

УДК 631.41:631.445.24:631.895

ВЛИЯНИЕ НОВОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

© 2019 г. А. И. Иванов^{1,*}, Ж. А. Иванова¹, И. А. Фрейдкин², И. В. Соколов²

¹ Агрофизический научно-исследовательский институт
195220 Санкт-Петербург, Гражданский просп., 14, Россия

² Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения
196608 Санкт-Петербург—Пушкин, ш. Подбельского, 7, Россия

*E-mail: office@agrophis.ru

Поступила в редакцию 18.06.2018 г.

После доработки 30.07.2018 г.

Принята к публикации 10.12.2018 г.

Изучена эффективность применения нового органо-минерального удобрения (ОМУ) на основе куриного помета. Его применение в полевом севообороте микрополевого опыта на деградированной дерново-подзолистой почве в среднегодовых дозах от 1.7 до 4.1 т/га повысило продуктивность севооборота на 47–73% и компенсировало деградацию почвы. Наиболее существенные позитивные изменения касались кислотно-основного и фосфатного состояния почвы. В расчете на 1 т ОМУ/га отмечено повышение pH_{KCl} на 0.04 ед., суммы обменных оснований — на 0.045 ммоль(экв)/100 г, подвижных фосфатов — на 6.0 мг/кг. Достоверное улучшение гумусного, азотного и калийного состояния почвы соответствовало максимальной дозе ОМУ. Совместное применение ОМУ с минеральными удобрениями сопровождалось резким (в 1.9–2.8 раза) увеличением продуктивности севооборота и выраженным дефицитом баланса гумуса, азота и калия.

Ключевые слова: агрохимические свойства почвы, деградированная легкая дерново-подзолистая почва, новое органо-минеральное удобрение.

DOI: 10.1134/S0002188119030074

ВВЕДЕНИЕ

Почти три десятилетия значительная часть активно используемых пахотных дерново-подзолистых почв Нечерноземья находится в процессе хронической, скрытой (определяемой инструментальными методами) деградации [1–5]. Особенно тяжелые риски для регионального земледелия, сопряженные с недобором урожая, ухудшением качества продукции и снижением экономической эффективности, связаны с ускоренным подкислением и утратой почвой подвижных соединений калия [6–9]. В длительных опытах на дерново-подзолистых почвах при этом фиксируют нежелательные изменения агрофизических свойств, прежде всего связанных с их структурным состоянием и водным режимом [2, 5, 9]. Ценовая недоступность минеральных удобрений, ограниченное применение навоза в результате сокращения поголовья крупного рогатого скота и его концентрации на мегафермах лишь усугубляют ситуацию [3, 5, 10]. В последние годы, в связи с интенсивным развитием птицеводства, все больше обращают

внимание на необходимость рационального использования имеющихся ресурсов пометных удобрений [11, 12]. Выполнение весьма жестких экологических требований к ним делает необходимой технологическую переработку помета, гарантирующую получение продукта с благоприятными физическими, удобрительными и санитарно-гигиеническими свойствами [10–12].

В Ленинградской обл., ежегодно накапливающей до 1 млн т птичьего помета, ООО “Билавис” разработана энергосберегающая технология производства высококонцентрированного органо-минерального удобрения (ОМУ). Оно представляет собой гранулированную смесь сухого помета и золы, образовавшейся при сжигании части помета с целью высушивания основной его партии. Комплексную агроэкологическую оценку этого удобрения провели в Агрофизическом НИИ в серии полевых экспериментов с 2010 г. Цель работы — анализ результатов этого исследования, касающийся оценки возможностей ОМУ в оптимизации кислотно-основного состояния и ряда агрохими-

ческих свойств легкой дерново-подзолистой почвы, подвергшейся длительной скрытой деградации в полевом севообороте.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2012–2014 гг. на базе многолетнего стационарного опыта Меньковского филиала АФИ в полевом севообороте: пар сидеральный (люпиновый)–пшеница озимая–ячмень + многолетние травы 1-го года пользования – многолетние травы 2-го года пользования – многолетние травы 3-го года пользования – картофель–рапс яровой. Для сокращения срока оценки изученного удобрения микрополевой опыт в полиэтиленовых сосудах без дна площадью 1 м² формировали одновременно в 3-х закладках, относящихся к 3-м звеньям указанного севооборота: 1 – пар сидеральный–пшеница озимая–ячмень + многолетние травы, 2 – ячмень + + многолетние травы 1-го года пользования – многолетние травы 2-го года пользования – многолетние травы 3-го года пользования, 3 – картофель–рапс яровой–люпин узколистный.

