

УДК 63.8:631.415.12:631.445.4

DOI: 10.31040/2222-8349-2018-0-4-100-105

**ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКИХ ДОЗ КУРИНОГО ПОМЕТА
НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА**

© Ф.И. Назырова, Т.Т. Гарипов

Куриный помет может служить эффективным и недорогим органическим удобрением, но в крупных птицеводческих хозяйствах он скапливается в количествах, для утилизации которых требуется его внесение в почву в сверхвысоких дозах. Их влияние на физико-химические свойства чернозема выщелоченного изучалось в условиях 4-летнего полевого опыта. Однократные дозы удобрений соответствовали 40, 60, 80, 100, 120 т/га с дополнительным внесением 3.6 т/га сплавнины – измельченных остатков водных и болотных растений – в качестве органического наполнителя. Изучались физико-химические свойства почвы: кислотность-основная буферность; актуальная, потенциальная, гидролитическая кислотность, содержание валового гумуса, поглощенных кальция и магния, хлорид- и сульфат-ионов.

Внесение куриного помета в дозах 80–120 т/га привело к изменению соотношения между кислотным и щелочным плечами буферности чернозема выщелоченного: буферная способность к подкислению понизилась, к подщелачиванию – увеличилась. При высоких дозах повысилась гидролитическая кислотность, содержание гумуса, хлорид-иона. Возрастающие дозы удобрений не оказали значительного влияния на содержание поглощенных оснований и рН водной и солевой суспензий. Реакция среды осталась в оптимальном для выращивания картофеля интервале рН. Последствие удобрений проявилось в небольшом подкислении на 3-й и 4-й годы опыта. Для улучшения общей буферной способности чернозема выщелоченного оптимальными являлись дозы куриного помета 40–60 т/га как при отдельном внесении, так и совместно со сплавниной. Сверхвысокие дозы куриного помета не ухудшали физико-химические свойства почвы.

Ключевые слова: физико-химические свойства почв, буферность, кислотность, чернозем выщелоченный, куриный помет.

Органические удобрения играют особую роль в сельском хозяйстве. Они являются вторым в количественном отношении источником гумуса в пахотных почвах, их использование позволяет возвращать в биологический круговорот изъятые из агроценозов питательные вещества. Помимо питательной ценности органические удобрения способствуют сохранению свойств почвы, препятствуя развитию процессов ее деградации [1–3]. Одним из доступных и дешевых местных органических удобрений в регионах с крупными птицеводческими хозяйствами является куриный помет. Как и навоз КРС, он содержит в больших количествах все основные питательные вещества, необходимые растениям, в легкоусвояемых для них соединениях.

Применение высоких доз органических удобрений и, в частности, птичьего помета

существенно изменяет свойства почв. Это обусловлено не только увеличением в почвах содержания биофильных элементов (в первую очередь азота, фосфора, калия), но и в значительной степени поступлением в почву энергии и информации с органическим веществом, которые существенно изменяют матрицу почв (в т.ч. почвенный поглощающий комплекс и соотношения в почве отдельных групп микроорганизмов), что определяет дальнейшую эволюцию почв [4–8]. В первый год внесения птичий помет близок к минеральным удобрениям и благодаря постепенному высвобождению химических соединений органических компонентов обладает последствием, оказывает влияние на урожай в последующие 2–3 года. Основная часть азота в нем представлена в виде мочевой кислоты, с последующими

НАЗЫРОВА Флиза Изгиновна – к.с.-х.н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,
e-mail: nazyfli@mail.ru

ГАРИПОВ Тимур Талмасович – к.с.-х.н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,
e-mail: timurgar@gmail.com

