

УДК 631.452 : 631.445.24 : 633.11"324"

**МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЁ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА, ВНЕСЕНИЯ  
КУРИНОГО ПОМЁТА И  
ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА КРС ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ**

**Т. Ф. ПЕРСИКОВА, М. В. ЦАРЁВА**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: persikova52@rambler.ru; tsarevamarlya@mail.ru*

*(Поступила в редакцию 15.02.2019)*

*Перед посевом озимой пшеницы необходим строгий контроль за химическим составом органических удобрений так как он зависит от типа кормления птицы, её содержания, вида и способа хранения удобрения. Содержание общего азота может колебаться в подстилочном курином помете от 6,2 до 18,6; фосфора от 7 до 14,3; калия от 5,8 до 19,6; кальция от 5,8 до 10,7; магния от 5,2 до 12,60 кг/т; цинка от 129,4 до 569,4; меди от 43,3 до 99,1; марганца от 109,7 до 434,6; свинца от 4,2 до 19,7; кадмия от 0,0 до 0,14 мг/кг. В подстилочном навозе КРС содержание общего азота колеблется от 4,8 до 9,0; содержание фосфора от 7 до 10; калия от 5,2 до 6,5; кальция от 3,41 до 6,02; содержание магния от 2,82 до 4,76 кг/т., содержание цинка 16,4 мг/кг и меди – 1,33 мг/кг., свинца от 2,04 до 5,2 и кадмия 0,073 мг/кг. Система удобрения и вид органического удобрения под озимую пшеницу оказали существенное влияние на её агрохимические показатели. Перед уборкой культуры содержание подвижного фосфора в почве при внесении куриного помёта колебалось от повышенного (190 и 195 мг/кг) до высокого (329 и 297 мг/кг); калия от низкого (123 мг/кг) до высокого (319 мг/кг); при внесении навоза КРС от среднего (186 мг/кг) до повышенного (298 мг/кг). Цинка от низкого (2,79 и 1,82 мг/кг) при внесении КП и навоза КРС, до высокого (8,60 мг/кг КП) и среднего (4,99 мг/кг, навоза КРС). Содержание подвижного марганца увеличивается при использовании куриного помета при органической системе удобрения на связносуспесчаной почве от 5 до 64 мг/кг, при органоминеральной от 13 до 69 мг/кг, среднесуглинистой на 10 и 18 мг/кг соответственно. При внесении навоза КРС увеличение содержания подвижного марганца отмечено при органической и органоминеральной системе удобрения на связносуспесчаной почве на 12 и 13 мг/кг почвы. Содержание подвижного свинца и кадмия оставалось на уровне фонового не зависимо от системы удобрения, вида органического удобрения и гранулометрического состава почвы.*

