

Сырчина Н.В., Сазанов А.В., Береснева Т.П.  
Вятский государственный университет, г. Киров

## **Использование свежего свиного навоза для производства гранулированных органоминеральных и биоорганоминеральных удобрений**

**Аннотация:** Свиной навоз (СН) является перспективным сырьем для производства удобрений, однако до настоящего времени проблема рациональной утилизации этого отхода не решена, что приводит к негативным экологическим последствиям. Выполненные исследования показывают, что на основе свежего СН можно получить сбалансированные по составу органоминеральные (ОМУ) и биоорганоминеральные (БОМУ) удобрения в гранулированной форме. Удобрения не представляют опасности в плане загрязнения окружающей среды. Добавка глауконитового концентрата, извести и хлорида калия позволяет в значительной мере устранить неприятный запах и сбалансировать состав удобрения по содержанию основных элементов питания (NPK). Образцы удобрений были получены в лабораторных условиях. Для выявления возможных фитотоксичных свойств образцов было проведено их биотестирование методом проростков. Дозировки удобрений, вносимых в субстрат, были эквивалентны внесению 60 и 12 тонн/га свежего СН влажностью 80 %. При биотестировании полученных гранул ОМУ и БОМУ фитотоксичный эффект установлен не был. В присутствии удобрений прорастание семян происходило более интенсивно, чем в контрольном варианте. Полученные результаты могут быть использованы при разработке составов, технологий получения и применения комплексных органоминеральных и биоорганоминеральных удобрений на основе СН.

**Ключевые слова:** свиной навоз, органоминеральные удобрения, биоорганоминеральные удобрения, переработка свиного навоза.

Согласно прогнозам, ближайшее десятилетие будет характеризоваться возрастающими темпами развития свиноводства. Свиноводческие комплексы будут значительно укрупняться, и концентрироваться вблизи мегаполисов. Данная тенденция неизбежно приведет к обострению проблем, связанных с утилизацией образующихся отходов. Многочисленными исследованиями пока-

зано, что наиболее эффективным и экономически оправданным способом утилизации СН является использование этого отхода в качестве удобрения [1, с. 86]. Однако применение нативного СН для повышения плодородия почв не может считаться оптимальным решением проблемы. Внесение навоза в почву целесообразно только в весенний или осенний периоды, поэтому большую часть года СН накапливается в навозохранилищах, вызывая масштабное загрязнение окружающей среды и ухудшение качества жизни населения соответствующих территорий.

Для СН характерно наличие патогенной микрофлоры, поэтому внесение такого материала в почву без предварительной подготовки неизбежно приводит к микробиологическому загрязнению территории [2, с. 234]. Кроме экологических аспектов на применение СН в качестве удобрения большое влияние оказывают экономические факторы. Свежий навоз имеет высокую влажность, в связи с чем, вывоз его на поля целесообразен в радиусе не более 10 км от фермы. Перевозка отхода на более значительные расстояния приводит к повышению расходов на транспортировку, которые не окупаются прибавкой урожая [3, с. 26].

Успешное разрешение складывающейся ситуации невозможно без разработки простых и экономически обоснованных технологий переработки СН в эффективные и экологически безопасные удобрения, пригодные для хранения и транспортирования на большие расстояния. В условиях Кировской области весьма перспективным направлением утилизации СН может стать производство на его основе комплексных гранулированных биоорганических удобрений [4, с. 23]. Переработка СН в гранулированные удобрения позволяет полностью сохранить содержащиеся в нем органические и минеральные компоненты, крайне необходимые для восстановления плодородия бедных органическими веществами и микроэлементами почв региона. Включение микробиологической композиции позволяет интенсифицировать процессы биодеструкции органических компонентов удобрения в почве.

**Цель работы** состояла в разработке способа переработки свежего СН в гранулированное биоорганическое удобрение, не представляющее опасности в плане загрязнения окружающей среды патогенными микроорганизмами и яйцами гельминтов.

