

7. Зиганшин, М. Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки: учебное пособие / М. Г. Зиганшин, А. А. Колесник, А. М. Зиганшин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : ЛАНЬ, 2014. - 544 с.
8. Замалиева А.Т., Беляева Г.И. Повышение энергоэффективности циклонных устройств для очистки выбросов в промышленности посредством натуральных и численных исследований. / Газовая промышленность №6 - М: 2017. – с.106-117.
9. Зиганшин, М.Г. Системы очистки выбросов ТЭС. Часть 2. Оценка эффективности, верификация критериев оценки: Монография.-Казань: КГЭУ, 2013.-212с.
10. Зиганшин, М.Г. Разработка системы комплексных критериальных оценок эффективности и способов усовершенствования пылегазоочистных агрегатов ТЭС: Автореф... дис. на соиск. учен. степ. док. тех. наук.: 05.14.14.- Казань.: Казанский государственный энергетический университет, 2014.- 32 с.
11. Скрыбина, Л.Я. Атлас промышленных пылей. Часть I. -М.: ВДНТИ- Химнефтемаш, 1980. - 46с.
12. Программа для ЭВМ «Расчетный комплекс для аппаратов улавливания пыли и зола ССАДСД». Зиганшин М.Г., Зиганшин А.М. Дата гос регистрации 21.03.2014, № гос. регистрации RU 2014613288, правообладатель Зиганшин М.Г., опубли. 20.04.2014. Заявка № 2014610724, дата поступления 04.02.2014

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА В КОРМОВУЮ ДОБАВКУ

*А.И. Пискаева, М.И. Зимица, к.т.н., О.О. Бабич, д.т.н., доцент  
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)  
650056, г. Кемерово, бр. Строителей 47, тел 9236063373  
E-mail: A\_piskaeva@mail.ru*

**Аннотация:** В статье рассматриваются проблемы утилизации перо-пухового сырья птицефабрик в высокобелковые корма и кормовые продукты для сельскохозяйственных животных и птиц. Представлена актуальность и приоритет разработки данного направления в развитии нашей страны. Показана рациональность применения перо-пуховых отходов в качестве источника белковых веществ в рационах сельскохозяйственных животных и птиц. Рассмотрена модель структуры главного белка пера – кератина. Предложена технологическая схема производства биопрепарата на основе культур промышленных непатогенных микроорганизмов: *Bacillus pumilus* SAFR-032, *Microbacterium terregens* AC1180, *Bacillus fastidiosus* B11090, *Arthrobacter globiformis* AC1529, *Streptomyces olivocinereus* AC1169, *Acinetobacter* sp. B3905 для утилизации кератинсодержащих отходов, а также технологические этапы производства кормовой добавки из перо-пуховых отходов с применением разрабатываемого биопрепарата.

**Abstract:** In the annotation the problems of perception of disposing feather-down raw poultry farms in high-protein forage and fodder products for agricultural animals and birds are considered in the article. The urgency and priority of developing this direction in the development of our country is presented. It shows a rational application of down-feather waste as a source of proteins in the diet of farm animals and birds. A model of the structure of the main protein of the pen - keratin is considered. Bioproduct proposed technological production scheme based on industrial crops nonpathogenic microorganisms: *Bacillus pumilus* SAFR-032, *Microbacterium terregens* AC1180, *Bacillus fastidiosus* B11090, *Arthrobacter globiformis* AC1529, *Streptomyces olivocinereus* AC1169, *Acinetobacter* sp. B3905 keratin-waste for recycling, as well as the technological stages of production of the feed additive of the pen-feather waste developed using a biological product.

Объем производства продуктов птицеводства в мире неуклонно растёт. Вместе с ним постоянно растёт и количество побочных продуктов переработки птицы, в виде так называемых технических отходов [1, 2, 3].

Для птицеводческих хозяйств, имеющих собственные убойные цеха, характерен широкий список образующихся отходов: послеубойные отходы, включающие перо, а также падёж [4]. Одной из важнейших проблем обеспечения экологической безопасности современных производств является утилизация образующихся органических отходов, которые накапливаясь, способны становиться источниками опасности для здоровья населения. Подобные отходы требуют качественной утилизации в полезный конечный продукт, что представляет собой актуальную и сложную задачу в связи с высо-

ким уровнем контаминации птицеводческих отходов патогенной микрофлорой и широким спектром входящих в их состав сложных органических соединений [5].

В России актуальность и цели и разработки данного направления изложены в основах политики государства в области охраны окружающей среды и безопасного экологического развития нашей страны в период до 2030 г. Данные пункты, утверждены Президентом Российской Федерации 30 апреля 2012 г и изложены в документе, определяющем стратегические приоритеты возможного развития России и совокупность мероприятий, которые направлены на максимальную, минимизацию и ликвидацию отрицательного воздействия промышленности на окружающую среду [6, 7].

Вклад птицеводства в производство мяса в России в 2015 г. составил 4113 тыс. т. Относительно общего объема производства мяса во всем мире выработка мяса птицы составляет 54 % по отношению к показателям 1990 г. – 19 %. С ростом выпуска мяса птицы значительно возрастают объемы отходов потрошения птицы. В 2015 г. объем отходов птицепереработки составил 1,4 млн. т [8, 9].

Наиболее сложными с точки зрения полезной утилизации являются перо-пуховые отходы птицеводческих хозяйств [10]. Общее количество перо-пуховых отходов (перья, пух, подкрылок) при переработке птицы составляет до 8 % от живой массы птицы. Отходы жизнедеятельности составляют большую часть отходов птицеводческого сектора – до 65,8 % [8].

Перо-пуховые отходы представляют собой тонкодисперсную крошку бледно-серого цвета со средним размером частиц в диапазоне от нескольких микрометров до нескольких миллиметров [1].

