

отв. сост. к. с.-х. н. Ф.Б. Мусаев. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. 42 с.

4. Безух Е.П., Потрахов Н.Н. Микрофокусная рентгенография в селекции и питомниководстве плодовых культур. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 67. С. 18-22.

5. Рентгенография в плодоводстве: метод. указания/ сост.: Е.П. Безух, Н.Н. Потрахов, В.Б. Бессонов. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. 52 с.

6. Рентгенография в виноградарстве: метод. указания/ сост.: Н.Н. Потрахов, М.А. Никольский, А.Ю. Грязнов, К.К. Жамова, Н.Е. Староверов. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. 53 с.

REFERENCES

1. Derunov I.V. Rentgenograficheskoe issledovanie semyan razlichnyh sel'skohozyajstvennyh kul'tur i produktov ih pererabotki: Dis. ... kand. biol. nauk [X-ray examination of seeds of various crops and products of their processing. Diss. Cand. Sc. (Biology)]. Saint Petersburg: AFI. 2004: 116. (In Russian)
2. Arkhipov M.V., Potrakhov N.N. Mikrofokusnaya rentgenografiya rastenij [Microfocus X-ray diffraction of plants]. Saint Petersburg: Tekhnolit. 2008: 194. (In Russian)
3. Rentgenograficheskij analiz kachestva semyan ovoshchnyh kul'tur: metod. Ukazaniya [X-ray analysis of vegetable seeds quality: methodical guidelines. (Acquisitions editor F.B. Musaev). Saint Petersburg: SPBGETU "LETI" Publ. 2015: 42. (In Russian)
4. Bezukh E.P., Potrakhov N.N. Mikrofokusnaya rentgenografiya v selektsii i pitomnikovodstve plodovyh kul'tur [Microfocus X-ray diffraction in breeding and growing the planting material of fruit crops in fruit nurseries]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. N 67: 18-22. (In Russian)
5. Bezukh E.P., Potrakhov N.N., Bessonov V.B. Rentgenografiya v plodovodstve: metod. ukazaniya [X-ray diffraction in fruit growing: methodical guidelines]. Saint Petersburg: SPBGETU "LETI" Publ. 2017: 52. (In Russian)
6. Potrakhov N.N., Nikol'skij M.A., Gryaznov A.YU., Zhamova K.K., Staroverov N.E. Rentgenografiya v vinogradarstve: metod. ukazaniya [X-ray diffraction in grape growing: methodical guidelines]. Saint Petersburg: SPBGETU "LETI" Publ. 2015. 53. (In Russian)

УДК 631.8:53

DOI 10.24411/0131-5226-2018-10106

УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕГКОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА

Ж.А. Иванова¹, канд. с.-х. наук;
Д.А. Моисеев¹, канд. с.-х. наук;

И.А. Фрейдкин², канд. с.-х. наук;
И.В. Соколов³

¹ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

²Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

³ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, Санкт-Петербург, Россия

ООО «Билавис», совместно с Агрофизическим НИИ, разработало технологию производства нового гранулированного органо-минерального удобрения на основе птичьего помета. Для определения свойств нового удобрения и его эффективности применения, в 2012-2014 гг. были проведены исследования в микрополевом многолетнем опыте на базе Меньковского филиала Агрофизического НИИ на легкой дерново-подзолистой почве. Двухфакторная схема опыта предполагала ежегодное внесение минеральных удобрений в количестве N0P0K0, N75P50K50, N100P75K75 и периодическое внесение нового органо-минерального удобрения в количестве 3-10 т/га. Также, были введены варианты с дополнительным внесением калия (в виде сульфата калия) из расчета 10 кг действующего вещества К на каждую тонну нового удобрения. В результате опыта было установлено, что при внесении нового удобрения происходит оптимизация физических свойств почвы, в частности наблюдалось увеличение коэффициентов структурности и водопрочности в среднем с 0,69 до 1,18 – 1,69 и с 0,55 до 0,76 – 0,85, полевой влагоёмкости почвы - с 20,6 до 21,6 – 22,7 %, а диапазона активной влаги с 14,2 до 14,7-15,5 % и заметное улучшение её водного режима. Обнаружено достоверное повышение в гранулометрическом составе почвы содержания илстой фракции (на 17% отн.) при внесении 7 т/га нового удобрения и физической глины на 6% отн. при внесении 10 т/га.