**В задачи исследования входило:**

- определить наиболее целесообразные варианты оптимизации содержания в органическом удобрении, предназначенной для гранулирования, основных элементов минерального питания растений (NPK);
- разработать способ устранения неприятного запаха СН и подобрать композицию непатогенных микроорганизмов, пригодных для нанесения на гранулы ОМУ;
- получить образцы органического и биоорганического удобрений на основе СН;
- провести оценку фитотоксичных свойств ОМУ и БОМУ методом проростков в условиях лабораторного эксперимента.

**Объекты и методы**

В качестве объекта для выполнения экспериментальных исследований использовался свежий бесподстилочный СН влажностью 88,1%, полученный на одном из свиноводческих комплексов Кировской области.

В Табл. 1 приведены данные о химическом составе СН, используемого для выполнения экспериментальных исследований.

*Таблица 1*

**Состав свиного навоза, используемого для выполнения исследований**

Объект	Содержание биогенных элементов, % на сухое вещество свежего навоза			Органическое вещество, %	Зольные вещества, %
	Азот общий (N)	Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Калий (K <sub>2</sub> O)		
Навоз свиной	3,1±0,3	1,4±0,1	2,5±0,1	71±8	31,23
Методы исследования	Метод Кьельдаля	Спектрофотометрический	Пламенная фотометрия	Гравиметрический	

Для устранения запаха и оптимизации состава удобрения по основным питательным элементам применялись компоненты, имеющие низкую стоимость, доступность и не представляющие опасности в плане загрязнения экологической среды: дробленая кремнистая опока (Каменноярское месторождение Астраханской области), известь, глауконитовый концентрат (содержание глауконита  $45\pm 5\%$ ); фосфоритная мука Верхнекамская, марки А, хлорид калия (отход производства магнезия). Смешивание компонентов выполнялось в роторном смесителе. Для гранулирования смеси использовался шнековый лабораторный гранулятор. Высушивание гранул производилось в термостатируемых условиях при температуре  $135^{\circ}\text{C}$ , что обеспечивало не только обезвоживание материала, но и полное устранение патогенной микрофлоры. Все добавки, вносимые в СН, характеризовались не только низкой стоимостью, но и положительным воздействием на свойства почвы (снижение кислотности, улучшение структуры, обогащение почвы фосфором, калием, магнием, кальцием).

В результате экспериментов было установлено, что наилучший дезодорирующий эффект обеспечивала композиция, включающая глауконитовый концентрат, известь и хлорид калия. Общая доля минеральных добавок, вносимых в СН, составила 15...20% от массы СН.

В качестве микробиологической составляющей для включения в состав удобрения использовались непатогенные и нетоксигенные дрожжи родов *Saccharomyces* и *Candida*, а также изоляты родов *Plectridium*, *Bacillus*, *Acuiformis* и микромицеты *Trichoderma viride* штаммов *S23* и *S11*, обладающие способностью роста в широком диапазоне рН и устойчивостью к химическим загрязнителям. Культуральную жидкость микроорганизмов перед нанесением на гранулы разводили водой в отношении 1:1000 и наносили на охлажденные до температуры 20...25 $^{\circ}\text{C}$  гранулы методом опрыскивания. Полученные в лабораторных условиях гранулы БОМУ и ОМУ имели светло-серый цвет и выдерживали нагрузку не менее 1 кг/гранулу, что обеспечивало возможность их транспортировки в мягкой таре любыми видами транспорта.

Оценка фитотоксичных свойств ОМУ и БОМУ выполнялась в лабораторных условиях методом проростков [5, с. 27]. Проращивание семян проводилось в пластиковых контейнерах. В качестве субстрата использовался речной песок. В качестве тест-культур использовались семена ячменя (сорт «Родник Прикамья») и редиса (сорт «Розово-красный с белым кончиком»).

Поверхность субстрата в контейнерах увлажнялась деионизованной водой и накрывалась фильтровальной бумагой. На влажную бумагу раскладывались семена тест-культур. Проращивание проводилось в термостатируемых условиях при температуре  $+20\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Для создания оптимальной влажности и обеспечения необходимого газообмена, контейнеры с тест-культурами помещались в микроперфорированные полипропиленовые пакеты.

