organomineral systems, the content of exchangeable potassium in the soil significantly decreased, and in the aftereffect a decrease in the content of potassium was noted in all variants of the experiment. In action for all fertilization systems in the soil, the humus content decreased, but the mobile phosphorus content increased. The aftereffect of fertilization systems in the soil continued to decrease the content of humus and phosphorus, with the exception of the variant with the mineral system.

Key words: long-term field experience, organic, mineral and organomineral fertilization systems, action and aftereffect, soil fertility, crop rotation productivity, quality of plant products.