Ключевые слова: почва, органо-минеральные удобрения, птичий помет, физические свойства почвы.

Для цитирования: Иванова Ж.А., Фрейдкин И.А., Моисеев Д.А., Соколов И.В. Улучшение физических свойств легкой дерново-подзолистой почвы с использованием удобрения на основе куриного помета // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2018. № 4(97). С.190-198

IMPROVEMENT OF PHYSICAL CONDITIONS OF LIGHT SODDY-PODZOLIC SOIL USING THE POULTRY MANURE-BASED FERTILISER

J.A. Ivanova¹, Cand. Sc (Agriculture);
D.A. Moiseev¹, Cand. Sc (Agriculture);

I.A. Freidkin², Cand. Sc (Agriculture);
I.V. Sokolov³

¹Federal State Budgetary Institution “Agrophysical Research Institute”, Saint Petersburg, Russia

²Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of FSAC VIM, Saint Petersburg, Russia

³Federal State Budget Scientific Institution “Northwest Center for Interdisciplinary Researches of Food Supply Problems”, Saint Petersburg, Russia

The production technology of the new granular organomineral fertiliser based on poultry manure was developed by Bilavis Ltd. in cooperation with the Agrophysical Research Institute. In 2012-2014, the perennial micro-field experiment was carried out on light soddy-podzolic soil in the branch of Agrophysical Research Institute in Menkovo village with the aim to investigate the properties and effectiveness of the new fertiliser. Two-factor scheme of the experiment included the annual application of mineral fertilisers (N0P0K0, N75P50K50, N100P75K75) and periodic application of the new organomineral fertiliser (3-10 t/ha). The variants with supplemental introduction of potassium (in the form of potassium sulfate) at the rate of 10 kg

of active ingredient (K) per ton of new fertiliser were added to the scheme. The obtained results showed that the new fertiliser optimized the acid-base properties of soil (pH KCl increased to 0.036 and total exchangeable bases to 0.048 millimole/100 g per ton of new fertiliser). The coefficients of soil pedality and water stability in the experiment increased on average from 0.69 to 1.18-1.69 and from 0.55 to 0.76-0.85, respectively; field water capacity of soil increased from 20.6 to 21.6-22.7 %, and the range of active moisture – from 14.2 to 14.7-15.5%. A marked improvement of the soil water regime was recorded. A silt fraction content in the soil texture increased significantly (up to 17% rel.), when 7 t/ha of new fertiliser were applied; and physical clay content rose to 6% rel., when 10 t/ha of new fertiliser were applied,

Key words: soil; organomineral fertilizer; poultry manure; physical soil properties.

For citation: Ivanova J.A., Moiseev D.A., Freidkin I.A., Sokolov I.V. Improvement of physical conditions of light soddy-podzolic soil using the poultry manure-based fertilizer. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2018. 4(97): 190-198(In Russian)

Введение

Земледелие на Северо-Западе России с начала 90-х годов ведется при остром недостатке применения мелиорантов и удобрений, практически гарантирующем развитие скрытых деградационных процессов в зональных агродерново-подзолистых почвах [1-5]. На этом фоне по мере снижения плодородия отмечается и ухудшение и ряда важных агрофизических свойств [2,6]. Негативные явления стали прямым следствием недостаточного использования в т.ч. ресурсов местных удобрений таких как сапропели [7] и пригодные осадки сточных вод [8]. Даже в относительно развитой Ленинградской области в настоящее время используется на удобрение не более половины от объемов производства навоза и птичьего помёта. Исходя из этого, совместно с ООО «Билавис» была разработана технология производства нового гранулированного органо-минерального удобрения (НОМУ).