Варианты состава грунта, используемого для проведения эксперимента:

1. Контроль (грунт без добавок);
2. Грунт+ОМУ (0,2% от массы грунта);
3. Грунт+ОМУ (1% от массы грунта);
4. Грунт+БОМУ (0,2% от массы грунта);
5. Грунт+БОМУ (1% от массы грунта).

Добавка удобрения в дозировке 1% соответствовала внесению в почву 60 т свиного навоза влажностью 80%.

Экспериментальные исследования выполнялись в трех повторностях. Полученные результаты подвергались статистической обработке в программе «Microsoft Excel» по общепринятым методикам.

### **Результаты эксперимента**

Результаты полученные в результате биотестирования ОМУ и БОМУ представлены в Табл. 2.

## Показатели фитотоксичности грунта с добавкой удобрений

Показатели		Варианты, согласно составу грунта				
		1	2	3	4	5
Способность прорастания (4 суток), %	Ячмень	48,9±12,6	85,5±10,2	86,7±6,6	77,8±10,7	86,7±5,8
	Редис	97,8±1,9	91,1±8,4	97,8±1,9	92,2±10,7	90,0±5,8
Энергия прорастания (3 суток), %	Ячмень	34,4±8,3	61,1±6,9	46,7±7,5	48,9±17,1	53,3±7,3
	Редис	52,2±8,3	57,8±3,8	62,2±7,7	55,6±7,7	58,7±8,0
Скорость прорастания	Ячмень	1,4±0,3	2,3±0,2	2,0±0,3	2,1±0,3	2,3±0,2
	Редис	3,2±0,6	2,9±0,2	3,0±0,3	3,0±0,2	3,1±0,1
Средняя длина зеленых проростков, см	Ячмень	9,4±0,8	9,9±0,9	8,9±1,4	8,7±0,8	11,1±1,2
	Редис	4,1±0,3		4,1±0,3	4,1±0,1	5,9±0,2
Средняя длина корней, см	Ячмень	9,9±1,7	11,7±0,7	10,1±0,6	10,2±1,5	11,6±1,2
	Редис	6,2±0,9	4,7±0,4	4,4±0,2	4,7±0,7	5,2±0,3
Средняя масса проростков, г на 30 растений	Ячмень	3,6±0,5	5,2±0,3	5,5±0,3	5,3±0,5	5,5±0,4
	Редис	1,5±0,3	1,3±0,4	2,1±0,4	1,2±0,2	1,4±0,2

Биотестирование органоминеральных и биоорганоминеральных удобрений на основе свиного навоза показало, что гранулированные ОМУ и БОМУ не проявляют фитотоксичные свойства в интервале изученных дозировок. Внесение в грунт, соответствующих доз удобрений приводит к положительному воздействию на прорастание семян тест культур. Наиболее заметный эффект стимулирования прорастания (по сумме показателей) установлен для семян ячменя при внесении в субстрат 1 % БОМУ.

Добавка гранул БОМУ и ОМУ в грунт в дозировке 0,2...1,0 % оказывает положительное влияние на такие показатели, как способность прорастания, энергия прорастания, средняя масса проростков. Под влиянием удобрений увеличивается средняя длина корней ячменя. Стимулирующее влияние удобрений на развитие корневой системы может быть обусловлено наличием в удобрении соответствующих микроорганизмов, продуцирующих широкий спектр регуляторов роста растений, включая сигнальные молекулы (ауксины, гиббереллины, салицилаты, жасмонаты, цитокинины, абсцизовая кислота) [6, с. 374].

## Выводы

Изучение химического состава свежего бесподстилочного свиного навоза показало, что содержание основных элементов минерального питания в этом отходе не является сбалансированным. Для восполнения дефицита калия в СН можно вносить хлорид калия (отход производства магнезия), а для восполнения дефицита фосфора – фосфоритную муку. Оба компонента имеют относительно низкую стоимость, что не приводит к существенному повышению себестоимости удобрений.