ее превращениями в мочевины и углекислый аммоний. Для предотвращения потери азота в виде аммиака при накоплении и хранении, также для компостирования птичьего помета можно использовать различные материалы органической природы [9]. В зависимости от климатических условий, типа почвы и возделываемой культуры доза вносимого помета варьирует от 5–10 т/га под зерновые и до 10–100 т/га под овощные. А в целях утилизации больших объемов куриного помета допускается внесение более высоких доз этого органического удобрения с использованием в смесях с соломой, опилками, древесной корой, сухим торфом и другими наполнителями [10]. В Республике Башкортостан таким наполнителем может служить и сплавина – остатки болотных и водных растений с плавающих островков, образующихся при зарастании водоемов [11]. Целью данной работы являлось изучение физико-химических свойств чернозема выщелоченного при внесении сверхвысоких доз куриного помета в смеси со сплавивой в условиях полевого опыта.

Методика исследований. 4-летний полевой опыт был заложен на черноземе выщелоченном (агрочерноземе глинисто-иллювиальном среднемощном легкоглинистом среднеродированном на аллювиально-делювиальной карбонатной глине) в Уфимском районе Республики Башкортостан. Куриный помет, обеззараженный препаратом Байкал-М, вносился однократно из расчета 40, 60, 80, 100 и 120 т/га. Подробная агрохимическая характеристика помета дана в ранее опубликованной нами работе [10]. Сухая сплавина, извлеченная из близлежащих водоемов и измельченная до 3–6 см, вносилась из расчета 3.6 т/га.

Первые три года выращивали картофель сорта Снегирь, на четвертый год – суданскую траву. Площадь делянок составляла 2×3 м, опыт проводился в трех повторностях. Агрохимические и физико-химические свойства изучали общепринятыми методами согласно руководствам по химическому анализу почв [12, 13]. Для оценки буферной способности почвенных образцов рассчитывали буферную площадь (см²) в кислотном интервале по формуле трапеции с использованием метода непрерывного потенциометрического титрования, результаты анализов обрабатывались статистически.

Результаты и их обсуждение. Черноземы в целом характеризуются высокой устойчивостью к кислотно-основным воздействиям. Но у выщелоченного подтипа буферность в кислотном плече значительно меньше, чем в щелочном, что ярко проявляется и в Южном Предуралье [14, 15]. Поэтому одной из задач по улучшению физико-химических свойств этой почвы является повышение ее буферной способности против подкисления.

Внесение помета как отдельно, так и в смеси со сплавивой, привело к изменению буферной способности почвы (табл. 1). Общая буферная способность осталась на уровне контроля, но изменилось соотношение между ее кислотным и щелочным плечами. Площадь буферности в кислотном интервале несколько повысилась при внесении в почву куриного помета в дозах 40 и 60 т/га, буферность к подщелачиванию при этом оставалась на прежнем уровне. При дальнейшем увеличении дозы куриного помета буферная площадь в кислотном интервале уменьшилась на 5, а в щелочном увеличилась на 7–10 см². Добавление сплавивой к куриному помету не оказало существенного влияния на изменение буферных свойств выщелоченного чернозема.

При дозах помета 100–120 т/га наблюдалась тенденция к увеличению гидролитической кислотности почвы. Коррелятивная зависимость между буферной площадью в кислотном интервале и гидролитической кислотностью почвы ($r = -0.95$), а также содержанием гумуса отрицательная ($r = -0.65$), а в щелочном интервале положительная: ($r = 0.62$ и 0.50 соответственно). Содержание гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного возросло от 0.17 до 1.55% в зависимости от дозы удобрений, при этом добавочное внесение сплавивой привело к его достоверному увеличению во всех удобренных вариантах ($t_{\text{факт}}=7.6$).

Применение даже самых высоких доз куриного помета не привело к существенному изменению суммарного содержания кальция и магния в почвенном поглощающем комплексе чернозема выщелоченного, т.е. подвижное равновесие поглощенных Ca^{2+} и Mg^{2+} с их карбонатами и бикарбонатами не нарушилось. Содержание Mg^{2+} положительно коррелировало с буферностью в щелочном интервале и гидролитической кислотностью почвы ($r = 0.85$ и 0.66 соответственно). При этом для поглощенного кальция корреляция с буферной способностью к подщелачиванию и гидролитической кислотностью была отрицательной ($r = -0.60$ и -0.83).