Для набивки сосудов использовали пахотную супесчаную дерново-подзолистую почву контрольного варианта (без удобрений) стационарного опыта, подвергшуюся 30-летнему деградационному процессу [2]. Основные агрохимические свойства почвы: рН_{KCl} 4.74, гумус – 1.85%, P₂O_{5HCl} – 217 мг/кг, K₂O_{HCl} – 92 мг/кг (в 1982 г. при закладке длительного полевого эксперимента эти показатели составляли 5.60, 2.77%, 256 и 197 мг/кг соответственно).

Схема опыта включала 2 фактора:

А – минеральная система удобрения: контроль (без удобрений), N75P50K50, N100P75K75; *Б* – система применения ОМУ, включающая 7 вариантов с широким диапазоном доз стандартного ОМУ и легированной К_с (10 кг K₂O/т ОМУ) модификации: от малых (3 т/га под пшеницу озимую и 4 т/га под ячмень с подсевом трав и картофеля), нацеленных главным образом на обеспечение потребностей растений в элементах питания, до средних (5 и 7 т/га) и высоких (7 и 10 т/га соответственно), рассчитанных и на воспроизводство, и повышение почвенного плодородия.

Партия ОМУ, изученная в данном опыте, имела: влажность – 2.2%, зольность – 25.6%, рН 9.0 и содержала: органического вещества – 74.4, N – 2.46, P₂O₅ – 4.51, K₂O – 3.36, CaO – 7.18, MgO – 2.48%; Cu – 97, Zn – 484, Ni – 7.9, Pb – 21, Cd – 0.1 мг/кг. Его нейтрализующая способность достигала 20%, соотношение C_{орг} : N = 12.7, показатели

санитарно-гигиенического состояния указывали на отсутствие жизнеспособных форм патогенных организмов. Удобрения вносили под предпосевную обработку почвы: во 2-м и 3-м звеньях севооборота – однократно под ячмень и картофель, в 1-м звене – дважды (под озимую пшеницу и через неполных 2 года – под ячмень). Остальные культуры возделывали при последствии изученных систем удобрения. Среднегодовые дозы ОМУ изменялись от 1.3–3.3 т/га во 2-м и 3-м звеньях до 2.3–5.7 т/га – в 1-м звене.

Повторность опыта четырехкратная. Учет урожая – сплошной весовой. Химические анализы выполняли в испытательной лаборатории и лаборатории методологии опытного дела АФИ по соответствующим стандартным методикам: определение обменной и активной кислотности – потенциометрическим методом, обменной кислотности и содержания подвижного алюминия – по Соколову, гидролитической кислотности – по Каппену, суммы обменных оснований – по Каппену–Гильковицу, содержание гумуса и легкогидролиземого азота – по Тюрину, минерального азота (N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻) – потенциометрическим методом, подвижных соединений фосфора и калия – по Кирсанову, степень подвижности фосфатов – по Карпинскому–Замятиной, содержания легкорастворимого калия – по Дашевскому [13]. Статистическая обработка данных выполнена дисперсионным методом с использованием программного пакета Stat, расчет баланса NPK – по методике ЦИНАО [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Была установлена высокая агрономическая эффективность ОМУ в заданных программой почвенных условиях (рис. 1). Трехкратным за ротацию внесением ОМУ в равных дозах от 3 до 10 т/га достигали увеличения продуктивности полевого севооборота на 47–73%, при совместном применении с минеральными удобрениями – на 94–179%. Дополнение (легирование) ОМУ калием минерального удобрения обеспечивало повышение продуктивности севооборота на 18%. Эти показатели формировались как за счет прямого действия удобрений на урожайность первых культур, так и последствия в посевах многолетних трав, рапса и люпина. Лучшие результаты окупаемости действующего вещества ОМУ (6.8–11.6 з.е./кг NPK) соответствовали вариантам опыта с малыми и средними дозами. Однако будет неправильным называть эти дозы оптимальными без учета произошедших изменений свойств почвы, в частности, агрохимических.