Добавка в свиной навоз композиции из глауконитового концентрата, извести и хлорида калия приводит к практически полному устранению неприятного запаха готовых гранул. В качестве микробиологической составляющей для включения в состав удобрения можно использовать непатогенные и нетоксигенные дрожжи родов *Saccharomyces* и *Candida*, а также изоляты родов *Plectridium*, *Bacillus*, *Acuformis* и микромицеты *Trichoderma viride* штаммов S23 и S11, обладающие способностью роста в широком диапазоне pH и устойчивостью к химическим загрязнителям. Полученные в лабораторных условиях гранулы БОМУ и ОМУ имели светло-серый цвет и выдерживали нагрузку не менее 1 кг/гранулу, что обеспечивало возможность их транспортировки в мягкой таре любыми видами транспорта.

ОМУ и БОМУ не проявляли фитотоксичных свойств в условиях лабораторного эксперимента. Внесение этих удобрений в субстрат оказывало положительное влияние на прорастание семян тест-культур. Наилучшие результаты были получены на семенных ячменя при внесении в субстрат 1% БОМУ.

В целом результаты исследований свидетельствуют о том, что свежий СН можно использовать в качестве сырья для производства гранулированных био-органоминеральных удобрений. Внедрение технологии переработки СН в гранулированные удобрения позволит значительно сократить отрицательное воздействие свинокомплексов на окружающую среду и обеспечит региональное растениеводство ценными гранулированными органическими удобрениями.

Полученные данные могут быть использованы при разработке составов, технологий получения и применения комплексных органоминеральных и биоорганоминеральных удобрений на основе СН.

#### **Ссылки на источники:**

1. Сазанов А.В., Терентьев Ю.Н., Сырчина Н.В., Ашихмина Т.Я., Козвонин В.А. Производство биоорганоминеральных удобрений как направление реализации безотходных технологий в свиноводстве // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 3. С. 85–90.
2. Шубин А.С., Береснева Т.П., Сырчина Н.В. Использование свиного навоза для производства органоминеральных удобрений // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XII Всерос. науч. конф. с междунар. участием, 13–14 апреля 2017 г. Киров, 2017. С. 234–236.
3. Титова, В.И. Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Обоснование использования отходов в качестве вторичного материального ресурса в сельскохозяйственном производстве. Н. Новгород : ВВАГС, 2009. 178 с.
4. Шубин А.С., Сырчина Н.В. Переработка свежего свиного навоза в органоминеральные удобрения // Вопросы науки. 2017. С. 22–26.
5. Чеснокова, С.М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Ч.2. Методы биотестирования. Владимир, 2008. 92 с.
6. Максимов И.В., Абизгильдина Р.Р., Пусенкова Л.И. Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47, № 4, С. 373–385.

© Сырчина Н.В., Сазанов А.В., Береснева Т.П.

Syrchina N.V., Sazanov A.V., Beresneva T.P.

Vyatka State University, Kirov

#### **The using of fresh swine manure for the production of granular organic-mineral and bio-organic-mineral fertilizers**

**Abstract:** The swine manure (SM) is a perspective raw material for fertilizer production. But the problem of rational utilization of this waste has not been solved. That leads to negative environmental consequences. Our research shows the possibility of obtaining balanced composition of organic-mineral (OMF) and bio-organic-mineral (BOMF) fertilizers on the basis of fresh SM in granular form. Such fertilizers are safe for the environment. The addition of glauconite concentrate, lime and potassium chloride allows to eliminate significantly off-flavor and to balance the composition of the fertilizer, in particular the maintenance of basic elements of a delivery.



(NPK). The samples of fertilizers were received in lab. Biotesting was carried out by method of sprouts for identification of phytotoxicity of exemplars. Dosages of the fertilizers introduced in a substratum were equivalent to an importation of 60 t/hectare of fresh SM humidity of 80%. Phytotoxic effect of OMF and BOMF was not established when biotesting of the received granules. In the presence of fertilizers the seeds' germination happened more intensively, than in control option. The received results can be used when developing structures, technologies of receiving and use of complex organic-mineral and bio-organic-mineral fertilizers on the basis of SM.

**Keywords:** swine manure, organic-mineral fertilizers, bio-organic-mineral fertilizers, processing of a swine manure.