Т а б л и ц а 1

Физико-химические свойства почвы, слой 0–20 см

Вариант	Гумус валовой, %	S _к *	S _{цц}	мг·экв/100 г почвы			Cl ⁻	Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻		
Контроль	6.34	22.4	43.2	39	11	0.131	0.253	4.67
Сплавина (спл)	6.40	23.4	44.1	39	10	0.222	0.310	5.77
Помет 40 т/га	6.51	25.1	53	40	12	0.232	0.253	4.38
Помет 40 т/га + спл	6.83	23.7	42.8	39	9	0.252	0.310	3.50
Помет 60 т/га	6.75	24.1	43.9	40	9	0.121	0.253	4.67
Помет 60 т/га + спл	7.08	24.2	44.6	40	9	0.141	0.310	4.38
Помет 80 т/га	7.13	23	46.5	41	10	0.283	0.282	4.97
Помет 80 т/га + спл	7.22	21.4	45.6	39	9	0.242	0.366	5.85
Помет 100 т/га	7.05	18.6	50.4	35	12	0.202	0.507	6.72
Помет 100 т/га + спл	7.48	20.8	49.7	37	11	0.101	0.507	6.14
Помет 120 т/га	7.50	18.6	52.8	36	13	0.191	0.366	7.60
Помет 120 т/га + спл	7.33	17.4	50.8	35	12	0.202	0.507	7.89

Примечание. S_к – площадь буферности в кислотном интервале, S_{цц} – площадь буферности в щелочном интервале.

Т а б л и ц а 2

Актualityная и потенциальная кислотность почвы за 2014–2017 гг., слой 0–20 см

Вариант	2014		2015		2016		2017		Среднее за 4 г	
	pH H ₂ O	pH KCl	pH H ₂ O	pH KCl	pH H ₂ O	pH KCl	pH H ₂ O	pH KCl	pH H ₂ O	pH KCl
Контроль	6.15	5.16	6.15	5.28	5.78	5.04	5.74	5.11	5.95	5.15
Сплавина (спл)	6.24	5.18	6.21	5.34	5.84	4.96	5.64	5.04	5.98	5.13
Помет 40 т/га	6.26	5.39	6.14	5.45	5.83	5.02	5.93	5.30	6.04	5.29
Помет 40 т/га + спл	6.06	5.41	6.08	5.43	5.68	4.88	5.79	5.09	5.90	5.20
Помет 60 т/га	5.83	5.16	5.84	5.34	5.89	5.23	5.83	4.75	5.85	5.12
Помет 60 т/га + спл	5.95	5.22	6.00	5.59	5.97	5.21	5.86	4.88	5.94	5.22
Помет 80 т/га	5.64	5.26	5.78	5.33	5.71	4.82	5.94	4.99	5.77	5.10
Помет 80 т/га + спл	5.74	5.27	6.02	5.34	5.63	4.74	5.80	4.80	5.80	5.04
Помет 100 т/га	5.56	5.11	5.97	5.16	5.31	4.51	5.67	4.67	5.63	4.86
Помет 100 т/га + спл	5.60	5.21	5.72	5.21	5.43	4.55	5.66	4.71	5.60	4.92
Помет 120 т/га	5.58	5.39	5.59	5.42	5.20	4.33	5.70	4.45	5.52	4.97
Помет 120 т/га + спл	5.35	5.27	5.62	5.06	5.15	4.29	5.42	4.44	5.38	4.76