**Ключевые слова:** почва, гранулометрический состав, агрохимические показатели, озимая пшеница.

*Before sowing winter wheat, strict control over the chemical composition of organic fertilizers is necessary as it depends on the type of feeding of poultry, its keeping, type and method of storage of fertilizer. The total nitrogen content can vary in chicken litter manure from 6.2 to 18.6; phosphorus from 7 to 14.3; potassium from 5.8 to 19.6; calcium from 5.8 to 10.7; magnesium from 5.2 to 12.60 kg / t; zinc from 129.4 to 569.4; copper from 43.3 to 99.1; manganese from 109.7 to 434.6; lead from 4.2 to 19.7; cadmium from 0.0 to 0.14 mg / kg. In cattle litter manure, the total nitrogen content ranges from 4.8 to 9.0; phosphorus content from 7 to 10; potassium from 5.2 to 6.5; calcium from 3.41 to 6.02; magnesium content is from 2.82 to 4.76 kg / ton, zinc content is 16.4 mg / kg and copper is 1.33 mg / kg, lead is from 2.04 to 5.2, and cadmium is 0.073 mg / kg. The fertilizer system and the type of organic fertilizer for winter wheat had a significant impact on its agrochemical characteristics. Before harvesting, the content of mobile phosphorus in the soil when introducing chicken manure ranged from elevated (190 and 195 mg / kg) to high (329 and 297 mg / kg); potassium from low (123 mg / kg) to high (319 mg / kg); when applying cattle manure from medium (186 mg / kg) to elevated (298 mg / kg). Zinc – from low (2.79 and 1.82 mg / kg) with the application of chicken manure and cattle manure, to high (8.60 mg / kg, chicken manure) and medium (4.99 mg / kg, cattle manure). The content of mobile manganese increases when using chicken manure with an organic fertilizer system on tight sandy loam from 5 to 64 mg / kg, with organic-mineral fertilizer from 13 to 69 mg / kg, medium loamy by 10 and 18 mg / kg, respectively. With the introduction of cattle manure, an increase in the content of mobile manganese was observed in the organic and organic-mineral fertilizer system on the tight sandy loam by 12 and 13 mg / kg of soil. The content of mobile lead and cadmium remained at the level of the background, regardless of the fertilizer system, the type of organic fertilizer and granulometric composition of the soil.*

**Key words:** soil, granulometric composition, agrochemical parameters, winter wheat.

### **Введение**

В Беларуси отрасль птицеводства является одной из важнейших в сельскохозяйственном производстве. Увеличение объемов производства и наращивание мощностей в птицеводстве неизбежно влекут за собой и увеличение выхода объемов птичьего помета [1]. Птичий помет является ценным органическим удобрением с высоким содержанием основных элементов питания (азота, фосфора и калия) и микроэлементов, причем питательные вещества находятся в легкодоступных для питания растений соединениях. Органическое вещество помета (основная часть сухого вещества этого удобрения) улучшает структуру почвы, ее водный и воздушный режим, физико-

химические и химические свойства [2]. По содержанию питательных веществ птичий помёт превосходит любое органическое удобрение, а по доступности – не уступает минеральным удобрениям. Ценность 1 т бройлерного помёта приравнивается к 180 кг полного минерального удобрения [3].

Но птичий помёт может отрицательно влиять на окружающую среду, что проявляется через миграцию веществ по почвенному профилю до грунтовых вод, выделение веществ в газообразной форме в атмосферу, через ухудшение агрохимических свойств и баланса питательных веществ почвы вследствие длительного применения высоких доз на постоянных участках [4].

При неправильном хранении и использовании птичий помёт значительно загрязняет воздух газообразными выделениями в виде аммиака, сероуглерода, молекулярного азота, пыли, а также ядовитыми газами. Длительное применение на одном участке птичьего помёта снижает обменную и гидролитическую кислотность, увеличивает сумму поглощенных оснований и степень насыщенности основаниями, заметно снижает содержание подвижных форм алюминия, марганца и железа. При высоких дозах внесения органических веществ в почву и ее корнеобитаемом слое может возникнуть дефицит кислорода, что отрицательно скажется на развитии растений и самоочищающей способности почвы [5].

### **Основная часть**

Исследования по изучению изменения агрохимических показателей дерново-подзолистой связносупесчаной и среднесуглинистой почвы при использовании куриного помёта и подстилочного навоза КРС проводились в 2016–2018 гг. в ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» и на кафедре почвоведения УО БГСХА.

ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» – одно из крупнейших в Республике Беларусь предприятий по производству мяса птицы на промышленной основе с общим замкнутым производственным циклом. поголовье птицы – 2 млн 889 голов. Выход птичьего помёта в год составляет более 120000 т. поголовье КРС – 4440 голов, выход подстилочного навоза – 47000 тонн.

В годы проведения исследований (2016–2018 гг.) температура воздуха была в основном выше среднемесячной за исключением апреля, количество осадков в июле 2016, 2017, 2018 гг. было выше средней многолетней и составило 153, 236, и 212 %, в августе 88, 46 и 70 % соответственно.