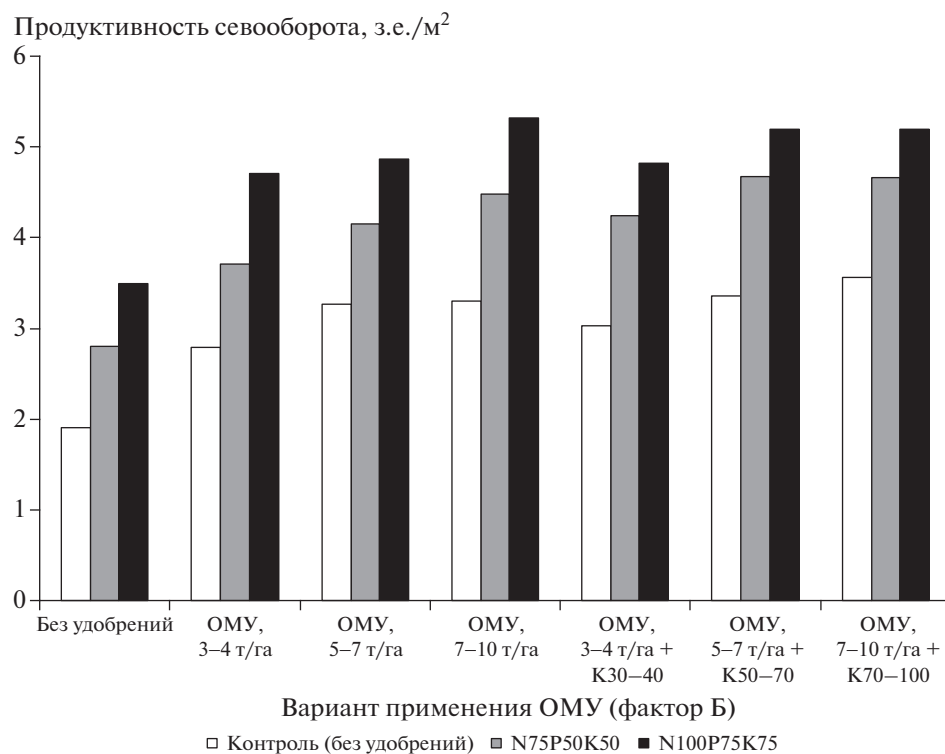


Рис. 1. Зависимость продуктивности полевого севооборота от системы удобрения (HCP_{05} : фактор $A - 0.19$, фактор $B - 0.28$, взаимодействие факторов $AB - 0.47$ з.е./м²).

Поскольку в каждой тонне ОМУ содержалось 130 кг кальция, калия и магния, причем в значительной степени в форме оксидов, гидрооксидов и гидрокарбонатов, его нейтрализующее действие на почвенную кислотность проявилось достаточно стабильно (табл. 1). В вариантах без удобрений и с одними минеральными удобрениями величина pH_{KCl} почвы пахотного слоя за 3 года не изменилась. Мало изменялись и другие показатели кислотно-основных свойств почвы. Напротив, действие средних и высоких доз ОМУ было существенным. В среднем в вариантах в расчете на внесенную 1 т ОМУ/га показатель pH_{KCl} повышался на 0.036 ед., сумма обменных оснований – на 0.045 ммоль(экв)/100 г, степень насыщенности основаниями – на 0.7%, а показатель гидролитической кислотности снижался на 0.047 ммоль(экв)/100 г. Согласно предлагаемым А.С. Фридом подходам и нормативам затрат извести для сдвига pH_{KCl} почвы на единицу [15, 16], нейтрализующее действие 1 т ОМУ соответствовало действию 257 кг $CaCO_3$. Это означало, что применением в полевых севооборотах ОМУ в среднегодовых дозах от 1.7 до 2.9 т/га можно предотвратить современный процесс подкисления пахотных дерново-подзолистых почв, а в дозе

4.1 т/га – и оптимизировать их кислотно-основные свойства.

