

G.A. Satarov<sup>1</sup>, S.N. Nemtsev<sup>2</sup>, R.B. Sharipova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ulyanovsk State University, Lva Tolstogo ul. 42, 432017 Ulyanovsk, Russia, e-mail: galmedin\_satarov@mail.ru;

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Ulyanovsk Research Institute of agriculture, Institutskaya ul. 19, 433315 Timiryazevskiy settlement, Russia, e-mail: nemcev.1963@mail.ru, rezedasharipova63@mail.ru

*The article shows that over the past five decades, the main indicators of fertility have changed to a certain extent. In particular, there was a decrease in the content of organic matter (humus) of chernozems in all horizons by: AP – 2,11%, a – 1,54%, B1–1,07%. Slightly changed agrochemical and physico-chemical properties of soils: increased total nitrogen content, decreased content of mobile phosphorus and potassium, there was a tendency to decrease hydrolytic acidity, while maintaining the amount of absorbed bases at the same level. Climate indicators also changed significantly: the average annual temperature increased by 1,0°C, the annual precipitation increased by 106,2 mm, which had a positive impact on the increase in grain yields in the region.*

*Key words: soil, climatic parameters, humus, granulometric composition, agrochemical, physical and chemical properties of soil, yield.*

УДК 636.4:628.3:631.445.4

## ВЛИЯНИЕ СТОКОВ СВИНОКОМПЛЕКСА И БИОПРЕПАРАТОВ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО

Ю.А. Соловьёва, Л.П. Харкевич, д.с.-х.н., В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н.,  
Брянский ГАУ,

243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2 а,  
e-mail: [bgsha@bgsha.com](mailto:bgsha@bgsha.com), Тел. 7(48341)24-721

*Рассмотрены вопросы применения стоков свиного комплекса и их влияние на свойства чернозёма типичного. Отмечено положительное действие стоков и биопрепаратов на показатели плодородия почвы. Показано, что увеличивалось содержание подвижных форм фосфора и обменного калия, снижалась гидролитическая кислотность почвы. Совместное применение стоков и биопрепаратов уменьшало содержание тяжелых металлов в почве.*

*Ключевые слова: стоки, биопрепараты, известь, свиной комплекс, чернозем типичный, плодородие почв.*

DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.17

В настоящее время наблюдается рост промышленно-го животноводства, в том числе свиноводства, которое является источником загрязнения окружающей природной среды и, прежде всего, почвы, где в большом количестве образуются стоки.

В условиях резкого дефицита органических и доровизны минеральных удобрений рациональным направлением использования сточных вод является их применение в качестве удобрения для повышения содержания гумуса и биофильных элементов в почве и увеличения урожаев сельскохозяйственных культур. Однако при этом обостряется проблема охраны окружающей среды, обусловленная накоплением огромного объёма бесподстилочного навоза, в том числе стоков влажностью более 97 % [1-3].

Орошение стоками свиного комплекса приводит к повышению продуктивности земель, однако при использовании их в качестве удобрения под культуры возникает опасность поступления в почву некоторых, особенно высокотоксичных, тяжёлых металлов (никель, медь, цинк, свинец, кадмий, хром) [4, 5].

Нарушение режима использования стоков свиного комплекса ведет к загрязнению воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод, кормовых культур, что, в свою очередь, оказывает вредное влияние на организм человека и животного [6, 7]. Вопросы рационального использования стоков с обеспечением требований охраны окружающей природной среды от загрязнения отходами свиноводческих комплексов, как правило, проектами не рассматривается из-за отсутствия нормативных документов по земельным отношениям и землеустрой-

ству, так как земли сельскохозяйственного назначения раздроблены на земельные паи, находящиеся во владении множества мелких собственников [8, 9].

В современной сельскохозяйственной литературе недостаточно освещены аспекты экологически безопасного использования стоков свиного комплекса, в частности, исследование удобрительной ценности их стоков по макро- (NPK) и важнейшим микроэлементам (B, Cu, Zn, Mo) и определение на этой основе нормы внесения стоков в почву; выявление концентрации тяжёлых металлов в сточных водах с целью снижения их содержания до ПДК (путём применения биопрепаратов) для предотвращения загрязнения почвы и продукции. Поэтому изучение этих вопросов актуально.

**Методика.** В условиях лабораторного эксперимента изучали эффективность биопрепаратов Вэйст-Трит и Агротроф для нейтрализации токсичности стоков свиного комплекса.

Разработчик биопрепарата Вэйст-Трит – компания Bio-Green Planet (США). Вэйст-Трит – полностью биологический препарат (сухой порошок светло-коричневого цвета), содержит живую синергическую консорцию 6-12 видов естественных почвенных аэробных и анаэробных факультативных сапрофитных микроорганизмов (концентрация: 2 млрд. колониеобразующих единиц/г).