Материалы и методы

Технология производства удобрения основана на том, что первоначальная партия куриного помета, влажностью 65-75%, разделяется на две части. Часть от массы помета используется в качестве биотоплива для получения тепловой энергии, поэтому, для запуска цикла необходимо потратить некоторое количество горючего на высушивание «затравочной» части помета. Влажный помет высушивается в специальной установке за счет сжигания первой части помета. Далее, одна треть высушенного помета (по массе) вновь используется в качестве топлива, а оставшееся количество обрабатывается стабилизатором смешивается с образовавшейся, при сжигании, золой и гранулируется (рис.1). Произведенное таким образом ОМУ характеризуется хорошими физико-механическими свойствами (транспортабельностью, удовлетворительной сыпучестью, слабой прилипаемостью к рабочим органам) и очень высокой концентрацией макро- и микроэлементов - до 25% от физической массы (рис.1).

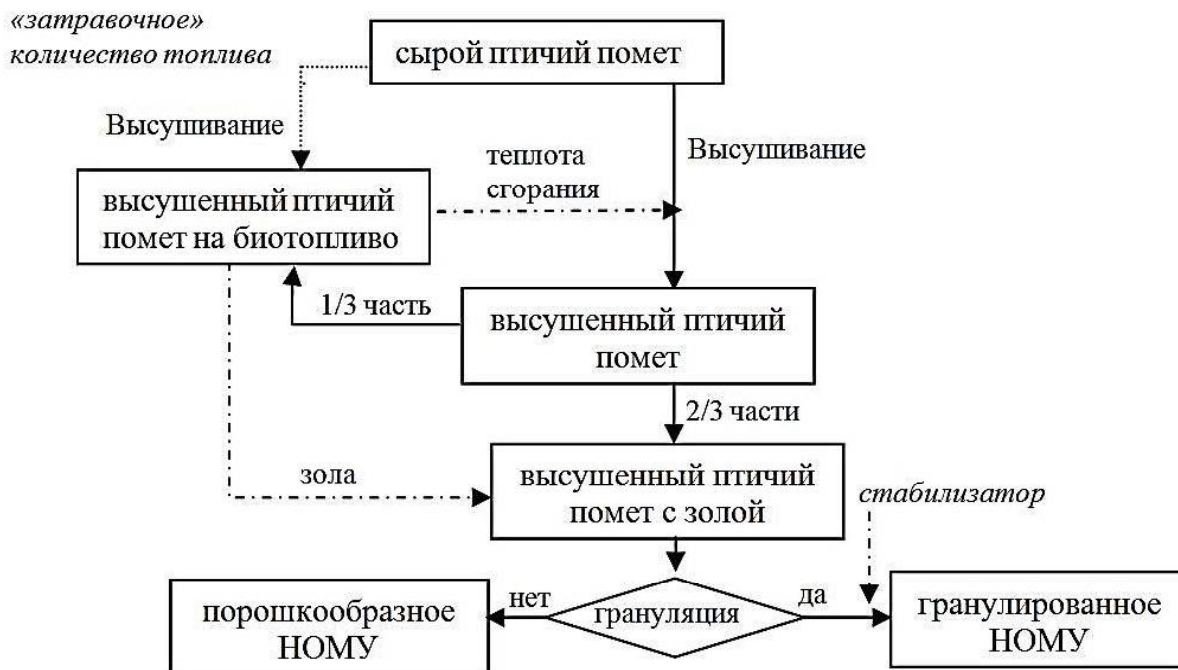


Рис. 1. Технология производства НОМУ

Комплексное изучение нового удобрения в 2010-2012 гг. показало высокую агрономическую эффективность и экологическую безопасность [9,10]. Одной из важнейших задач в нем был поиск параметров оптимизации агрофизических свойств деградированной агродерново-подзолистой почвы под действием НОМУ.

