

6. Shein, E.V. Granulometricheskii sostav pochv konechno-morennoi griady Verkhnevolzhskogo postlednikovogo raiona (Vostochno-Evropaiskaia ravnina, Tverskaia oblast) / E.V. Shein, Ivanov D.A., Bolotov A.G., Dembovetskii A.V. // Biulleten Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva. – 2022. – Vyp. 110. – S. 5-21. DOI: 10.19047/0136-1694-2022-110-5-21.

7. Shein, E.V. Modelirovanie protsessa vodopronitsaemosti chernozemov kamennoi stepi / E.V. Shein, D.I. Shcheglov, V.V. Moskvina // Pochvovedenie. – 2012. – No. 6. – S. 648-657.

8. Gefke, I.V. Iablonevyy sad: vodno-pochvennyi rezhim i polivnye normy / I.V. Gefke, S.V. Makarychev // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 11 (217). – S. 16-22. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-217-11-16-22

9. Senkova L.A. Voskhodiashchee dvizhenie pochvennoi vlagi pri isparenii v chernozeme vyshchelochennom // Agrarnyi vestnik Urala. – 2007. – No. 6 (42). – S. 54-55.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН по проекту FUFZ-2021-0003.



УДК 631.6.02

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-228-10-51-55

Л.А. Малютина, А.В. Тингаев, А.С. Давыдов

L.A. Malyutina, A.V. Tingaev, A.S. Davydov

ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА АГРОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЛОДРОДИЕ ПОЧВ БИЕ-ЧУМЫШСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

INFLUENCE OF POULTRY MANURE ON AGROPHYSICAL CONDITION AND FERTILITY OF THE SOILS OF THE BIYA-CHUMYSH UPLAND

Ключевые слова: птичий помет, плодородие, агрохимические свойства почвы, чернозем выщелоченный, плотность сложения, порозность, гумус.

На значительной площади Бие-Чумышской возвышенности Алтайского края в пахотных землях агрохимической службой отмечаются уменьшение мощности гумусового горизонта и их подкисленность, снижение содержания органического вещества, как следствие, происходит уплотнение почвы. В качестве мелиоранта и органического удобрения был использован птичий помет, являющийся отходом птицеводства, объемы которого ежегодно растут. Полевой опыт проведен на территории СПК «Агродар» Зонального района. Птичий помет вносили под посевы яровой мягкой пшеницы по 5, 10, 15, 20 т/га контрольный вариант без внесения помета. Почва участка чернозем выщелоченный среднегумусный маломощный с нейтральной реакцией среды. В пахотном слое почвы преобладают песчано-крупнопылевые фракции. Коэффициент структурности почвы – 54%. В почве высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия. Под влиянием птичьего помета реакция почвы стала слабодкислой ($pH_{\text{сол.}}$ 5,1). Содержание органического вещества увеличилось по варианту внесения помета 5 т/га в среднем за 3 года с 4,5 до 4,7%, 10 т/га – до 4,9%, 15 т/га – до 5,3%, 20 т/га – до 5,3%. Валовое содержание азота в почве по вариантам опыта изменялось в пределах 0,3-0,4%. Увеличилось среднее содержание нитратного азота за 3 года, максимальные значения которого наблюдались при внесении 15 т/га (13,8 мг/кг) и 20 т/га (12,9 мг/кг) помета. Запасы общего фосфора увеличились с 0,188% на начало опыта до 0,48-0,54% по вариантам в конце опыта. Содержание подвижного фосфора заметно увеличилось при внесении 15 т/га – до 269,7 мг/кг и 20 т/га – до

290,7 мг/кг. Содержание общего калия изменилось несущественно – с 2,3% на начало опыта до 2,72-2,82% на конец опыта по вариантам. Содержание подвижного калия в среднем по вариантам опыта с внесением помета увеличилось на 30-86,3 мг/кг.

Keywords: poultry manure, fertility, soil agrochemical properties, leached chernozem, bulk density, porosity, humus.