Производитель биопрепарата Агротроф – компания БИОТРОФ. Агротроф – это комплекс полезных бактерий вида *Bacillus subtilis*, не подвергавшихся генно-инженерным модификациям. Титр бактерий, являю-

щихся целлюлозолитическими микроорганизмами, составляет  $3,2 \cdot 10^9$  КОЕ/г.

Полевые опыты исследований 2012–2014 гг. включали следующие варианты:

1. Контроль (без внесения стоков свиного комплекса).
2. Стоки.
3. Стоки свиного комплекса + биопрепарат Вэйст-Трит (250 г/т).
4. Стоки + биопрепарат Агротроф (500 г/т) - 2013 – 2014 гг.
5. Известь, 5,6 т/га.

Объекты исследования: чернозем типичный среднесуглинистый, стоки свиного комплекса ЗАО АФ «Любимовская», биопрепараты Вэйст-Трит и Агротроф.

Площадь каждой делянки 50 м<sup>2</sup> (5 x 10 м), повторность трёхкратная. Размещение вариантов рендомизированное.

В качестве известкового удобрения использовали молотый известняк, в котором суммарное количество действующего начала (карбонатов Са и Mg) составляет не менее 85 %. Дозу извести рассчитывали, по формуле:

$$\text{CaCO}_3 = \text{Нг} \cdot 1,5,$$

где Нг – гидролитическая кислотность (мг-экв/100 г почвы).

При проведении опытов были отобраны почвенные образцы во всех вариантах в пахотном (0-30 см) слое. Агрохимические исследования сопровождались определением содержания в почве гумуса (по Тюрину – ГОСТ 26213-84), pH солевой вытяжки (потенциометрическим методом), гидролитической кислотности (Нг) по Каппену, щёлочногидролизующего азота, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову), микроэлементов (В, Cu, Zn, Mo – Р 50683-94), тяжёлых металлов (Cd, Pb, Cu, Zn, Co – МУ Москва 1996 г.).

**Результаты и их обсуждение.** При проведении полевых опытов была дана оценка плодородию чернозёма типичного, куда вносили свиноводческие стоки (табл.).

**Химический состав чернозёма типичного среднесуглинистого (среднее за 2012-2014 гг.)**

Показатель	Контроль	Стоки свиного комплекса (СВ)	СВ + Вэйст-Трит	СВ + Агротроф	Известь
Гумус, %	4,0	4,4	4,4	4,3	4,1
Кислотность, ед. pH	5,3	5,4	5,5	5,4	5,9
Нг, мг-экв/кг	3,27	2,98	2,82	2,99	1,96
Макроэлементы, мг/кг:					
азот (N),	110	118	112	100	106
фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	182	180	187	176	183
калий (K <sub>2</sub> O)	140	175	172	162	151
кальций (Са)	17,16	17,70	17,50	17,27	17,70
магний (Mg)	5,57	5,52	4,87	3,57	3,71
Тяжёлые металлы, мг/кг:					
медь	10,4	13,8	11,8	13,5	11,1
цинк	9,4	12,2	10,7	11,8	11,2
кадмий	0,046	0,047	0,043	0,049	0,044
кобальт	13,3	13,8	12,4	12,1	12,1
свинец	0,72	0,82	0,70	0,61	0,60

Агрохимические исследования чернозёма типичного за ряд лет показали, что содержание органического вещества во всех вариантах опыта примерно на одном уровне, составляя в среднем 4,4 %. Показатели почвенного раствора лишь незначительно возросли в направ-

лении нейтрализации по сравнению с контрольным вариантом. Наилучший эффект был достигнут при применении извести, где pH за 2012-2014 г. исследований составлял 5,9.

Внесение стоков, как отдельно, так и в сочетании с биопрепаратами, способствовало снижению гидролитической кислотности. Так, данный показатель снизился в среднем с 3,27 до 2,93 мг-экв/100 г почвы в вариантах со стоками и с применением биопрепаратов Вэйст-Трит и Агротроф. Наибольшее снижение гидролитической кислотности (на 1,31 мг-экв/100 г) наблюдалось в варианте с известью.

Применение стоков свиного комплекса совместно с биопрепаратами по сравнению с контролем способствовало накоплению в почве азота, фосфора и калия. Так, в среднем за три года исследований (2012-2014 гг.) в пахотном слое почвы происходило увеличение концентрации азота на 5 мг/кг почвы, подвижных форм фосфора на 2 и обменного калия на 30 мг/кг почвы. Однако, такая закономерность при использовании стоков с биопрепаратами по сравнению с одними стоками не отмечена.

При поступлении свиноводческих стоков и СВ + биопрепараты в почве наблюдалось увеличение содержания кальция в пределах 17,6 мг/кг почвы, что на 0,44 мг/кг больше, чем на контроле. Аналогичная тенденция наблюдалась и в отношении тяжёлых металлов. Так, при внесении сточных вод в почву происходит увеличение содержания в почве меди, кадмия, кобальта и свинца, а применение биопрепаратов способствует их снижению.