Методической основой исследования служил микрополевой опыт, входящий в систему длительного фундаментального полевого эксперимента «агроэкологический стационар» на базе полевого севооборота «пар сидеральный (люпин) – озимые зерновые – ячмень + многолетние травы – многолетние травы – картофель – рапс яровой». В опыте в полиэтиленовых сосудах без дна размером 1×1×0,4 м искусственно формировалась верхняя часть профиля супесчаной агродерново-подзолистой почвы, подвергшейся тридцатилетней скрытой деградации в контрольном (неудобренном) варианте «агроэкологического стационара». Она обладала средними показателями pH_{KCl} - 4,75, N_g - 3,46; ммоль(экв)/100г, $So_{бм}$ - 3,20 ммоль(экв)/100г, содержанием гумуса - 1,83

%, подвижных соединений фосфора и калия 217 и 92 мг/кг соответственно. В период 2012-2014 гг. опыт реализовался в трёх закладках семипольного полевого севооборота: 1) пар сидеральный (люпиновый) – озимые зерновые – ячмень + многолетние травы; 2) ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п.; 3) картофель – рапс яровой – люпин сидеральный. Двухфакторная схема опыта предполагала ежегодное внесение минеральных удобрений и периодическое – НОМУ (3, 5 и 7 т/га под пшеницу озимую и 5, 7 и 10 т/га под ячмень и картофель) (табл. 1). Изучаемое удобрение характеризовалось влажностью 2,2 %, pH – 9,0 ед., содержанием 74,4 % органического вещества, 2,46 % азота, 4,51 % фосфора, 3,36 % калия, 7,18 % кальция, 2,48 % магния, 97 мг/кг меди, 484 мг/кг цинка, 7,9 мг/кг никеля, 21 мг/кг свинца и 0,1 мг/кг кадмия. Повторность в опыте 4-х кратная.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента была установлена высокая агрономическая эффективность НОМУ, зависящая от биологических особенностей культур, погодно-

климатических условий и сочетания с минеральными удобрениями. Она стала прямым следствием оптимизации комплекса важнейших агропроизводственных (агрофизических, физико-химических и агрохимических) свойств почвы и связанного с ними питательного режима. В отличие от минеральных и органических

систем удобрения на основе навоза действие нового органо-минерального удобрения в дозах 3-10 т/га имело выраженный нейтрализующий эффект, сравнимый с действием аналогичных доз реagentного ОСВ [8] при этом 1 тонна удобрения соответствует 257 кг карбоната кальция.

Таблица 1

Гранулометрический состав пахотного слоя почвы

Доза НОМУ, т/га	Число индивидуальных определений	Фракции (размер частиц, мм), %						
		1 – 0,25	0,25 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	0,005– 0,001	<0,001	<0,01
0	36	15,7	40,0	25,1	5,5	9,6	4,1	19,2
4	48	15,4	39,9	25,3	5,5	9,7	4,3	19,5
7	72	15,5	39,5	25,1	5,5	9,6	4,8	19,5
10	48	15,3	39,4	24,9	5,6	9,7	5,1	20,4
12	24	15,7	39,5	23,3	6,2	9,5	5,6	21,3
17	24	16,0	39,6	23,0	5,6	9,9	6,0	21,5
НСР ₀₅		F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	0,50	0,99

Гранулометрический состав является, по сути, ключевым и одним из самых стабильных свойств почвы, контролируемых их минералогическим составом и генезисом. Его многолетняя динамика в пределах пахотного слоя выступающей объектом исследования супесчаной почвы имела направленность на некоторое утяжеление. Так при закладке «агроэкологического стационара» в 1982 году содержание физической глины составляло 15 %, а при закладке микрополевого опыта в 2012 г. – уже 19 %. По завершении эксперимента в 2014 году установлено дополнительное накопление физической глины, главным образом за счет илистой фракции (табл. 1).

Достоверное повышение содержания илистой фракции на 17 % (отн.)

обнаруживается уже при дозе внесения НОМУ в 7 т/га, а физической глины на 6 % (отн.) – при дозе НОМУ в 10 т/га. На фоне максимальной дозы НОМУ в 17 т·га⁻¹ эти показатели увеличились на 46 и 12 % (отн.) соответственно. Столь желательные для данной почвы изменения не могли стать следствием лишь прихода с удобрением свежих илстых частиц. Вероятно, под действием НОМУ произошло усиление выветривания более крупных фракций почвы, что заметно по выраженному сокращению доли крупной пыли (0,05-0,01 мм). При этом нельзя сбрасывать со счёта и весьма вероятный в таких условиях процесс биогенного образования аморфного кремнезёма.