Теоретические расчеты по методике ВНИП-ТИОУ [17] показали, что в севооборотах с многолетними травами на фоне применения средних и высоких доз ОМУ возможно поддержание бездефицитного баланса гумуса (табл. 2). В условиях опыта это достигалось в большей степени не за счет органического вещества ОМУ, а за счет возрастающей массы пожнивно-корневых остатков и заделываемого в почву сидерата.

Данные относительно влияния ОМУ на агрохимические свойства, определяющие питательный режим почвы, были менее оптимистичными. Возможно, это отчасти объясняется спецификой микрополевого эксперимента, в котором показатели выноса элементов питания урожаем значительно больше, чем в реальном производстве.

Среди основных макроэлементов острым дефицитом отличался хозяйственный баланс азота, особенно в вариантах совместного внесения с минеральными удобрениями (до 538 кг/га за 3 года). Очевидно, что фактические показатели биологического баланса этого элемента были лучше благодаря фиксации азота воздуха симбиотическими бактериями клевера и люпина. Однако факт де-

Таблица 1. Влияние системы удобрения на кислотно-основные свойства дерново-подзолистой почвы (средние в 3-х звеньях севооборота)

Доза ОМУ за 3 года (фактор <i>B</i>)	Свойства почвы осенью 2014 г.						
	рН _{KCl}	рН _{H₂O}	<i>H</i> _{обм}	Al _{подв}	<i>H</i> _Г	<i>S</i> _{обм}	<i>V</i> , %
			мМоль(экв)/100 г				
Без минеральных удобрений (фактор <i>A</i>)							
Без ОМУ	4.74	5.49	0.49	0.39	3.44	3.16	48
ОМУ 5 т/га	4.90	5.68	0.41	0.30	3.29	3.40	51
ОМУ 8.7 т/га	5.02	5.80	0.34	0.24	3.08	3.53	53
ОМУ 12.3 т/га	5.18	5.96	0.28	0.18	2.89	3.73	56
Минеральные удобрения N100P67K67 (фон 1) (фактор <i>A</i>)							
Фон 1 (без ОМУ)	4.74	5.48	0.49	0.39	3.57	3.32	48
Фон 1 + ОМУ 5 т/га	4.92	5.65	0.41	0.33	3.38	3.55	51
Фон 1 + ОМУ 8.7 т/га	5.14	5.84	0.36	0.27	3.15	3.70	54
Фон 1 + ОМУ 12.3 т/га	5.23	5.95	0.28	0.20	2.95	3.88	57
Минеральные удобрения N133P100K100 (фон 2) (фактор <i>A</i>)							
Фон 2 (без ОМУ)	4.72	5.44	0.50	0.40	3.57	3.26	48
Фон 2 + ОМУ 5 т/га	4.90	5.66	0.39	0.29	3.32	3.47	51
Фон 2 + ОМУ 8.7 т/га	5.03	5.78	0.32	0.23	3.06	3.63	54
Фон 2 + ОМУ 12.3 т/га	5.24	5.98	0.25	0.17	2.90	3.86	57
<i>HCP</i> ₀₅ фактора <i>A</i>	0.11	$F_{\phi} < F_{05}$	0.07	0.05	0.12	0.14	0.5
фактора <i>B</i>	0.17	0.16	0.11	0.09	0.19	0.21	2.4

фицита баланса подтвержден и трансформацией показателей азотного режима почвы. В частности, содержание легкогидролизующих соединений азота уменьшалось с исходных 103 до 89–58 мг/кг. При этом положительное относительно контрольного варианта влияние ОМУ на содержание и легкогидролизующего, и минерального азота отмечено как наблюдениями в течение вегетации, так и по состоянию на конец исследования. Оно выразилось в повышении содержания легкогидролизующих соединений азота в почве в среднем на 1.2 мг/кг в расчете на 1 т ОМУ /га.