Поскольку в почве содержатся тяжёлые металлы, то целесообразно дать оценку опасности её загрязнения по формуле:

$$Z_z = \sum K_c - (n - 1),$$

где K<sub>c</sub> – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в загрязнённой почве к фоновому; n – число химических элементов-загрязнителей.

Используя приведённую формулу и данные таблицы, рассчитываем показатель Z<sub>z</sub>. В нашем случае для всех вариантов опыта Z<sub>z</sub> < 2, что свидетельствует о незначительном загрязнении почвы тяжёлыми металлами в пределах ПДК.

Из изложенного следует, что только правильное применение стоков свиного комплекса и биопрепаратов, в частности соблюдение норм и сроков поливов, позволит избежать загрязнения почвы вредными химическими веществами.

Исследования показали, что внесение в почву стоков свиного комплекса и биопрепаратов по сравнению с контролем благоприятно влияет на увлажнение почвы, т.е. происходит увеличение влаги в почвенных образцах в среднем на 1,57 % в варианте со стоками и на 1,63 % - с биопрепаратом Вэйст-Трит + стоки свиного комплекса.

Таким образом, при внесении стоков в почву наблюдалось увеличение накопления в ней азота, подвижных форм фосфора и калия. Стоки повышали содержание тяжёлых металлов в почве (медь, кадмий, кобальт, свинец), а применение биопрепаратов совместно со стоками способствовало их снижению.

#### Литература

1. Брезгунов, В.С. Последствия влияния стоков свинокомплексов на свойства почв / В.С. Брезгунов // Сб. научн. работ. – 1995. – Т.42. – С. 233–246.
2. Тиво, П.Ф. Приёмы улучшения экологической ситуации в зоне крупных свинокомплексов / П.Ф. Тиво, С.М. Крутько // Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения. – 2011. – Т.3. – С. 32–37.
3. Тиво, П.Ф. Проблемы промышленного животноводства и утилизации стоков / П.Ф. Тиво // Изв. Акад. аграрных наук Беларуси. – 1995. – №3. – С. 58–62.
4. Захарова, О.А. Цикличное орошение сточными водами как способ предотвращения деградации почв / О.А. Захарова, Ю.А. Мажайский // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 4. – С. 37–39.
5. Мажайский, Ю.А. Изменение целлюлозоразрушающей активности серых лесных почв региона в зависимости от срока орошения сточными водами свинокомплексов / Ю.А. Мажайский, О.А. Захарова, В.И. Желязко // Пробл. мелиорации, водохоз. стр-ва и обустройства сел. территории на современном этапе: материалы Междунар. научно-практ. конференции, посвящённой 160-летию образованию БГСХА, 2 – 3 июня 2000 г., г. Горки. – Горки: Изд-во БГСХА, 2001. – С. 110–111.
6. Желязко, В.И. Эколого-мелиоративные основы орошения земель стоками свиноводческих комплексов: Монография / В.И. Желязко. – Горки: БСХА, 2003. – 168 с.
7. Jacob, A. Der Boden. 4 erweiterte Aufgabe / A. Jacob. – Berlin: Akademie – Verlag, 1956. – 268 P.
8. Ермоленко, В. Технология подготовки навозных стоков к использованию / В. Ермоленко, Н. Нарышкин, Н. Линник, И. Шкодкин // Свиноводство. – 1989. – Т.2. – С. 33–34.
9. Разяпов, Р.А. Утилизация навозных стоков свиноводческих комплексов / Р.А. Разяпов // Техника и оборудование для села. – 2008. – № 4. – С. 28–30.
10. Харкевич, Л.П. Действие осадка сточных вод и известкования на продуктивность и качество сена многолетних трав // «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» Матер. VII междунар. научн. конферен. 15-19 марта 2010 г. – Брянск, 2010. – С. 246–249.
11. Харкевич, Л.П. Урожай и качество сена многолетних трав в зависимости от применения осадков сточных вод и известкования // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – №2. – С. 20–22.

#### EFFECT OF PIG FARM WASTEWATER AND BIOPREPARATIONS ON THE PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM

*Yu.A. Solovyeva, L.P. Kharkevch, V.F. Shapovalov*

*Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya ul. 2a, 243365 Kokino vil., Russia, e-mail: cit@bgsha.com*

*The questions of application of pig farm wastewater and their impact on the properties of typical chernozem have been considered. The positive effect of wastewater and biopreparations on soil fertility has been noted. The content of mobile forms of phosphorus and exchange potassium was increasing, and the hydrolytic acidity of the soil was decreasing. The combined application of wastewater and biopreparations was reducing the content of heavy metals in the soil.*

*Key words: waste water, biopreparations, lime, pig farming, chernozem typical, soil fertility.*