On a significant area of the Biya-Chumysh Upland of the Altai Region, in arable lands, the agrochemical service points out decreasing thickness of the humus horizon and land acidification, decreasing organic matter content and, consequently, soil compaction occurs. Poultry manure was used as an ameliorant and organic fertilizer. It is a waste of poultry farming, and its volumes are growing every year. The field experiment was conducted on the farm of the SPK "Agrodar", Zonalniy District of the Altai Region. Poultry manure was applied under spring soft wheat crops at the rates of 5, 10, 15, 20 t ha; the control variant was without any manure. The site consisted of leached medium-humus thin chernozem with neutral pH. Sand and coarse-silt fractions prevailed in the arable soil layer. The soil structure index made 54%. The soil had high content levels of mobile phosphorus and exchange potassium. Under the influence of poultry manure, the pH became slightly acid. Depending on poultry manure application rates, organic matter content (three-year average) increased as following: application rate of 5 t ha - from 4.5% to 4.7%; 10 t ha - to 4.9%; 15 t ha - to 5.3%; 20 t ha - to 5.3%. The gross nitrogen content in the soil in the experimental variants varied in the range of 0.3-0.4%. Over three years, the content of nitrate nitrogen increased; its maximum values were observed at the application rates of 15 t ha (13.8 mg kg) and 20 t ha (12.9 mg kg). Total phosphorus storage increased from 0.188% at the be-

gining of the experiment to 0.48-0.54% in the variants at the end. Mobile phosphorus content increased substantially at the rate of 15 t ha - up to 269.7 mg kg; and 20 t ha - up to 290.7 mg kg. The total potassium content changed insignifi-

cantly - from 2.6% at the beginning of the experiment to 2.72-2.82% at the end in the variants. The content of mobile potassium on average in the variants of the experiment with poultry manure application increased by 12.4-35.8%.

Малютина Людмила Анатольевна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Russian Federation, e-mail: lucy77@mail.ru.

Тиньяев Анатолий Владимирович, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: avtin@mail.ru.

Давыдов Александр Степанович, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: adav55@yandex.ru.

Malyutina Lyudmila Anatolevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: lucy77@mail.ru.

Tingaev Anatoliy Vladimirovich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: avtin@mail.ru.

Davydov Aleksandr Stepanovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: adav55@yandex.ru.

Введение

На Бие-Чумышской возвышенности Алтайского края увеличились площади сельскохозяйственных земель с низкой обеспеченностью биогенными элементами в связи с резким сокращением объемов применения минеральных и органических удобрений, длительным ведением земледелия с отрицательным балансом элементов питания. Выросла кислотность почв в связи сокращением объемов внесения органических удобрений, снижением содержания органического вещества в почвах, уменьшением мощности гумусового горизонта и вовлечением в пахотный слой более кислых нижележащих горизонтов [1].

Для повышения плодородия деградированных земель целесообразно использовать птичий помет, которого на предприятиях птицеводства Алтайского края формируется более 337 тыс. т в год [2-4].

Цель исследования – определить влияние птичьего помета на плодородие черноземных почв Бие-Чумышской возвышенности и их агрофизическое состояние.

Задачи:

1) описать влияние птичьего помета как мелиоранта на исследуемой почве;

2) определить оптимальные нормы внесения помета.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований явились птичий помет и почвы сельскохозяйственных земель Зонального района Алтайского края, которые в основном представлены черноземами выщелоченными среднегумусными маломощными. Полевой опыт по изучению влияния помета на свойства выщелоченного чернозема был проведен на территории СПК «Агродар».

В полевом опыте по вариантам применялись следующие дозы внесения птичьего помета: 1) 5 т/га; 2) 10 т/га; 3) 15 т/га; 4) 20 т/га; 5) без внесения удобрения (контрольный). Опыт проведен в трехкратной повторности. Культура, возделываемая в опыте, – яровая мягкая пшеница сорта Омская 28 [5, 6].

Для почвы опытного участка в слое 0-32 см характерны слабокислая реакция почвенной среды, высокое содержание подвижного фосфора (227,5-318,6 мг/кг) и обменного калия (60,3-119,8 мг/кг), низкое содержание нитратного азота (7,4-8,7 мг/кг) (табл. 1).

