

УДК 631.95:631.861:633.11

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Воронкова Н.А.<sup>1,2</sup>, Храмцов И.Ф.<sup>2</sup>, Воронкова М.Н.<sup>1</sup>, Дороненко В.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Омский государственный технический университет, Омск, Россия, (644050, Омск, пр. Мира 11), e-mail: voronkova.67@bk.ru;

<sup>2</sup>Федеральное Государственное бюджетное научное учреждение «Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Омск, Россия (644012, Омск, пр. Королева, 26)

Одним из способов утилизации птичьего помета является его анаэробное сбраживание в термофильных условиях, позволяющее получить биогаз, твердые и жидкие фракции переработки. Исследования по изучению агрохимического состава и микробиологическая оценка твердой фракции (далее органическое удобрение «Биорост») показали, что птичий помет обладает хорошими удобрительными свойствами: зольность составляет 27,3%, соотношение С:N=5,5, содержание валовых азота, фосфора, калия на уровне 6,61; 3,97 и 2,70% соответственно, реакция среды слабокислая (6,15), отсутствует грибная патогенная микрофлора. Внесение удобрения «Биорост» интенсифицирует почвенный микробиоценоз, общая численность бактерий на МПА возросла в 4,8 раза, микроорганизмов, потребляющих минеральный азот на КАА, – в 1,9 раза, фосформобилизаторов и грибов – в 1,5–1,6 раза соответственно в сравнении с неудобренным фоном. Урожайность яровой пшеницы за счет внесения удобрения увеличилась на 9–26%. Экономически целесообразно внесение 1,5 т/га удобрения «Биорост», урожайность составила 3,32 т/га зерна, что на 0,61 т/га зерна выше, чем в варианте без удобрения.

Ключевые слова: органические отходы, птичий помет, почва, микробиоценоз, урожайность, пшеница, эффективность, экологическая безопасность

## AGROECOLOGICAL ASPECTS OF PROCESSING AND USE OF ORGANIC WASTE IN AGRICULTURE

Voronkova N.A.<sup>1,2</sup>, Khrantsov I.F.<sup>2</sup>, Voronkova M.N.<sup>1</sup>, Doronenko V.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Omsk State Polytechnic University, Omsk, Russia, e-mail: voronkova.67@bk.ru;

<sup>2</sup>State Scientific Establishment «Siberian Research Institute of Agriculture, Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences», Omsk, Russia

One of ways to recycling of poultry manure is anaerobic fermentation under thermophilic condition, which allows to obtain biogas, solid and liquid fractions processed. Investigation of agrochemical composition and microbiological evaluation of solid fraction (further — organic fertilizer «Biorost») has shown that «Biorost» possesses good fertilizing properties: ash content is 27,3%, the ratio of C: N = 5,5, the content of total nitrogen, phosphorus, potassium at the level of 6,61; 3,97 and 2,70%, respectively, medium reaction is subacidic (6,15), there is no fungal pathogenic microflora. Fertilizing «Biorost» intensifies soil microbiocenosis, total bacteria quantity on MPA (meat-peptonny agar) increased by 4,8 times, the microorganisms consuming mineral nitrogen on SAA (starch-ammoniac agar) – 1,9 times, the bacteria mobilizing phosphorus and fungi — in 1,5 and 1,6 times, respectively, compared with not fertilized variants. Spring wheat yield was increased by 9–26% due to application of fertilizers. The optimum norm 1,5 t/hectare of the «Biorost» fertilizer was economically expedient, the grain yield was 3,32 t/hectare, that was more on 0,61 t/hectare in comparing with not fertilized variant.

Keywords: organic waste, poultry manure, soil, microbiocenosis, yield, wheat, efficiency, environmental safety

При функционировании современных птицеводческих фабрик промышленного типа возникла серьезная проблема утилизации отходов, среди которых первое место по объемам образования занимает птичий помет. Длительное хранение помета на открытых площадках наносит невосполнимый ущерб биосфере: атмосфера загрязняется газами, возникающими в результате микробиологических процессов, гидросфера — растворенными в дождевой воде компонентами помета [2, 10].