Структурное состояние почвы пахотного слоя в конце опыта

Доза НОМУ, т/га	Число индивидуальных определений	Доля агрегатов размером (мм), %			Кoeff. структурности	Доля водопрочных агрегатов	Кoeff. водопрочности
		>10	0,25-10	<0,25			
0	36	17,9	40,1	42,0	0,69	22,4	0,55
4	48	12,2	52,1	35,7	1,10	37,7	0,72
7	72	11,9	53,2	34,9	1,18	40,5	0,76
10	48	7,9	62,2	29,9	1,65	50,7	0,83
12	24	14,1	54,7	31,2	1,21	44,3	0,82
17	24	10,0	62,7	27,3	1,69	53,2	0,85
НСР ₀₅		3,2	5,5	4,1	0,10	4,2	0,12

Напрямую с гранулометрическим составом и физико-химическими свойствами почвы связано её структурное состояние. Оно, в свою очередь, в многом контролирует условия жизнедеятельности растений. Так как формирование почвенных агрегатов связано с наличием в почве коллоидов и реакцией среды, то кислые супесчаные агродерново-подзолистые почвы обычно отличаются неблагоприятным структурным состоянием. В контрольном варианте микрополевого опыта доминировали малоценные микро- и глыбистые агрегаты (табл. 2).

Достоверное улучшение структурного состояния почвы обнаруживалось на фоне всех изучаемых доз НОМУ. Это связано с агрегирующим действием вновь образованных органических и органо-минеральных коллоидов, так и с пептизацией ранее диспергированных под действием повышенной кислотности частиц. При внесении оптимальных дозировок в 10-17 т/га за три года коэффициенты структурности и водопрочности агрегатов увеличились на 75-145 и 49-55 % соответственно. Однако столь плотной связи

с дозами здесь уже не обнаружилось. Структурное состояние почвы в вариантах с внесением 4, 7 и 12 т/га НОМУ может оцениваться как удовлетворительное, а 10 и 17 т/га – как хорошее. Причина этого в том, что на структурное состояние почвы выраженное влияние оказывало двухлетнее возделывание многолетних трав (смеси клевера лугового и тимофеевки луговой), а в первом звене севооборота «пар сидеральный – озимая пшеница – ячмень + мн. травы», где и применялись максимальные (12 и 17 т/га) дозы НОМУ они не возделывались. Оптимизация уровня водопрочности агрегатов до благоприятных для агродерново-подзолистых почв параметров обнаружилась в вариантах с применением на 1 га от 7 до 17 т/га. Такие положительные изменения в структурном состоянии оказали выраженное влияние на ряд общефизических и водно-физических свойств почвы (табл. 3). В контрольном варианте опыта они имели удовлетворительные показатели, что связано с достаточной для этого гумусированностью почвы и отсутствием уплотняющего действия сельскохозяйственной техники.

Общие физические и водно-физические свойства почвы в конце опыта

Доза НОМУ, т/га	Число индивидуальных определений	Свойства почвы						
		$m_{об.}$, г/см ³	$m_{уд.}$, г/см ³	$V_{пор.}$, %	МГВ, %	ВУЗ, %	НВ, %	ДАВ, %
0	36	1,30	2,65	51,0	4,8	6,4	20,6	14,2
4	48	1,29	2,65	51,3	5,0	6,6	20,9	14,3
7	72	1,27	2,63	51,7	5,2	6,9	21,6	14,7
10	48	1,27	2,62	51,5	5,2	7,0	22,0	15,0
12	24	1,25	2,61	52,1	5,4	7,2	22,1	14,9
17	24	1,25	2,60	52,2	5,4	7,2	22,7	15,5
НСР ₀₅		0,04	0,04	0,48	0,21	0,25	0,33	0,37

$m_{об.}$ – плотность сложения; $m_{уд.}$ – плотность твердой фазы; $V_{пор.}$ – общая пористость; МГВ – максимальная гигроскопическая влажность; ВУЗ – влажность устойчивого зваядания; НВ – наименьшая влагоемкость; ДАВ – диапазон активной влаги.