Таблица 1

Агрофизическая и агрохимическая характеристики почвы опытного участка

Показатель	Глубина взятия образца, см					
	0-8	8-20	20-32	32-72	72-97	97 и более
Плотность сложения, г/см ³	1,2	1,24	1,42	1,54	1,63	1,66
Порозность, %	54	53	50	43	40	40
pH сол.	5,2	5,1	5	4,8	4,8	4,8
pH водн.	6,7	6,9	6,9	7	7,1	7,2
Гумус, %	4,6	4,7	4,2	0,1	Не обнар.	Не обнар.
N, %	0,187	0,165	0,162	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
P, %	0,188	0,188	0,188	0,144	0,192	0,136
K, %	2,27	2,27	2,4	2,5	2,27	2,4
P ₂ O ₅ , мг/кг	227,5	259,2	318,6	354,1	328,3	351,9
K ₂ O, мг/кг	119,8	82	60,3	69,9	50,1	43,8
NO ₃ , мг/кг	8,7	5,6	7,4	5,3	4,6	2,9

Содержание гумуса в почвенном слое 0-32 см снижается от 4,6 до 4,2% и практически не обнаруживается в нижних горизонтах, что характеризует гумусовый горизонт как маломощный среднегумусный. Почва гумусового горизонта уплотнена, плотность сложения составляет 1,29 г/см³, что подтверждает величина порозности – ниже 60%.

Оценка гранулометрического состава почвы показала, что в пахотном слое преобладают близкие по минералогическому составу и характеристикам песчано-крупнопылевые фракции: песок мелкий (32%) и пыль крупная (34%). Коэффициент структурности составил 54%.

Почва опытного участка не засолена. Для улучшения агрофизических показателей и повышения плодородия почвы в течение 3 лет вносили птичий помет с ЗАО «Алтайский бройлер», выдержанный в полевом бурте один год. Птичий помет имел влажность 56%, зольность – более 25%, рН солевая – 5,8, органическое вещество составляло 74%, среднее значение биогенных элементов (N, P, K) – соответственно, 2,74; 2,36; 1,41%.

Птичий помет по санитарно-бактериологическим показателям и содержанию тяжелых металлов соответствовал ГОСТ 31461-2012.

Исследования в опыте проводили с использованием системного подхода, общенаучных и специальных методов [7].

Результаты и обсуждение

Зональный район расположен в зоне с резко континентальным климатом. Среднеголетняя температура воздуха в мае составляет 11,3°C, июне – 17,2, в июле – 19,2, в августе – 16,3°C, в мае и июне наблюдались заморозки. Отклонения от среднеголетних температур в годы исследования оцениваются как незначительные с некоторым превышением в 2015 г.

Число дней с осадками в вегетационный период составило по годам исследования 51-63. Влагообеспеченность вегетационных периодов нестабильна: наблюдались периоды как с дефицитом влаги (июнь, август), так и с избытком (май, июль), что оказало влияние на агрохимические свойства почв.

В таблице 2 показано влияние разных доз птичьего помета на агрохимические показатели почвы вариантов опыта.

Таблица 2

Агрохимические показатели почвы за годы исследований

Показатели	Варианты опыта														
	без внесения			5 т/га птичьего помета			10 т/га птичьего помета			15 т/га птичьего помета			20 т/га птичьего помета		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
рН сол.	5,0	5,2	5,1	5,1	5,1	4,9	4,9	5,2	5,1	4,9	5,2	5,1	5	5,2	5,1
Среднее за 3 года	5,1			5			5,1			5,1			5,1		
рН вод.	5,9	6,4	6,3	5,8	6,3	5,9	5,9	6,4	6,1	5,9	6,4	6	5,8	6,3	6,1
Среднее за 3 года	6,2			6			6,1			6,1			6,1		
Орг. вещество, %	5,0	4,0	4,5	5,1	4,0	5,1	5,4	4	5,2	6,2	4,2	5,5	6,1	4,2	5,5
Среднее за 3 года	4,5			4,7			4,9			5,3			5,3		
N, %	0,26	0,4	0,25	0,272	0,358	0,27	0,287	0,36	0,314	0,304	0,38	0,3	0,3	0,37	0,32
Среднее за 3 года	0,3			0,3			0,32			0,33			0,33		
P, %	0,15	0,7	0,59	0,18	0,686	0,66	0,16	0,67	0,663	0,15	0,65	0,7	0,2	0,75	0,66
Среднее за 3 года	0,48			0,51			0,5			0,5			0,54		
K, %	1,20	1,1	2,72	1,20	1,10	2,81	1,2	1,1	2,89	1,1	1	2,8	1,3	1	2,78
Среднее за 3 года	1,67			1,7			1,73			1,63			1,69		
P ₂ O ₅ , мг/кг	244	289	187	260	293	194	259	263	187	243	355	211	254	419	199
Среднее за 3 года	240			249			236,3			269,7			290,7		
K ₂ O, мг/кг	245	251	227	335	302	345	278	393	233	274	376	163	325	377	213
Среднее за 3 года	241,0			327,3			301,3			271,0			305,0		
NO ₃ , мг/кг	6,6	3,3	17,8	7,4	3,7	22,9	7,8	3,6	26,3	7,2	4,1	30	8,3	4	26,3
Среднее за 3 года	9,2			11,3			12,6			13,8			12,9		