Хозяйственный баланс фосфора складывался с большим профицитом даже на фоне малых доз ОМУ, что указывало на особую ценность этого удобрения для слабокультурных, бедных подвижными фосфатами почв. Увеличение содержания в почве подвижного фосфора отмечено во всех вариантах с применением ОМУ (степени подвижности фосфатов – в основном в вариантах со средними и высокими дозами). При этом затраты остаточного фосфора удобрений на прирост содержания подвижного фосфора на 1 мг P₂O₅ /кг почвы значительно превысили принятый в агро-

химслужбе норматив (6.5 кг P₂O₅/га) и составили в среднем в опыте 8 кг/га. Повышенная буферная способность высокообеспеченных фосфором почв относительно трансформации содержания в них подвижных фосфатов и ее природа были установлены в более ранних исследованиях [18–21].

Информация, касающаяся изменения калийного состояния почвы, подтвердила мнение ряда ученых [6, 22, 23] о недостаточной изученности процессов превращений в системе калий удобрения–калий почвы. Сложно объяснить, в частности, причину сохранения высокой доли легкорастворимого (по Дашевскому) калия в составе обменного при столь значительной степени деградации калийного состояния почвы за 30 предшествующих закладке опыта лет (уменьшение содержания подвижного калия со 197 до 92 мг/кг) [2]. Столь же трудно обосновать балансированными расчетами незначительное снижение содержания обменного калия на фоне острого дефицита этого элемента почти во всех вариантах системы удобрения: в среднем в опыте с 92 до 85 мг/кг, или по 1 мг/кг в расчете на 190 кг/га дефицита баланса K₂O. В 3-х вариантах была обнаружена тенденция к увеличе-

Таблица 2. Влияние системы удобрения на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы (средние в 3-х звеньях севооборота)

Доза ОМУ за 3 года (фактор <i>Б</i>)	Гумус		Азот			Фосфор			Калий		
	баланс, т/га	содержание, %	баланс N, кг/га	содержание		Баланс P ₂ O ₅ , кг/га	содержание		Баланс K ₂ O, кг/га	содержание	
				N _{лг}	N _{мин}		P ₂ O ₅ (HCl), мг/кг	P ₂ O ₅ (K ₂ SO ₄), мг/л		K ₂ O(HCl), мг/кг	K ₂ O(H ₂ O), мг/кг
				мг/кг							
Без минеральных удобрений (фактор <i>А</i>)											
Без ОМУ	-0.57	1.81	-315	67	32	-84	193	0.50	-252	81	52
ОМУ 5 т/га	0	1.84	-336	72	37	+104	232	0.56	-199	87	54
ОМУ 8.7 т/га	+0.68	1.89	-324	77	41	+249	248	0.65	-138	90	53
ОМУ 12.3 т/га	+1.21	2.02	-241	88	55	+411	265	0.70	-22	94	61
ОМУ 5 т/га + K50	-1.27	1.83	-376	68	35	+94	230	0.64	-180	88	60
ОМУ 8.7 т/га + K87	+0.58	1.90	-337	73	40	+246	247	0.61	-61	92	61
ОМУ 12.3 т/га + K123	+1.01	2.01	-287	86	52	+398	261	0.72	+64	101	69
Минеральные удобрения N100P67K67 (фон 1) (фактор <i>А</i>)											
Фон 1 (без ОМУ)	-1.26	1.77	359	69	30	-55	205	0.65	-300	70	47
Фон 1 + ОМУ 5 т/га	-0.65	1.80	-387	69	37	+131	235	0.58	-252	83	55
Фон 1 + ОМУ 8.7 т/га	+0.28	1.86	-342	83	54	+285	255	0.70	-165	82	55
Фон 1 + ОМУ 12.3 т/га	+0.40	2.02	-338	89	59	+425	270	0.76	-112	94	66
Фон 1 + ОМУ 5 т/га + K50	-0.96	1.80	-479	65	30	+17	232	0.59	-276	77	52
Фон 1 + ОМУ 8.7 т/га + K87	-0.57	1.83	-454	70	38	+255	248	0.68	-167	84	63
Фон 1 + ОМУ 12.3 т/га + K123	+0.33	1.91	-362	86	55	+419	265	0.76	-7	97	70
Минеральные удобрения N133P100K100 (фон 2) (фактор <i>А</i>)											
Фон 2 + (без ОМУ)	-1.54	1.72	-444	62	31	-53	214	0.56	-361	68	40
Фон 2 + ОМУ 5 т/га	-1.04	1.79	-518	62	39	+121	233	0.69	-350	68	42
Фон 2 + ОМУ 8.7 т/га	-0.64	1.84	-453	66	44	+280	252	0.75	-247	83	56
Фон 2 + ОМУ 12.3 т/га	-0.26	1.91	-443	79	44	+422	268	0.79	-189	87	65
Фон 2 + ОМУ 5 т/га + K50	-1.04	1.80	-538	58	33	+115	235	0.66	-316	75	52
Фон 2 + ОМУ, 8.7 т/га + K87	-0.83	1.89	-512	68	45	+264	250	0.73	-207	86	66
Фон 2 + ОМУ, 12.3 т/га + K123	+0.20	1.97	-424	80	48	+427	256	0.79	-252	99	71
НСП фактор <i>А</i>		0.08		6	3		14	0.10		7	5
фактора <i>Б</i>		0.12		9	7		17	0.13		10	7

