

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ****ENVIRONMENTAL PROTECTION**

УДК 631

**Производство органо-минерального удобрения путем биоконверсии отходов птицеводства***Воробьева А.А.*

**Аннотация.** Актуальной проблемой птицеводческой отрасли сельского хозяйства в Российской Федерации является защита окружающей природной среды от загрязнения отходами птицеводства. С позиций экономической составляющей технологического процесса промышленного выращивания птицы, длительное депонирование отходов может выступать в роли лимитирующего фактора в вопросе масштабирования и расширения производства. Одним из таких эффективных практических приемов, направленных на решение этой проблемы может быть компостирование или биологическая конверсия, как правило, осуществляемая с участием комплекса микроорганизмов. Цель исследования - разработка технологии биоконверсии органических отходов птицеводства в органо-минеральные удобрения с помощью комплекса микроорганизмов. С этой целью планируется создание устойчивого комплекса микроорганизмов, способного к осуществлению ступенчатой деградации использованной пометно-подстилочной массы как основного отхода сферы промышленного птицеводства. Технология предполагает выделение и поддержание культур бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Proteus*, *Lactobacter* (комплекс 1), мицелиальных культур термофильных грибов рода *Thelavia* и *Muceliophthora* с выраженной лигноцеллюлазной активностью (комплекс 2), а также культур актиномицетов родов *Nocardia* и *Cellulomonas* (комплекс 3). Предлагаемая технология будет востребована на предприятиях, образующих значительные массы органических отходов, в частности, на птицеводческих предприятиях. Отличительной особенностью технологии будет ее воспроизводимость и относительно низкая себестоимость при высоком эффекте от реализации продукта.[1] Полученные удобрения могут использоваться в пределах производственного холдинга, образующего исходное сырье - органические отходы, поскольку подавляющее большинство таких предприятий имеет сектор растениеводства для самообеспечения кормами (замкнутый цикл).

**Ключевые слова:** биоконверсия, переработка, микроорганизмы, замкнутый цикл, органические отходы.

**Для цитирования:** Воробьева А.А. Производство органо-минерального удобрения путем биоконверсии отходов птицеводства // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 2. С. 39–42.

**Production of organo-mineral fertilizers by bioconversion of poultry waste***Vorobyova A.A.*

**Abstract.** An urgent problem of the poultry industry of agriculture in the Russian Federation is the protection of the natural environment from pollution by poultry waste. From the point of view of the economic component of the technological process of industrial poultry farming, long-term waste deposition can act as a limiting factor in the issue of scaling up and expanding production. One of such effective practical techniques aimed at solving this problem can be composting or biological conversion, usually carried out with the participation of a complex of microorganisms. The aim of the study is to develop a technology for the bioconversion of organic poultry waste into organo-mineral fertilizers using a complex of microorganisms. For this purpose, it is planned to create a stable complex of microorganisms capable of performing a step-by-step degradation of the used litter and litter mass as the main waste of the industrial

poultry industry. The technology involves the isolation and maintenance of cultures of bacteria of the genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Proteus*, *Lactobacter* (complex 1), mycelial cultures of thermophilic fungi of the genus *Thelavia* and *Myceliophthora* with pronounced lignocellulase activity (complex 2), as well as cultures of actinomycetes of the genera *Nocardia* and *Cellulomonas* (complex 3). The proposed technology will be in demand at enterprises that generate significant amounts of organic waste, in particular, at poultry enterprises. A distinctive feature of the technology will be its reproducibility and relatively low cost with a high effect from the sale of the product.[1] The resulting fertilizers can be used within the production holding that forms the feedstock-organic waste, since the vast majority of such enterprises have a crop production sector for self-sufficiency in feed (closed cycle).

**Keywords:** bioconversion, recycling, microorganisms, closed cycle, organic waste.

**For citation:** Vorobyova A.A. Production of organo-mineral fertilizers by bioconversion of poultry waste. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 2. pp. 40–42 (In Russ.).

## Введение

Пометные массы являются источниками биогенов, которые при попадании в почву и при смыве могут существенно изменять физико-химические параметры подземных и поверхностных вод, способствуя эвтрофикации водоемов. Попадание биогенов в почву также ведет к изменению состава компонентов биоценозов и характеристик их биотопов. Атмосферный воздух также может находиться под влиянием со стороны пометных отходов, точнее, их газофазных испарений. С позиций экономической составляющей технологического процесса промышленного выращивания птицы, длительное депонирование отходов может выступать в роли лимитирующего фактора в вопросе масштабирования и расширения производства[2].

Цель исследований - разработка технологии био конверсии органических отходов птицеводства в органо-минеральные удобрения с помощью комплекса микроорганизмов.

Первой задачей проекта является подбор культур микроорганизмов различных систематических и эколого-трофических групп, преимущественно мицелиальных грибов, способных к ферментативной деструкции органических соединений.

Второй задачей является выделение, подбор и закупка промышленных штаммов с высоким деструктивным потенциалом, выделение чистых культур из имеющихся в продаже микробных препаратов.