Ежегодно перед закладкой опытов, в годы исследований (2016–2018 гг.) отбирались образцы куриного помёта и проводился его химический анализ, а в 2016 и 2017 гг. и навоза КРС. Анализ трехлетних исследований показал, что содержание общего азота колебалось в подстилочном курином помёте от 6,2 (2016 г.) до 18,6 (2017 г.);  $P_2O_5$  от 7 (2016 г.) до 14,3;  $K_2O$  от 5,8 (2016 г.) до 19,6 (2017 г.);  $CaO$  от 5,79 (2016 г.) до 10,7 (2018 г.);  $MgO$  от 5,2 (2016 г.) до 12,60 (2017 г.) кг/т;  $Zn$  от 129,4 (2016 г.) до 569,4 (2017 г.);  $Cu$  от 43,3 (2016 г.) до 99,1 (2017 г.);  $Mn$  от 109,7 (2018 г.) до 434,6 (2017 г.);  $Pb$  от 4,2 (2016 г.) до 19,7 (2017 г.);  $Cd$  от 0,0 (2016 г.) до 0,14 мг/кг (2017 г.). Эти данные говорят о том, что химический состав подстилочного куриного помёта резко изменяется и содержание элементов питания колеблется от низкого до высокого, что следует учитывать при использовании его в качестве органического удобрения. Особое внимание следует обратить на содержание микроэлементов, где отмечается избыточное содержание меди, цинка, содержание свинца от фонового до повышенного.

Подстилочный навоз КРС в исследованиях применяли в 2016 и 2017 гг. Содержание общего азота колебалось от 4,8 (2016 г.) до 9,0 (2017 г.);  $P_2O_5$  от 7 до 10;  $K_2O$  от 5,2 до 6,5;  $CaO$  от 3,41 до 6,02  $MgO$  от 4,76 до 2,82;  $Pb$  от 2,04 до 5,2;  $Cd$  от 0 до 0,073 мг/кг сухого вещества. Резким колебаниям подвержено содержание общего азота, кальция, магния, свинца и кадмия.

Предшественник озимой пшеницы – яровая пшеница. Перед посевом и уборкой ежегодно в годы исследований были отобраны образцы почвы для определения агрохимических показателей. Схема опыта:

1. Контроль б/у.
2. 40т/га куриный помёт на соломенной подстилке.
3. 40т/га куриный помёт на соломенной подстилке + N<sub>90</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub>.
4. 40т/га подстилочного навоза КРС.
5. 40т/га подстилочного навоза КРС + N<sub>90</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub>.

Агрохимические показатели почвы в значительной мере определяют состояние её окультуренности. В качестве показателей окультуренности почв используются величина кислотности (рН<sub>Kcl</sub>), содержание подвижных форм фосфора и калия, гумуса и микроэлементов – марганца, меди и цинка.

Агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым методикам: содержание гумуса по методу Тюрина, подвижные формы фосфора и калия по методу Кирсанова, микроэлементы по методикам: ГОСТ 26207-91, ГОСТ 26487-85, ГОСТ 26490-85, ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26107-84; гидролитическую кислотность (Нr) по методу Каппена, сумму обменных оснований (S) по методу Каппена-Гильковица.

Состояние агрохимических свойств почв наиболее объективно отражает характер ведения сельскохозяйственного производства. Научно обоснованное применение минеральных и органических удобрений, соблюдение всех звеньев технологий возделывания сельскохозяйственных культур являются основными факторами, позволяющими целенаправленно воздействовать на процесс воспроизводства плодородия почв [6].

Для получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур, продукции хорошего качества, обеспечения экологической безопасности окружающей среды необходимо создание и поддержание оптимального содержания макро- и микроэлементов в почве, что можно обеспечить дозированным внесением всех видов удобрений. Высокоплодородные почвы лучше противостоят механическим и техногенным нагрузкам, снижают негативное действие токсических веществ [7].