Многочисленными научными исследованиями и практикой ведения сельского

хозяйства доказано, что птичий помет является ценным органическим удобрением, способствующим повышению продуктивности культур и улучшению свойств почвы, целесообразность его утилизации в агроэкосистеме не вызывает сомнений [7, 8, 9]. Однако перевозка помета на дальние расстояния является весьма затратным и в большинстве случаев нерентабельным способом утилизации. Поэтому поиск путей переработки органических отходов привел к разработке новых технологий, одна из которых — анаэробное сбраживание птичьего помета в биореакторах. В результате получают биогаз, твердые и жидкие отходы переработки (последние в перспективе могли бы быть использованы в земледелии региона как высококонцентрированные органические удобрения). Исследования в этом направлении отвечают государственной стратегии развития нашей страны, так как одним из мероприятий, запланированных в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., является реализация перспективных инновационных проектов по созданию альтернативных источников энергии и утилизации отходов сельскохозяйственного производства [5]. В этой связи цель исследований — установить агрохимический состав, сделать микробиологический анализ фракции переработки (далее органическое удобрение «Биорост-1»), полученной в результате анаэробного сбраживания птичьего помета в термофильных условиях, и дать заключение о целесообразности применения его под сельскохозяйственные культуры в земледелии региона.

### **Методика исследований**

Исследования проводились в Сибирском научно-исследовательском институте в лаборатории агрохимии. В соответствии с целью исследований были проанализированы образцы органического удобрения «Биорост-1» с использованием агрохимического, микробиологического и полевого методов исследований.

Содержание золы сухой определяли сухой минерализацией, рН-потенциометрически, определение валовых форм азота, фосфора и калия в образцах проводили после мокрого озоления по методу Гинзбург. Содержание валового азота определяли по методу Къельдаля—Иодельбауэра, валовой фосфор — калориметрически, с окрашиванием по Дениже, валовой калий — на пламенном фотомерте. Содержание почвенной влаги учитывали в пробах термостатно-весовым методом [1]. Учет микроорганизмов проводили на твердых питательных средах: бактерий-сапрофитов — на мясопептонном агаре, микроорганизмов, потребляющих азот в минеральной форме, — на крахмалоаммиачном агаре, почвенных грибов — на среде Чапека со стрептомицином [3].

Изучение влияния органического удобрения «Биорост-1» на урожайность яровой мягкой пшеницы проводили в полевом стационарном опыте (1986 года закладки) в южной

лесостепной зоне Западной Сибири.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесплодный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 6,4–6,6% (по Тюрину), подвижного фосфора и обменного калия 111–128 мг/кг и 250–320 мг/кг почвы (по Чирикову) соответственно.

В схему опыта включены следующие варианты: 1) контроль (без удобрений); в вариантах 2–6 внесение удобрения «Биорост» в дозах: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 т/га соответственно. Повторность четырехкратная. Площадь элементарной делянки 30 м<sup>2</sup> (2x15), учетная площадь 30 м<sup>2</sup>. Высеваемая в опыте культура – яровая мягкая пшеница сорта «Памяти Азиева». Предшественник – пшеница по пару. Агротехнология общепринятая для зоны. Учет урожайности проводили прямым комбайнированием «Сампо-130» в третьей декаде августа. Урожайность приведена к стандартной влажности и чистоте.

Результаты исследований обработаны математическим методом дисперсионного анализа [6].