Третьей задачей является создание вариантов микробных композиций, способных осуществлять ступенчатое разложение органических отходов: на первом этапе - осуществлять аммонификацию, на втором - деструкцию целлюлозных и лигниновых компонентов до гуминовых производных, на третьем - микробное преобразование нерастворимых форм фосфора в подвижные формы.

Четвертая задача - оценка интегральной токсичности и испытание агро мелиоративных качеств полученного органо-минерального комплекса.

Пятая задача - создание технологического регламента производства органо-минерального удобрения и разработка практических рекомендаций по комплексному методу применения препарата[3].

Предлагаемая технология базируется на использовании уникальных микробных композиций, характеризующихся устойчивостью и обеспечивающих глубокую степень деструкции отходов. Подобные композиции и этапы реализации технологии являются новыми и не имеют прямых аналогов. Технология микробной конверсии отходов обеспечивает минимизацию потерь биогенных элементов (азот, фосфор, сера и другие) в процессе деструкции, что с одной стороны, снижает объемы их выбросов в атмосферу и определяет переход в доступные для растений подвижные формы в составе удобрения.

## Объекты и методы исследований

Технология представляет собой совокупность приемов, позволяющих из массы органических отходов, подлежащих утилизации, получить эффективное органо-минеральное удобрение, характеризующееся отсутствием интегральной токсичности. Для реализации технологии необходимы затраты энергоносителей, рабочей силы, а также материальные затраты в виде питательных сред для поддержания функционального комплекса микроорганизмов. Необходимый для био конверсии 1 тонны отходов объем микробного комплекса с необходимым титром микроорганизмов составляет в совокупности 3 литра (по 1 литру каждой микробной композиции, вносимой поэтапно), суммарная себестоимость производства которого находится на уровне 30,0 руб. Комплекс представляет собой жидкую культуру микроорганизмов, наращиваемую в нужном объеме в условиях микробиологической лаборатории в течение двух суток культивирования или в стационарном режиме. Жидкая культура разбавляется водопроводной водой и вносится в массу

отходов при постоянном перемешивании с использованием ковшевых погрузчиков[4].

На отечественном рынке существуют биопрепараты как отечественного, так и зарубежного производства для компостирования и деструкции пометно-подстилочной массы, образующейся при выращивании птицы (микробиологический препарат «Тамир» производитель «Эм-Кооперация»; препарат «Байкал», производитель «Эм-Кооперация»; биопрепарат Bionex Compost, производитель Bio-Green Planet США, дилер ООО «Зеленая планета»; биологический ускоритель компостирования БУК, производитель ООО «Подворье «Альбин»; природный биорегулятор «Bioхumín», производитель ООО НПП «ГеоСинтез»; «BioAktiv for Compost», производитель BioAktiv-Pulver Produktions Германия; биопрепарат «Санэкс+Экокомпост» средство для ускорения компостирования органических отходов, производитель ЗАО «КК»; биоактиватор для компоста «Roetech», производитель ROEBIC Laboratories, Inc. США; биоускоритель компоста «Компост 25», производитель Subio Чехия, дилер ООО «Биотех»; «BIOFORCE farming», производитель Bioforce США, дилер компания «Бионик»; ферментный препарат «Оксизин», производитель Оксизин, Украина; ускоритель созревания компоста «Компостин», производитель ООО НВП «БашИнком»; компост-деструктор органики «Эмбико», производитель ООО ТД «Геотек», Украина; сухая закваска «Термофильных молочнокислых бактерий» для компостирования, производитель ООО «Кинз». Стоимость препаратов варьирует от 200,0 до 3000,0 руб. за 1 кг, расход составляет в среднем 1 кг на 1 тонну отходов.

Использование данных препаратов очень затратно и обеспечивает компостирование отходов, но не решает проблемы, решаемой предлагаемой технологией, а именно - возможность наращивания микробной композиции в необходимом объеме; возможность реализации технологии получения комплекса непосредственно на производстве; низкая себестоимость микробного комплекса и ценность конечного продукта, содержащего подвижные формы биогенных элементов.

### Результаты и их обсуждение

Технология предполагала выделение и поддержание культур бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Proteus*, *Lactobacter* (комплекс 1), мицелиальных культур термофильных грибов рода *Thelavia* и *Myceliophthora* с выраженной лигноцеллюлазной активностью (комплекс 2), а также культур актиномицетов родов *Nocardia* и *Cellulomonas* (комплекс 3). Для обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов в условиях чистой культуры потребовался питательный субстрат, отвечающий трофическим потребностям культур микроорганизмов, условия термостатирования и аэрации. Чистые культуры