В вариантах опыта с внесением НОМУ наблюдалось достаточно устойчивое уменьшение плотности почвы (от 0,01 до 0,05 г/см³), достигающее достоверных значений при дозах 12-17 т/га. Сокращение плотности твёрдой фазы (удельной массы) почвы здесь находилось в прямой зависимости от увеличения содержания органического вещества почвы, а плотности сложения (объёмной массы) – диктовалось оптимизацией структурного состояния почвы.

По этой же причине произошло увеличение под влиянием 7-17 т/га НОМУ исходно благоприятных показателей общей пористости почвы на 0,5 – 1,2 % (абс.).

При хорошей воздухообеспеченности за счет большого объема крупных (некапиллярных) пор, супесчаная почва опыта характеризовалась невысокой водоудерживающей способностью. Так её наименьшая (полевая) влагоемкость лишь незначительно превышала 20 %, а диапазон активной влаги 14,2 %. Поэтому с агрономических позиций исключительно важно любое повышение показателя влагоемкости такой почвы. Достоверные эффекты здесь оказались связаны с применением доз НОМУ более 7т/га. При этом наименьшая влагоемкость увеличилась

на 1,0-2,4 % (абс.), а диапазон активной влаги – на 0,5-1,3 % (абс.). Такие изменения в пределах пахотного слоя изучаемой супесчаной агродерново-подзолистой почвы означают возможность дополнительного накопления на гектаре до 60 м³ воды, необходимой растениям для продукционного процесса.

Выводы

1. Применение НОМУ, обладающего выраженными мелиоративными свойствами в системе удобрения полевого севооборота, позволяет добиться оптимизации комплекса физико-химических и агрофизических свойств деградированной агродерново-подзолистой почвы и её питательного режима. Достоверные эффекты для большинства агрофизических свойств почвы связаны с внесением НОМУ в высоких мелиоративных дозах 7 – 17 т/га.
2. Утяжеление гранулометрического состава, предположительно связанное с усилением биологического выветривания и новообразования минералов выражается в повышении доли илистой фракции и физической глины на 17-46 и 6-12 % (отн.) соответственно.
3. Вследствие оптимизации кислотно-основных свойств, увеличения прихода свежего органического вещества и

перезарядки части коллоидов коэффициенты структурности и водопрочности повысились в среднем с 0,69 до 1,18 – 1,69 и с 0,55 до 0,76 – 0,85, полевая влагоёмкость почвы возросла с 20,6 до 21,6 – 22,7 %, а диапазон активной влаги с 14,2 до 14,7-15,5 % что привело к заметному улучшению её водного режима.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архипов М.В. и др. Методологические и информационно-технологические основы развития кормопроизводства в Северо-Западном регионе РФ. СПб., 2015. 184 с.
2. Архипов М.В. и др. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России. С-Пб.-Пушкин, 2016. 136 с.
3. Иванов А.И., Иванов И.А., Воробьёв 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.
4. Иванов А.И., Цыганова Н.А., Воробьёв В.А. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения // *Агрохимия*. 2010. № 3. С. 17-21.
5. Иванов А.И., Воробьёв В.А., Иванова Ж.А. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2015. № 3. С. 15 – 19.
6. Оленченко Е.А., Рижия Е.Я., Бучкина Н.П., Балашов Е.В. Влияние степени окультуренности дерново-подзолистой супесчаной почвы на её физические свойства и урожайность сельскохозяйственных культур в агрофизическом стационаре // *Агрофизика*. 2012. № 4(8). С. 8-18.
7. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Моисеев Д.А. Влияние системы удобрения на основе сапропеля на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность овсяницы луговой // *Агрохимия*. 2005. № 7. С. 9 – 18.
8. Иванов А.И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых // *Зерновые культуры*. 1998. № 6. С. 10–11.
9. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Фрейдкин И.А. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв с использованием нового органоминерального удобрения // *Плодородие*. 2014. № 6 (81). С. 20-22.
10. Иванова Ж.А., Иванов А.И., Фрейдкин И.А. Агроэкологическая эффективность применения нового органоминерального удобрения на основе птичьего помета // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2014. № 3. С. 19-22.