Анализ трехлетних исследований агрохимических показателей почвы показал, что во все годы перед закладкой опытов содержание общего азота зависело от гранулометрического состава и колебалось от 0,04 % в связносупесчаной до 0,28 % в среднесуглинистой, кислотность почвы от слабокислой до близкой к нейтральной (рН 5,65 и 6,54), отмечается повышенное и высокое содержание фосфора (186 и 311 мг/кг), среднее и высокое содержание калия (144 и 289 мг/кг), от низкого до высокого содержание меди (0,54 и 4,29 мг/кг). От низкого до среднего содержание цинка (2,39 и 4,72 мг/кг) от высокого до избыточного содержание марганца (171 и 340 мг/кг), фоновое валовое содержание Pb (3,11–6,36 мг/кг), от фонового до повышенного содержание Cd (0,03–0,25 мг/кг) (табл. 1).

Таблица. 1. Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой и связносупесчаной почвы перед посевом озимой пшеницы (2015–2017 гг.)

Агро	Гранулометрический состав почвы					
	д/п сс*		д/п сг*		д/п сс*	
	2015	2015	2016	2016	2017	2017
N	0,19	0,28	0,09	0,15	0,04	0,08
рН <sub>Kcl</sub>	6,54	6,46	5,90	6,40	5,65	6,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	290	270	186	195	311	243
K <sub>2</sub> O	223	289	160	181	144	233
Cu	1,28	4,29	1,26	2,30	0,54	1,42
Zn	4,66	4,72	3,00	6,53	2,39	3,99
Mn	–	–	197	250	171	340
Fe	1875,88	1728,46	2311,80	1412,50	–	–
Pb	5,00	4,94	3,22	3,11	3,36	3,82

Примечание: д/п сс – дерново-подзолистая связносупесчаная почва; д/п сг – дерново-подзолистая среднесуглинистая почва

Агрохимические показатели почв формируются в зависимости от уровня применения удобрений и сами влияют на эффективность удобрений. Анализ агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в зависимости от ее гранулометрического состава, системы удобрения и вида органических удобрений, перед уборкой озимой пшеницы показал, что отмечается их изменение. Так, при внесении куриного помета в связносупесчаной почве снизилось содержание подвижного фосфора при органической системе удобрения в 2016 на 22, органоминеральной (КП+НРК) на 25 мг/кг. В 2017 и 2018 гг. при органической системе удобрения увеличилось его содержание в связносупесчаной до 449 мг/кг, при органоминеральной на 7 и 15 мг/кг; в среднесуглинистой на 6 и 85 мг/кг при органической на 13 и на 105 мг/кг при органоминеральной системе удобрения (табл. 2).

Таблица 2. Агрохимические показатели почвы перед уборкой озимой пшеницы (ср. 2016–2018 гг.)

	Куриный помет (КП) 40т/га						КП+N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>						Навоз КРС 40т/га				Навоз КРС+N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>			
	дерново-подзолистая связносупесчаная			дерново-подзолистая среднесуглинистая			дерново-подзолистая связносупесчаная			дерново-подзолистая среднесуглинистая			дерново-подзолистая связносупесчаная		дерново-подзолистая среднесуглинистая		дерново-подзолистая связносупесчаная		дерново-подзолистая среднесуглинистая	
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
N	0,18	0,04	0,04	0,26	0,07	0,07	0,18	0,06	0,03	0,29	0,09	0,12	0,14	0,07	0,19	0,12	0,16	0,07	0,22	0,16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	268	190	320	308	201	329	265	193	325	313	208	348	256	195	297	201	260	196	293	208
K <sub>2</sub> O	256	183	123	319	194	294	267	184	121	321	188	298	255	186	296	191	260	186	298	196
Cu	1,90	1,84	1,21	4,93	2,30	2,70	1,97	1,87	1,20	4,98	2,27	2,87	1,87	1,82	4,98	2,17	1,87	1,84	4,99	2,24
Zn	6,73	4,18	2,79	8,60	6,28	8,28	6,73	4,22	2,82	8,67	6,24	8,24	5,81	4,15	6,20	6,47	5,82	4,19	6,21	6,44
Mn		201	235		250	350		209	245		248	358		208		245		209		248
Fe	1895	1088	1078	2040	1493	1793	1898	1080	1080	2032	1486	1796	1885	1082	1708	1419	1887	1093	1714	1413
Pb	5,19	2,17	3,37	5,80	3,28	2,48	5,19	2,15	3,46	5,81	3,17	2,57	5,02	2,05	5,58	3,07	5,1	2,1	5,68	3,00
Cd	0,02	0,05	0,00	0,08	0,03	0,03	0,02	0,05	–	0,09	0,03	0,03	0,02	0,06	0,06	0,03	0,02	0,05	0,07	0,03