нию содержания K₂O на 2–7 мг/кг при дефиците баланса от 7 до 252 кг/га. Все это могло быть следствием не поддающегося пока эффективному контролю процесса перехода катионов почвенного калия с более энергоемких позиций [6, 24–26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение органо-минерального удобрения на основе куриного помета в разовых дозах от 3 до

7 т/га, или по 1.7–2.9 т/га в среднем в год обеспечило увеличение продуктивности полевого севооборота на частично утратившей плодородие дерново-подзолистой почве на 47–73%, в сочетании с минеральными удобрениями – в 1.9–2.8 раза. При этом компенсировалось подкисление и деградация почвы, улучшалось ее фосфатное состояние.

При увеличении среднегодовой дозы ОМУ до 4.1 т/га за 3-летний период достигалось повыше-

ние pH_{KCl} на 0.47 ед., суммы обменных оснований — на 0.58 ммоль(экв)/100 г, содержания подвижных фосфатов — на 60 мг/кг. Содержание гумуса и подвижного калия удавалось стабилизировать либо незначительно увеличить. В среднем дозе 1 т ОМУ/га соответствовало повышение pH_{KCl} на 0.036 ед., суммы обменных оснований — на 0.045 ммоль(экв)/100 г, содержания легкогидролизуемых соединений азота — на 1.2 мг/кг, подвижных фосфатов — на 6.0 мг/кг.