REFERENCES

1. Arkhipov M.V. i dr. Metodologicheskie i informatsionno-tekhnologicheskie osnovy razvitiya kormoproizvodstva v Severo-Zapadnom regione RF [Methodological, information and technological grounds for development of feed production in the North-West region of the Russian Federation]. Saint Petersburg. 2015:184. (In Russian)
2. Arkhipov M.V. i dr. Otsenka biopotentsiala proizvodstva prodovol'stviya v Severo-Zapadnom regione Rossii [Assessment of biological potential of food production in the North-West region of Russia]. Saint Petersburg-Pushkin. 2016:136. (In Russian)
3. Ivanov A.I., Ivanov I.A., Vorobyov V.A., Lyamtseva E.G. Izmenenie kaliinogo sostoyaniya khorosho okul'turennoi dernovo-

- podzolistoi pochvy pri primenении kalii-defitsitnoi sistemy udobreniya [Changes in the potassium state of a well-cultivated sod-podzolic soil when using a potassium-deficient fertilizer system]. *Agrokimiya*. 2009. N 4: 21-26. (In Russian)
4. Ivanov A.I., Tsyganova N.A., Vorobyov V.A. Otsenka dlitel'nogo ispol'zovaniya khorosho okul'turennoi dernovo-podzolistoi pochvy pri primenении raznykh sistem udobreniya [Assessment of long-term use of well-cultivated sod-podzolic soil when using different fertilizer systems]. *Agrokimiya*. 2010. N 3: 17-21. (In Russian)
5. Ivanov A.I., Vorobyov V.A., Ivanova Zh.A. Sovremennye degradatsionnye protsessy v khorosho okul'turennykh dernovo-podzolistykh pochvakh [Modern degradation processes in well-cultivated soddy-podzolic soils]. *Problemy agrokimii i ekologii*. 2015. N 3: 15 – 19. (In Russian)
6. Olenchenko E.A., Rizhiya E.Ya., Buchkina N.P., Balashov E.V. Vliyanie stepeni okul'turennosti dernovo-podzolistoi supeschanoi pochvy na ee fizicheskie svoystva i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v agrofizicheskom statsionare [Effect of cultivation degree of sod-podzolic sandy loam soil on its physical properties and crop yields in agro-physical permanent study area]. *Agrofizika*. 2012. N 4(8): 8-18. (In Russian)
7. Ivanov A.I., Ivanova Zh.A., Moiseev D.A. Vliyanie sistemy udobreniya na osnove saptopelya na svoystva dernovo-podzolistoi pochvy i produktivnost' ovsyantsy lugovoi [Effect of saptopel-based fertilizer system on the properties of sod-podzolic soil and the productivity of meadow fescue]. *Agrokimiya*. 2005. N 7: 9-18. (In Russian)
8. Ivanov A.I. Osadok stochnykh vod v sistemakh udobreniya zernovykh [Sewage sludge in grain fertilizer systems]. *Zernovye kul'tury*. 1998. N 6: 10–11. (In Russian)
9. Ivanov A.I., Ivanova Zh.A., Freidkin I.A. Vosproizvodstvo plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv s ispol'zovaniem novogo organomineral'nogo udobreniya [Reproduction of fertility of soddy-podzolic soils using a new organomineral fertilizer]. *Plodorodie*. 2014. N 6 (81): 20-22. (In Russian)
10. Ivanova Zh.A., Ivanov A.I., Freidkin I.A. Agroekologicheskaya effektivnost' primeneniya novogo organomineral'nogo udobreniya na osnove ptich'ego pometa [Agroecological efficiency of application of new organomineral fertilizer on the base of poultry dung]. *Problemy agrokimii i ekologii*. 2014. N 3: 19-22. (In Russian)

УДК 631.8:53

DOI 10.24411/0131-5226-2018-10107

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Ж.А. Иванова¹, канд. с.-х. наук;
И.А. Фрейдкин², канд. с.-х. наук;

И.В. Соколов³;
Д.А. Моисеев¹, канд. с.-х. наук

¹ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

²Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

³ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, Санкт-Петербург, Россия