За годы исследований реакция среды по вариантам опыта в среднем за 3 года изменилась незначительно ($pH_{\text{вод.}}$ – от 6,2 на контроле до 6-6,3, $pH_{\text{сол.}}$ – с 5,1 до 5,03-5,07) или находилась на уровне слабокислой, что является оптимальным для яровой пшеницы [8]. На другие физические и водно-физические свойства почвы опытного участка внесение птичьего помета существенного влияния не оказало, что связано с относительно небольшими дозами внесения помета в почву.

Содержание органического вещества в почве исследуемого участка зависело от норм внесения птичьего помета и погодных условий. Согласно установленной дисперсионным анализом зависимости, 30,3% влияние вариантов опыта, 54,0% гидротермических условий.

Валовое содержание азота по вариантам опыта в среднем за 3 года изменилось от 0,3 до 0,33%. Содержание нитратного азота колебалось по годам опыта в зависимости от гидротермических условий: в первый и третий годы исследований при улучшении условий показатели увеличились на 0,2-1,1 и 15,7-22,8 мг/кг соответственно и снизились во второй год опыта при ухудшении условий на 3,1-3,9 мг/кг по вариантам относительно значений на начало опыта (7,2 мг/кг). Максимальное содержание нитратного азота наблюдалось при внесении 15 т/га (13,8 мг/кг) и 20 т/га (12,9 мг/кг), что выше значений контрольного варианта на 50,0 и 40,2% соответственно.

Запасы общего фосфора в пахотном слое почвы за годы исследований увеличились с 0,188% на начало опыта до 0,48-0,54% по вариантам опыта. Максимальное содержание общего фосфора наблюдалось при внесении 20 т/га птичьего помета 0,54% в среднем за 3 года, которое превышало значение контрольного варианта на 12,5%.

Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы было максимальным во второй год опыта – от 263 до 419 мг/кг в вариантах с внесением помета, минимальным – в третий год опыта – 187-211 мг/кг. Максимальное содержание подвижного фосфора в среднем за три года исследований наблюдалось в вариантах с внесением 15 т/га (269,7 мг/кг) и 20 т/га (290,7 мг/кг), которые выше значений контрольного варианта на 12,4 и 21,1% соответственно.

Содержание общего калия после внесения помета за период исследования изменилось незначительно – с 2,3% на начало опыта до 2,72-2,82% на конец опыта по вариантам. Максимальные содержание общего калия наблюдалось при внесении 5 и 10 т/га птичьего помета. Содержание подвижного калия в среднем за три года исследований по вариантам опыта с внесением помета увеличилось на 30-86,3 мг/кг (12,4-35,8%) относительно значений контрольного варианта. При этом максимальное содержание подвижного калия наблюдалось при вне-

сении 5 т/га помета. Влияние вариантов опыта на содержание подвижного калия, согласно дисперсионному анализу, составило 54%.

Внесение птичьего помета нормами от 5 т/га до 20 т/га существенного влияния на агрофизические показатели почвы за годы исследования не оказало.

Заключение

Подготовленный птичий помет является хорошим мелиорантом и источником питательных элементов и органического вещества. Внесение помета уменьшило кислотность почвы, увеличилось содержание органического вещества в почве. Использование птичьего помета способствовало также увеличению содержания макроэлементов в почве за годы исследований. В сравнении с контролем содержание азота выросло в 1,4-1,6 раза, фосфора – в 2,6-2,9, калия – в 1,1 раза, и увеличилось содержание подвижного калия в 1,1-2,3 раза (до 162,6-344,7 мг/кг по вариантам). Таким образом, агрофизические свойства и в целом плодородие почв Бие-Чумышской возвышенности улучшились при внесении птичьего помета.