При внесении навоза КРС на соломенной подстилке в среднесуглинистой почве при органической системе удобрения увеличивается содержание подвижного фосфора на 27 (2016 г.), органоминеральной на 23 мг/кг, в 2017 на 6 и 13 мг/кг соответствовало; в связносупесчаной при органической системе удобрения снизилось его содержание на 34 мг/кг и на 30 мг/кг при органоминеральной системе удобрения, увеличилось на 9 при органической и 10 мг/кг при органоминеральной в 2017.

Таким образом, погодно-климатические условия, гранулометрический состав дерново-подзолистой почвы, система удобрения и вид органического удобрения оказывают существенное влияние на содержание подвижного фосфора в почве в течении вегетации озимой пшеницы. Птичий помет и подстилочный навоз КРС по своей эффективности близки и значительной разницы в их действии не отмечено. По содержанию подвижного фосфора дерново-подзолистая, и связносупесчаная, и среднесуглинистая почва, как и перед посевом культуры, имеет повышенное и высокое его содержание. Отмечается также и повышенное содержание подвижного калия при органической системе удобрения на 44 (2016 г.) и 18 мг/кг (2017 г.) в связносупесчаной на 31 (2016), 7 (2017) и 65 мг/кг (2018) в среднесуглинистой почве. Обильные дожди в июле 2018 г., привели к тому, что были отмечены потери калия на связносупесчаной почве при органической (-21 мг/кг) и органоминеральной системе удобрения (-23 мг/кг) При внесении навоза КРС органическая система удобрения на связносупесчаной почве увеличивает содержание подвижного калия на 32 (2016 г.) и 20 мг/кг (2017 г.), на среднесуглинистой на 7 (2016 г.) и 10 мг/кг (2017 г.); органоминеральная на связносупесчаной почве на 37 (2016 г.) и 20 мг/кг (2017 г.) на среднесуглинистой на 9 (2016 г.) и на 15 мг/кг (2017 г.). Таким образом, содержание подвижного калия при применении куриного помета, независимо от системы удобрения, на дерново-подзолистой связносупесчаной и среднесуглинистой высококультурной почве выше, чем при применении навоза КРС. Содержание подвижного калия повышенное. К уборке урожая повышается содержание подвижной меди, при органической системе удобрения (КП) на связносупесчаной почве с 0,58 до 0,67 мг/кг, среднесуглинистой с 0,64 до 1,28 мг/кг; при органоминеральной системе с 61 до 66 мг/кг в



всего	357,40	190,2	494,8	190,30	183,00	1,503	3,19	29,3,	0,87	0,010
Расход (кг/га)										
всего	216,3	56,0,	86,7	86,1	31,9	0,333	2,11	1,42	0,079	
Баланс	+141,1	+134,2	+408,1	+104,2	+151,1	+1,47	+1,08	+27,9	+0,79	–
дерново-подзолистая среднесуглинистая почва										
Приход (кг/га)										
всего	357,4	185	529,2	190,3	183	1,67	3,36	40,4	0,88	0,006
Расход (кг/га)										
всего	251,3	70,4	85,9	101,4	33,9	0,404	2,016	1,80	0,105	–
Баланс	+140,0	+114,6	+443,3	+88,9	+149,1	+1,273	+1,34	+38,6	-0,77	–