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

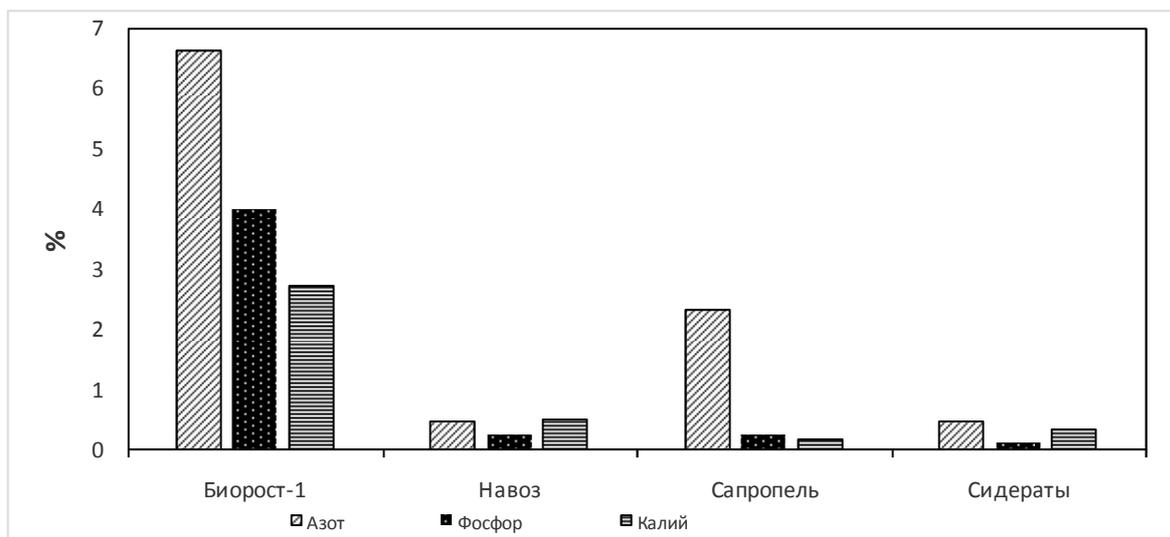
Химический анализ твердой органической фракции переработки помета показал, что она достаточно хорошо обогащена минеральными веществами, зольность составила 27,3%, рН слабнокислый (6,15) (табл. 1).

Таблица 1

#### **Химический состав органического удобрения «Биорост -1»**

Влажность, %	Содержание в абсолютно сухом веществе, %					C:N
	рН	зола	валового			
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
10,5	6,15	27,3	6,61	3,97	2,70	5,5

Содержание валового азота на уровне 6,61%, фосфора — 3,97 и калия — 2,70%. Содержание важных биогенных элементов в испытуемых образцах высокое. На рисунке представлен сравнительный анализ содержания NPK в удобрении «Биорост» с навозом КРС, сапропелем и викоовсяным сидератом [4]. Наиболее важным показателем химического состава является отношение C:N, что может быть использовано при оценке потенциальной эффективности удобрения. Существует мнение, что чем уже отношение C:N, тем энергичнее в почве идут микробиологические процессы, способствующие минерализации органических веществ [4]. В наших исследованиях C:N=5,5, что свидетельствовало, что удобрение легко минерализуется, обеспечивая тем самым растения основными биогенными элементами.



### *Сравнительная характеристика органических удобрений по содержанию валовых NPK*

В результате проведенных микробиологических анализов на питательных средах было выявлено отсутствие в удобрении «Биорост» грибной патогенной микрофлоры после семидневной инкубации. Наблюдения за микрофлорой после внесения удобрения «Биорост» показали существенное превышение численности групп микроорганизмов в удобренных вариантах. Общая численность бактерий на МПА возросла в 4,8 раза, микроорганизмов, потребляющих минеральный азот на КАА, – в 1,9 раза, фосформобилизаторов и грибов – в 1,5–1,6 раза соответственно. Численность почвенных микроскопических грибов, осуществляющих разложение клетчатки, в 2 раза выше, чем в черноземе, где они составляют 10–100 тыс/г почвы. Причем следует учесть, что преимущественное развитие сапрофитной микрофлоры обычно сопровождается повышением фунгистатичности почв, т.е. ингибированием прорастания грибов, обладающих фитопатогенными свойствами.

Урожайность яровой пшеницы, возделываемой второй культурой после пара, в неудобренном варианте составила 2,71 т/га зерна (табл. 2). Применение органического удобрения «Биорост» способствовало росту урожайности яровой пшеницы на 0,25–0,71 т/га зерна в сравнении с вариантом без удобрений. Внесение органического удобрения в дозе 0,5 т/га в пересчете на основные элементы питания  $N_{33}P_{20}K_{13}$  позволило получить дополнительно 0,25 т/га зерна пшеницы. На 13% (0,35 т/га зерна) увеличилась урожайность пшеницы при использовании удобрения в дозе 1 т/га. Увеличение дозы «Биороста» до 1,5 т/га обеспечило повышение урожайности зерна пшеницы на 0,61 т/га. Из результатов исследований следует, что применение удобрения свыше 1,5 т/га не обеспечивало дальнейшего достоверного роста урожайности (0,60–0,71 т/га).