Библиографический список

1. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Алтайского края: справочник / Н. С. Халин, И. В. Назарова, С. А. Симакова [и др.]. – Барнаул: Параграф, 2018. – 382 с. – Текст: непосредственный.
2. Лысенко, В. П. Переработка отходов – залог повышения экономики / В. П. Лысенко. – Текст: непосредственный // Птицеводство. – 2013. – № 5. – С. 52-55.
3. Кирейчева, Л. В. Использование биологических отходов для повышения плодородия сельскохозяйственных угодий / Л. В. Кирейчева, А. В. Тиньгаев. – Текст: непосредственный // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 6. – С. 22-24.
4. Кирейчева, Л. В. Прогнозирование запаса гумуса в почве при использовании биологических отходов в качестве удобрений / Л. В. Кирейчева, А. В. Тиньгаев. – Текст: непосредственный // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 1. – С. 33-34.
5. Малютина, Л. А. Почвенная утилизация отходов птицеводства в лесостепной зоне Алтайского Приобья: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.02 / Малютина Людмила Анатольевна; [Место защиты: Алт. гос. аграр. ун-т]. – Барнаул, 2017. – 152 с. – Текст: непосредственный.
6. Тиньгаев, А. В. Информационно-логическая модель урожайности яровой пшеницы при внесении птичьего помета в качестве удобрения / А. В. Тиньгаев, Л. А. Малютина. – Текст: непосредственный //

Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 10 (144). – С. 24-29.

7. Основы опытного дела в растениеводстве / В. Е. Ещенко, М. Ф. Трифонова, П. Г. Копытко [и др.]; под редакцией В. Е. Ещенко и М. Ф. Трифоновой. – Москва: КолосС, 2009. – 268 с. – Текст: непосредственный.

8. Биологические особенности и технология возделывания основных полевых культур в Алтайском крае: учебное пособие / Ф. М. Стрижова, Л. Е. Царева, Н. И. Шевчук [и др.]; под редакцией Ф. М. Стрижовой. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 124 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Monitoring plodorodiia pochv zemel selskokhoziaistvennogo naznacheniiia Altaiskogo kraia: spravochnik / N.S. Khalin, I.V. Nazarova, S.A. Simakova, L.V. Dymova, E.A. Marinenko. – Barnaul: Paragraf, 2018. – 382 s.

2. Lysenko, V.P. Pererabotka otkhodov – zalog povysheniia ekonomiki / V.P. Lysenko // Ptitsevodstvo. – 2013. – No. 5. – S. 52-55.

3. Kireicheva L.V., Tingaev A.V. Ispolzovanie biologicheskikh otkhodov dlia povysheniia plodorodiia selskokhoziaistvennykh ugodii // Vestnik Rossiiskoi akademii selskokhoziaistvennykh nauk. – 2008. – No. 6. – S. 22-24.

4. Kireicheva L.V., Tingaev A.V. Prognozirovaniie zapasa gumusa v pochve pri ispolzovanii biologicheskikh otkhodov v kachestve udobrenii // Vestnik Rossiiskoi akademii selskokhoziaistvennykh nauk. – 2009. – No. 1. – S. 33-34.

5. Maliutina, L.A. Pochvennaia utilizatsiia otkhodov ptitsevodstva v lesostepnoi zone Altaiskogo Priobia: dissertatsiia ... kandidata selskokhoziaistvennykh nauk: 06.01.02 / Maliutina Liudmila Anatolevna; [Mesto zashchity: Alt. gos. agrar. un-t]. – Barnaul, 2017. – 152 s.

6. Tingaev A.V., Maliutina L.A. Informatсионnolогическаia model urozhainosti iarovoi pshenitsy pri vnesenii ptichego pometa v kachestve udobreniia // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 10 (144). – S. 24-29.

7. Osnovy opytnogo dela v rastenievodstve / V.E. Eshchenko, M.F. Trifonova, P.G. Kopytko i dr.; pod red. V.E. Eshchenko i M.F. Trifonovoi. – Moskva: KolosS, 2009. – 268 s.

8. Strizhova, F.M. Biologicheskie osobennosti i tekhnologiia vzdelyvaniia osnovnykh polevykh kultur v Altaiskom krae: uchebnoe posobie / F.M. Strizhova, L.E. Tsareva, N.I. Shevchuk, E.V. Putilin, L.V. Ozhogina; pod red. F.M. Strizhovoi. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 124 s.