Одним из негативных аспектов внесения высоких доз куриного помета в почву является опасность их засоления из-за высокого содержания аммонийных солей в этом органическом удобрении. Все аммонийные соли независимо от аниона обладают физиологически кислой реакцией, причем сернокислый аммоний по сравнению с хлористым аммонием оказывает большее подкисляющее действие на реакцию среды. В нашем опыте содержание сульфат- и хлорид-ионов повысилось в два раза по сравнению с контролем, но не привело к развитию процессов засоления почвы. Более высокое содержание ионов хлора по сравнению с сульфат-ионами проявилось в тесной корреляционной связи с буферностью и кислотностью почвы. Так, содержание Cl^- коррелировало с гидролитической кислотностью ($r = 0.74$), с содержанием гумуса ($r = 0.68$), поскольку все эти показатели зависели от увеличения дозы удобрения. Между буферной площадью в кислотном интервале и Cl^- коэффициент корреляции был равен -0.83 ; между актуальной кислотностью и Cl^- $r = -0.81$. В то же время корреляция между рН солевой суспензии и хлорид-ионами оказалась слабой ($r = 0.49$).

По результатам статистического анализа данных актуальной и потенциальной кислотности за 4 года (табл. 2) с применением парного двухвыборочного t -теста для средних, достоверное подкисление почвы ($t_{\text{факт}} = 2.58$ при $P = 0.05$) выявлено только в варианте опыта с внесением помета в дозе 120 т/га + спл. Последствие удобрений на кислотность почвы проявилась на 3-й и 4-й годы опыта ($t_{\text{факт}} = 4.43$ для рН H_2O и $t_{\text{факт}} = 2.69$ для рН KCl при $P = 0.01$).

Диапазон реакции среды для получения лучшего урожая картофеля по Аррениусу находится в интервале 4.85–5.6; по Тренелю – 5–6, а по статистическому методу, произведенному Хилтнером – 5.3–7.0. При дальнейшем увеличении рН в щелочную сторону реакция для него становится вредной, т.е. картофель предпочитает кислую почву нейтральной [10]. Таким образом, изученные дозы куриного помета не оказывали отрицательного влияния на оптимальную для выращивания картофеля кислотность, ее диапазон изменений по всем вариантам составил в среднем 5.40–5.93.

Выводы. 1. Внесение куриного помета в дозах 80–120 т/га привело к изменению соот-

ношения между кислотным и щелочным плечами буферности чернозема выщелоченного: буферная способность к подкислению понизилась, к подщелачиванию – увеличилась. При высоких дозах повысилась гидролитическая кислотность, содержание гумуса, хлорид-иона.

2. Возрастающие дозы удобрений не оказали значительного влияния на содержание поглощенных оснований и рН водной и солевой суспензий. Реакция среды осталась в оптимальном для выращивания картофеля интервале рН. Последствие удобрений проявилось в небольшом подкислении на 3-й и 4-й годы опыта.

3. Для улучшения общей буферной способности чернозема выщелоченного оптимальными являлись дозы куриного помета 40–60 т/га как при отдельном внесении, так и совместно со сплавной. Сверхвысокие дозы куриного помета не ухудшали физико-химические свойства почвы.

Литература

1. Хужахметова Г.Ю., Хабиров И.К., Хасанов А.Н. Сапрпель как регулятор баланса органического вещества почв и источник органического питания растений // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. № 3 (1). С. 206–208.
2. Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р., Сайфуллин И.Ю. Оценка агроэкологических свойств агрочерноземов на пологих склонах в условиях орошения // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 4 (1). С. 15–17.
3. Соболев Н.В., Габбасова И.М., Комиссаров М.А., Сулейманов Р.Р. Эродированные почвы Зауральской степной зоны и оценка их состояния в условиях изменения климата // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 4 (1). С. 143–146.
4. Теучеж А.А. Применение птичьего помета в качестве органического удобрения // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 914–931.
5. Чекаев Н.П., Арефьев А.Н., Болгурушин А.И. Использование птичьего помета на удобрение // Человек и Вселенная. 2004. № 9. С. 94–95.
6. Окорков В.В., Семин И.В., Окоркова А.А. О применении органических удобрений на серых лесных почвах // Владимирский земледелец. 2016. № 3 (71). С. 9–16.
7. Седых В.А., Лобанов А.Г. Структурные взаимосвязи между свойствами дерново-подзоли-

стых почв при применении высоких доз птичьего помета // Материалы докладов VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Кн. 2. 2012.

8. Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А., Лысенко В.П., Тюрин В.Г., Седых В.А., Беззубцев А.В., Тункевич С.В., Агеичкин А.П., Титов О.Н., Яковлев Ю.В., Ванинский А.Н., Цыганов С.В. Использование птичьего помета в земледелии. М.: «НИКПЦ Восход-А». 2013. 268 с.

9. Корсунова Ц.Д.-Ц., Чимитдоржева Г.Д. Биологическая активность дефлированных каштановых почв Байкальского региона при внесении компостов на основе древесины, коры, опилок, соломы // Агрохимия. 2008. № 4. С.15–19.

10. Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Сидорова Л.В., Сулейманов Р.Р., Назырова Ф.И., Баязитова Л.И., Комиссаров А.В., Яубасаров Р.Б. Использование куриного помета как удобрения на агрочерноземе Южного Предуралья // Агрохимия. 2016. № 8. С. 30–35.

11. Мелентьев А.И., Габбасова И.М., Галимзянова Н.Ф., Сулейманов Р.Р. Актуганов Г.Э., Бойко Т.Ф., Гарипов Т.Т., Сидорова Л.В., Комиссаров М.А. Способ получения органического удобрения из сплавины: пат. РФ на изобр. № 2524376 от 04.06.2014.

12. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука. 1975. 656 с.

13. Каппен Г. Почвенная кислотность. М.: Гос. изд-во колхозной и совхозной литературы, 1934. 392 с.

14. Назырова Ф.И., Гарипов Т.Т. Кислотностойкость буферность эродированных и неполноразвитых черноземов Южного Предуралья // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. № 3 (1). С. 180–183.

15. Назырова Ф.И., Гарипов Т.Т. Изменение буферных свойств почв в зависимости от их использования // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 4 (1). С. 15–17.

References

1. Khuzhakhmetova G.Yu., Khabirov I.K., Khasanov A.N. Saproel as a regulator of the organic matter balance in soils and a source of organic-based nutrition for plants. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2017, no. 3 (1), pp. 206–208.

2. Gabbasova I.M., Suleymanov R.R., Sayfullin I.Yu. Estimating the agroenvironmental properties of agrochernozems on gentle slopes under irrigation conditions. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2015, no. 4 (1), pp. 15–17.

3. Sobol N.V., Gabbasova I.M., Kommisarov M.A., Suleymanov R.R. Eroded soils of the Trans-Ural steppe zone and assessment of their status under changing climate conditions. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2015, no. 4 (1), pp. 143–146.

4. Teuchezh A.A. Application of chicken manure as an organic fertilizer. *Kubanskiy GAU imeni Trubilina. Krasnodar*, 2017, no. 128, pp. 914–931.

5. Chekaev N.P., Arefyev A.N., Bolgurushin A.I. The use of chicken manure as a fertilizer. *Chelovek i Vselennaya*, 2004, no. 9, pp. 94–95.

6. Okorkov V.V., Semin I.V., Okorkova A.A. On the application of organic fertilizers on grey forest soils. *Vladimirskiy zemledelets. Vladimirskiy nauchno-issledovatel'skiy institut selskogo khozyaystva*, no. 3 (71), 2016, pp. 9–16.

7. Sedykh V.A., Lobanov A.G. Structural interactions between the properties of soddy-podzolic soils when adding high doses of chicken manure. *Materialy dokladov VI syezda obshchestva pochvedov im. V.V. Dokuchaeva. Book 2. Petrozavodsk, Moscow*, August 13–18, 2012.