**Влияние органического удобрений «Биорост» на урожайность яровой пшеницы,  
т/га зерна**

Вариант	Урожайность	Прибавка к контролю	
		т/га	%
1. Контроль (без удобрений)	2,71	-	-
2. 0,5 т/га удобрения «Биорост»	2,96	0,25	9
3. 1,0 т/га удобрения «Биорост»	3,06	0,35	13
4. 1,5 т/га удобрения «Биорост»	3,32	0,61	22
5. 2,0 т/га удобрения «Биорост»	3,31	0,60	22
6. 2,5 т/га удобрения «Биорост»	3,42	0,71	26
НСР <sub>05</sub>		0,34	

### **Заключение**

Исследованиями установлено, что утилизация органических отходов птицеводческих комплексов способом анаэробного сбраживания птичьего помета в термофильных условиях в биореакторах решает важные агроэкологические задачи: безопасность окружающей среды и сохранение почвенного плодородия. Агрохимический и микробиологический анализ твердой фракции переработки птичьего помета (удобрения «Биорост») показал, что зольность составила 27,3%, соотношение С:N=5,5, содержание валовых азота, фосфора, калия было на уровне 6,61; 3,97 и 2,70 соответственно, реакция среды слабокислая (6,15), отсутствовала грибная патогенная микрофлора. При внесении удобрения «Биорост» возрастала активность почвенной биоты, общая численность бактерий на МПА увеличилась в 4,8 раза, микроорганизмов, потребляющих минеральный азот на КАА, – в 1,9 раза, фосформобилизаторов и грибов – в 1,5–1,6 раза соответственно в сравнении с неудобренным фоном. Эта характеристика свидетельствует о хороших удобрительных свойствах твердой фракции переработки помета, которая может широко применяться как удобрение в земледелии региона. Урожайность яровой пшеницы за счет внесения удобрения увеличилась на 9–26%. Экономически целесообразно внесение 1,5 т/га удобрения «Биорост»: урожайность составила 3,32 т/га зерна, что на 0,61 т/га зерна выше, чем в варианте без удобрения.

### **Список литературы**

1. Агрохимические методы исследования почв / АН СССР [и др.]. – Изд. 5-е, доп. и перераб. — М.: Наука, 1975, — 494 с.
2. Агроэкология: учебник / В.А. Черников [и др.] // Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. — М.: Колос, 2000. — 536 с.
3. Аристовская Т.В. Большой практикум по микробиологии / Т.В.Аристовская. — М.: Высшая школа, 1962. — 490 с.

4. Воронкова Н.А. Биологические ресурсы и их значение в сохранении почвенного плодородия и повышении продуктивности агроценозов Западной Сибири: монография / Н.А.Воронкова; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 188 с.
5. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы: Утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б.А.Доспехов. — М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Кочергин А.Е. Органические удобрения — резерв урожайности / А.Е. Кочергин, П.П. Гавар // Опыт повышения эффективности химизации земледелия Омской области: сб. ст./ ОмСХИ. — Омск, 1977. — С. 3–11.
8. Мёрзлая Г.Е. Географические особенности применения органических удобрений / Г.Е. Мёрзлая //Актуальные проблемы агрохимической науки (к 75-летию ВНИИА) / Под ред. В.Г. Сычёва; РАСХН, ВНИИА. – М., 2007. — С. 158–169.
9. Пунда Н.А. Эффективность птичьего помета на черноземных почвах южной лесостепи Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1989. — 16 с.
10. Титова В.И. Проблемы современного сельского хозяйства на стыке агрохимии и агроэкологии / В.И.Титова // Состояние и перспективы агрохимических исследований в географической сети опытов с удобрениями: материалы науч.-метод. конф. ГСО с удобрениями 10–11 июня 2010 г./РАСХН – М., 2010. – С. 41–46.

**Рецензенты:**

Бойко В.С., д.с.-х.н., заведующий отделом земледелия ФГБНУ «СибНИИСХ», г. Омск;

Юшкевич Л.В., д.с.-х.н., заведующий лабораторией черноземной лесостепи ФГБНУ «СибНИИСХ», г. Омск.