Применение ОМУ на фоне средних и повышенных доз минерального удобрения практически не изменяло характер его положительного влияния на кислотно-основные свойства почвы, но приводило к обострению дефицита баланса гумуса, азота и калия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шафран С.А.* Динамика применения удобрений и плодородие почв // *Агрохимия*. 2004. № 1. С. 18–24.
2. *Фесенко М.А.* О результатах и развитии исследований в многолетнем стационарном опыте в семипольном севообороте // *Агрофизика*. 2012. № 3 (7). С. 50–57.
3. *Архипов М.В.* Методологические и информационно-технологические основы развития кормопроизводства в Северо-Западном регионе РФ. СПб., 2015. 184 с.
4. *Шафран С.А.* Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны и резервы // *Агрохимия*. 2016. № 8. С. 3–10.
5. *Архипов М.В.* Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России. СПб.—Пушкин, 2016. 136 с.
6. *Иванов А.И., Иванов И.А., Воробьев В.А., Лямцева Е.Г.* Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения // *Агрохимия*. 2009. № 4. С. 21–26.
7. *Иванов А.И., Цыганова Н.А., Воробьев В.А.* Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения // *Агрохимия*. 2010. № 3. С. 17–21.
8. *Иванов А.И., Иванова Ж.А., Воробьев В.А., Цыганова Н.А.* Агроэкологические последствия длительного использования дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // *Агрохимия*. 2016. № 4. С. 10–17.
9. *Иванов А.И.* Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России // *Агрофизика*. 2016. № 2. С. 35–44.
10. *Фрейдкин И.А.* Агроэкологическая оценка эффективности применения нового органо-минерального удобрения в условиях Северо-Запада РФ: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб.: АФИ, 2017. 20 с.
11. *Мерзлая Г.Е., Лысенко В.П.* Ресурсы птицефабрик для производства органических удобрений // *Агрохим. вестн.* 2005. № 3. С. 21–23.
12. *Брюханов А.Ю.* Методы проектирования и критерии оценки технологий утилизации навоза, помета, обеспечивающие экологическую безопасность: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб.: СПГАУ, 2017. 49 с.
13. *Минеев В.Г.* Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
14. *Методические указания по определению баланса питательных веществ: азота, фосфора, калия, гумуса, кальция.* М.: ЦИНАО, 2000. 40 с.
15. *Фрид А.С.* Методические подходы к разработке нормативов изменений структурно-функциональных свойств почв, почвенных процессов в зависимости от характера и интенсивности антропогенного воздействия и глобального изменения климата с целью корректировки агротехнологий // *Агрохимия*. 2009. № 10. С. 70–76.
16. *Фрид А.С.* Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях. Метод. рекоменд. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. 176 с.
17. *Попов П.Д., Жуков А.И., Лукин С.М., Мосалева В.В.* Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях. Метод. рекоменд. Владимир, 1986. 17 с.
18. *Рейнфельд Л.Б.* Факторы, определяющие обогащение почвы подвижным фосфором в год внесения удобрений // *Агрохимия*. 1978. № 2. С. 42–47.
19. *Иванов А.И., Ильющенков В.В.* Фосфатный режим хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв Северо-Запада России и его трансформация в современных условиях // *Докл. РАСХН*. 2000. № 2. С. 23–25.
20. *Кудеярова А.Ю.* Фосфатогенная трансформация почв. М.: Наука, 1995. 286 с.
21. *Кудеярова А.Ю.* Хемосорбция фосфат-ионов и деградация органо-минеральных сорбентов в кислых почвах // *Почвоведение*. 2010. № 6. С. 681–697.
22. *Прокошев В.В., Дерюгин И.П.* Калий и калийные удобрения. М., 2000. 181 с.
23. *Сычев В.Г.* Возможности совершенствования градации содержания доступного калия // *Агрохим. вестн.* 2000. № 5. С. 30–34.
24. *Пчелкин В.У.* Почвенный калий и калийные удобрения. М.: Колос, 1966. 336 с.
25. *Никитина Л.В., Володарская И.В.* Динамика обменного калия и его минимальные уровни в агроценозах на дерново-подзолистых почвах // *Агрохимия*. 2007. № 2. С. 14–18.
26. *Воробьев В.А.* Агроэкологические аспекты природно-антропогенной трансформации калийного состояния дерново-подзолистых почв Северо-Запада России: Дис. ... д-ра с.-х. наук. Великие Луки, 2016. 272 с.

Influence of New Organic-Mineral Fertilizer on the Change of Agrochemical Properties of Degraded Sod-Podzolic Soil

A. I. Ivanov^{a,#}, Zh. A. Ivanova^a, I. A. Fraidkin^b, and I. V. Sokolov^b

^a *Agrophysical Research Institute*

Grazhdansky prosp. 14, St. Petersburg 195220, Russia

^b *North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance*

sh. Podbelskogo 7, St. Petersburg–Pushkin 196608, Russia

[#] *E-mail: office@agrophis.ru*

The efficiency of the new organic-mineral fertilizer (OMF) based on poultry manure was studied. Its application in field crop rotation on a degraded sod-podzolic soil in average annual rates 1.7–4.1 t/ha increased the productivity of crop rotation by 47–73% and prevented soil degradation. The most significant positive changes were related with the acid-base and phosphate state of the soil. OMF application at 1 t/ha increased pH_{KCl} by 0.04 units, the amount of exchange bases – by 0.045 mmol (Eq)/100 g, available phosphate – by 6.0 mg/kg. The significant improvement of humus, nitrogen and potassium status corresponded to the maximum OMF rate. Combined OMF and mineral fertilization was followed by a sharp (1.9–2.8 times) increase in crop rotation productivity and expressed humus, nitrogen and potassium deficit.

Key words: agrochemical properties of soil, degraded sod-podzolic soil, new organic-mineral fertilizer.