хранились в условиях периодических пассажей на скошенном агаре. Для глубинных культур готовился жидкие питательные среды. Для каждого их этапов деструкции органических отходов культивировалась отдельная микробная композиция на соответствующих средах: аммонификаторы выращивались на мясо-пептонном бульоне; целлюлозо- и лигнолитики - на среде Гетчинсона, культуры для третьего этапа разложения отходов - актиномицеты - на среде Ваксмана. Культивирование в глубинных условиях в форме погруженных культур предполагалось на круговой качалке с эксцентриситетом 2,5 см и скоростью вращения от 50 до 220 оборотов в минуту, в колбах Эрленмейера объемом 500,0 - 1000,0 мл, а также в стеклянных банках объемом 5000,0 мл. Согласно технологии препараты производились поэтапно, в объемах, необходимых на производстве и его получение синхронизируется с запланированным процессом конверсии определенного объема отходов. Хранение готовых продуктов допускается в течение 96 ч в условиях холодильника. При реализации технологии на первом этапе в нативную массу отходов при перемешивании отходов ковшевым погрузчиком вносилась культура аммонификаторов с молочнокислыми бактериями (комплекс 1) и процесс аммонификации осуществлялся в течение 2 недель; по истечении указанного времени к ферментированной комплексом 1 массе отходов при перемешивании добавлялся микробный комплекс 2 (целлюлозо- и лигнолитики), и, в течение следующих двух недель проходила вторая фаза ферментации; на третьем этапе в разрыхленную ферментированную массу отходов при перемешивании вносился комплекс 3 (актиномицеты) и в течение 2 недель происходил окончательный этап ферментации, итогом которого является получение органо-минерального удобрения - рыхлой массы влажностью 30%, цветом от светло-бурого до насыщенно коричневого, с характерным землистым запахом.

По итогам проведенных изысканий составлялся технологический регламент реализации технологии (технологическая карта).

### Выводы

Большинство известных технологий предполагают использование биопрепаратов, которые содержат одну функциональную группу микроорганизмов или только микробные ферменты. Наиболее близкой к предлагаемой технологии является технология переработки (компостирования) отходов с применением комплекса эффективных микроорганизмов (ЭМ). Отечественный препарат «Байкал ЭМ-1» применяется как концентрат, ускоряющий процесс ферментации органических веществ при приготовлении компоста. Основу препарата составляют молочнокислые виды бактерий. При этом молочнокислые бактерии, составляющие основу

главного аналога, не обеспечивают деструкции целлюлозы и лигнина, являющихся значительной составляющей материала птичьей подстилки.

В этой связи, микробные комплексы, получаемые в соответствии с разрабатываемой технологи-

ей, являются более эффективными для конверсии такой категории отходов. Предлагаемая технология характеризуется воспроизводимостью и обеспечивает наиболее полную деструкцию материала органических отходов птицеводства.

### Литература

- [1] Афанасьев, А.В. Анализ технологий переработки навоза и помета /А.В. Афанасьев // Вестник ВНИИМЖ. – 2012. – №4 (8). – С. 28-36.
- [2] Ковалев, Н.Г. Утилизация органического сырья биоконверсией в удобрения / Н.Г. Ковалев, В.Г. Полозова, И.Н. Барановский // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 1 (139). – С. 25-27.
- [3] Последовательная биоконверсия лигноцеллюлозных субстратов как способ реализации биотехнологического потенциала грибов /Д.Ю. Ильин, Г.В. Ильина, Л.В. Гарибова, А.Н. Лихачев // Микология и фитопатология. – 2017. – Т. 51. – № 2. – С. 90-98.
- [4] Приемы селекции организмов-продуцентов целлюлаз, перспективных в биоконверсии отходов сельскохозяйственного производства / Д.Ю. Ильин, Г.В. Ильина, С.А. Сашенкова, Галиуллин А.А. // Нива Поволжья. - 2019. – № 3 (52). – С. 97-105.

### References

- [1] Afanas'ev A.V. Analiz tekhnologij pererabotki navoza i pometax [Analysis of manure and manure processing technologies]. Vestnik VNIIMZH, 2012, No 4 (8), pp. 28-36.
- [2] Kovalev N.G., Polozova V.G., Baranovskij I.N. Utilizaciya organicheskogo syr'ya biokonversiej v udobreniya [Utilization of organic raw materials by bioconversion into fertilizers]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela, 2009, No 1 (139), pp. 25-27.
- [3] Il'in D.YU., Il'ina G.V., Garibova L.V., Lihachev A.N. Posledovatel'naya biokonversiya lignocellyuloznych substratov kak sposob realizacii biotekhnologicheskogo potenciala gribov [Sequential bioconversion of lignocellulose substrates as a way to realize the biotechnological potential of fungi]. Mikologiya i fitopatologiya, 2017, T. 51, No 2, pp. 90-98.
- [4] Il'in D.YU., Il'ina G.V., Sashenkova S.A., Galiullin A.A. Priemy selekcii organizmov-producentov cellyulaz, perspektivnyh v biokonversii othodov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva [Methods of selection of cellulase-producing organisms that are promising in the bioconversion of agricultural waste]. Niva Povolzh'ya, 2019, No 3 (52), pp. 97-105.

### Сведения об авторах

### Information about the authors

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Воробьева Анна Андреевна</b><br/>аспирант<br/>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»<br/>440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30<br/><b>Тел.:</b><br/><b>E-mail:</b> vorobieva.a.a@pgau.ru</p> | <p><b>Vorobyova Anna Andreevna</b><br/>postgraduate student<br/>Penza State Agrarian University<br/><b>Phone:</b><br/><b>E-mail:</b> vorobieva.a.a@pgau.ru</p> |
|---|--|