## Заклучение

1. Перед посевом озимой пшеницы в ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» необходим строгий контроль за химическим составом органических удобрений, так как он зависит от типа кормления птицы, её содержания, способа хранения удобрений и т.д. Содержание общего азота может колебаться в подстилочном курином помете от 6,2 до 18,6; фосфора от 7 до 14,3; калия от 5,8 до 19,6; кальция от 5,8 до 10,7; магния от 5,2 до 12,60 кг/т; цинка от 129,4 до 569,4; меди от 43,3 до 99,1; марганца от 109,7 до 434,6; свинца от 4,2 до 19,7; кадмия от 0,0 до 0,14 мг/кг. В навозе КРС содержание общего азота колеблется от 4,8 до 9,0; содержание фосфора от 7 до 10; калия от 5,2 до 6,5; кальция от 3,41 до 6,02; содержание магния от 2,82 до 4,76 кг/т., содержание цинка 16,4 мг/кг и меди – 1,33 мг/кг, свинца от 2,04 до 5,2 и кадмия 0,073 мг/кг.

2. Система удобрения и вид органического удобрения под озимую пшеницу оказали существенное влияние на её агрохимические показатели. Перед уборкой культуры содержание подвижного фосфора в почве при внесении куриного помёта колебалось от повышенного (190 и 195 мг/кг) до высокого (329 и 297 мг/кг); калия от низкого (123 мг/кг) до высокого (319 мг/кг); при внесении навоза КРС от среднего (186 мг/кг) до повышенного (298 мг/кг). Цинка от низкого (2,79 и 1,82 мг/кг) при внесении КП и навоза КРС до высокого (8,60 мг/кг КП) и среднего (4,99 мг/кг, навоза КРС). Содержание подвижного марганца увеличивается при использовании куриного помета при органической системе удобрения на связносупесчаной почве от 5 до 64 мг/кг, при органоминеральной от 13 до 69 мг/кг, среднесуглинистой на 10 и 18 мг/кг соответственно. При внесении навоза КРС увеличение содержания подвижного марганца отмечено при органической и органоминеральной системе удобрения на связносупесчаной почве на 12 и 13 мг/кг почвы. Содержание подвижного свинца и кадмия оставалось на уровне фонового независимо от системы удобрения, вида органического удобрения и гранулометрического состава почвы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Крапивина, Л. Белорусское птицеводство: объемы, структура и проблемы / Л. Крапивина // Белорусское сельское хозяйство Режим доступа: <http://agriculture.by>.
2. Лысенко, В. П. Птичий помет – отход или побочная продукция / В. П. Лысенко // Птицеводство. – 2015. – №6. – С. 55.
3. Использование птичьего помета в земледелии (научно-методическое руководство) / под общей редакцией академиков РАСХН В. И. Фисиня и В. Г. Сычева. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – 272 с.
4. Головатый, С. Е. Эколого-геохимическая оценка земель в зоне воздействия птицеводческих комплексов / С. Е. Головатый, В. С. Барановский, С. В. Савченко // Экологический вестник. – 2015. – №4(34). – С. 90–95.
5. Ряховский, А. В. Достоинства и недостатки органических удобрений / А. В. Ряховский, В. Н. Кравченко, С. И. Лысенко // Плодородие. – 2007. – №3. – С. 2–3.
6. Богдевич, И. М. Агрохимические показатели плодородия почв и мероприятия по их улучшению / И. М. Богдевич // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2005. – № 4. – С.48–59.
7. Лапа, В. В. Плодородие почв и использование удобрений в Республике Беларусь / В. В. Лапа // Плодородие. – 2014. – № 6. – С.19–20.