8. Merzlaya G.E., Afanasyev R.A., Lysenko V.P., Tyurin V.G., Sedykh V.A., Bezzubtsev A.V., Tunkevich S.V., Ageichkin A.P., Titov O.N., Yakovlev Yu.V., Vaninsky A.N., Tsyganov S.V. The use of chicken manure in agriculture. Moscow, NIKPT's Voskhod-A, 2013. 268 p.

9. Korsunova Ts.L.-Ts., Chimitdorzhieva G.D. Biological activity of deflated chestnut soils of the Baikal Region when applying composts based on wood waste, bark, saw-dust and straw. *Agrokhimiya*, 2008, no. 4, pp.15–19.

10. Gabbasova I.M., Garipov T.T., Sidorova L.V., Suleymanov R.R., Nazyrova F.I., Bayazitova N.I., Komissarov A.V., Yaubasarov R.B. The use of chicken manure as a fertilizer on agrochernozems of the southern Cis-Urals. *Agrokhimiya*, 2016, no. 8, pp.30–35.

11. Melentyev A.I., Gabbasova I.M., Galimzyanova N.F., Suleymanov R.A. Aktuganov G.E., Boyko T.F., Garipov T.T., Sidorova L.V., Komissarov M.A. Method for obtaining organic fertilizer from quagmire. Patent RF, no. 2524376, June 4, 2014.

12. Agrochemical methods in soil studies. Moscow, Nauka, 1975. 656 p.

13. Kappen G. Soil acidity. Moscow, Gosudarstvennoe izdatel'stvo kolkhoznoy i sovkhonoy literatury, 1934. 392 p.

14. Nazyrova F.I., Garipov T.T. Acidic and basic buffering capacity of eroded and immature chernozems in the southern Cis-Urals. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2017, no. 3–1, pp. 180–183.

15. Nazyrova F.I., Garipov T.T. Changing buffering properties in soils depending on their use. *Izvestiya*

Ufimskono nauchnogo tsentra RAN, 2015, no. 4–1, pp. 15–17.

**THE EFFECT OF ULTRAHIGH DOSES OF CHICKEN MANURE
ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM**

© F.I. Nazyrova, T.T. Garipov

Ufa Institute of biology – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
69, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

Chicken manure can serve as an effective and inexpensive organic fertilizer, but in large poultry farms it is accumulated in the amounts, the disposal of which requires its addition to soil in ultrahigh doses. Their influence on physicochemical properties of leached chernozem was studied under the conditions of the 4-year field experiment. Single doses of fertilizers corresponded to 40, 60, 80, 100 and 120 t/ha, with the addition of 3.6 t/ha of quagmire (crushed residues of aquatic and marsh plants) as an organic filler. Soil physicochemical properties were studied, including acidic and basic buffering capacity; actual, potential and hydrolytic acidity; contents of humus, absorbed calcium and magnesium, chloride and sulphate ions.

The amendment of chicken manure in the doses of 80–120 t/ha led to changing the ratio between acidic and alkali buffering arms of leached chernozem, with a decrease in its buffering capability for acidification and an increase for leaching. At high doses there was an increase in hydrolytic acidity and also in humus and chloride ion contents. Increased doses of fertilizers had no significant effect on the content of absorbed bases and pH of aqueous and saline suspensions. The environment reaction remained in the optimum pH range for growing potatoes.

The aftereffect of fertilizers manifested itself in slight acidification in the 3rd and 4th years of the experiment. To improve the overall buffering capacity of leached chernozem, the optimum doses of chicken manure were proved to be 40–60 t/ha when applied both separately and together with quagmire. Ultrahigh doses of chicken manure did not worsen the physicochemical properties of the soil.

Key words: physicochemical properties, buffering capacity, acidity, leached chernozem, chicken manure.