Перо-пуховые отходы в виде побочного продукта в больших количествах образуются при коммерческой переработке птицы и, в химическом отношении, представляют собой нативный кератин. Высокая механическая стабильность, жесткость и большое число дисульфидных связей кератина делает его устойчивым к действию пепсина, трипсина и папаина.

Особенностями белка кератина являются значительная молекулярная масса, сложная структура и наличие достаточно высокие концентрации серосодержащих аминокислот. Данные аминокислоты формируют большое количество дисульфидных связей между пептидными цепочками белка, делая его эластичным, но при этом максимально непроницаемым для ферментов пищеварительного тракта. Дисульфидные связи плохо поддаются расщеплению ферментами пищеварительного тракта птицы. В результате белок пера и чешуек переваривается в организме всего на 15-22% [1, 4].

Кератины (от греч. *keras*, род. падеж *keratos* – рог) – это структурные белки нитевидной формы, состоящие из параллельных цепей полипептидов, расположенных в виде  $\alpha$ -спирали или  $\beta$ -структуры [7].  $\alpha$ -кератины – белки, из которых синтезируются внешние покровы позвоночных для их защиты. Кератин считается классическим представителем класса волокнистых белков. Кератином богаты волос, шерсть, а также копыта, рога, когти, перья, и др. Модель структуры кератина представлена на рисунке 1.

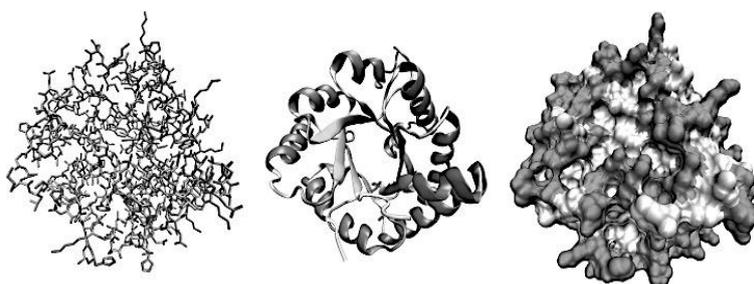


Рис. 1. Трехмерная модель структуры кератина

Химический состав кератинсодержащего сырья представлен в таблице 1.

Таблица 1

Малоценное кератинсодержащее сырье	Химический состав перо-пухового сырья			
	Массовая доля, %			
	Протеина	Минеральных солей	Жиры	Влаги
Перо кур, индюшат	76,4	1,5	3,3	18,8
Подкрылки кур	79,2-81,9	2,9	1,7	13,2-16,2
Перо бройлеров	82,5	2,2	1,8	13,5

Известно, что аминокислотный состав кератинов отличается и зависит от вида сырья (2) [10].

Таблица 2

Количественный состав аминокислот различного вида перо-пухового сырья

Аминокислоты	Человеческий волос	Волос лошади	Овечья шерсть	Куриное перо
Аланин	6,88	1,5	4,4	5,21
Валин	-	0,9	2,8	6,02
Лейцин	12,12	7,1	11,5	10,83
Аспарагиновая кислота	-	0,3	2,3	7,04
Глутаминовая кислота	8	3,7	12,9	14,03
Пролин	-	3,4	4,4	-
Фенилаланин	0,62	-	-	4,74
Тирозин	3,3	3,2	2,9	5,06
Серин	-	0,6	0,9	5,28
Цистин	11,55	-	7,3	5,28

Анализ кератина на аминокислотный состав показал, что белок содержит в составе все незаменимые аминокислоты [5]. Аминокислотный состав кератина представлен 19 аминокислотами. Среди них нет оксипролина и оксилизина, которые являются основными аминокислотами коллагена, а вместо них присутствуют серосодержащие аминокислоты цистин и цистеин [8].

Теоретические и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с поставленными задачами на кафедре «Бионанотехнология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет).

Исследования, направленные на изучение и установление оптимального состава питательной среды для культивирования консорциума микроорганизмов-деструкторов и влияния параметров культивирования на прирост биомассы позволили установить оптимальные параметры технологического процесса получения биопрепарата для утилизации отходов птицеводства в кормовую добавку [6].

На основании анализа данных и собственных проведённых исследований разработана технологическая схема получения биопрепарата в условиях испытательной лаборатории научно-образовательного центра и научно-исследовательского института биотехнологии ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)».

Последовательность этапов производства биопрепарата для утилизации отходов птицеводства в биогумус состоит из взаимосвязанных стадий: приемка и оценка качества сырья, подготовка инокулянта и питательной среды, засев питательной среды ( $37 \pm 2^\circ\text{C}$ ) инокулянтом, культивирование (17-20 ч,  $t = 37 \pm 2^\circ\text{C}$ , pH 7,0-8,0, 90 об/мин, аэрация 1,25 дм<sup>3</sup>/мин), разделение культуральной жидкости и биомассы обеспечивается центрифугированием при 3000 об/мин; перенос биомассы на минимальную питательную среду (без ростовых факторов), содержащую, г/дм<sup>3</sup>: NH<sub>4</sub>Cl – 1, CaCl<sub>2</sub> – 0,6 KН<sub>2</sub>НРО<sub>2</sub> – 0,6 Na<sub>2</sub>НРО<sub>4</sub>×3Н<sub>2</sub>О – 0,12, глюкоза – 1; стандартизация по действующим веществам, розлив в ПЭТ бутылки объёмом 1 литр. Хранение: 1 год при температуре + 30 °С; 3 года при температуре +20°С.

Технология для утилизации отходов птицеводства в биогумус включает в себя следующие стадии: измельчение пухо-перьевых отходов на рубильных роторных машинах конструкции СКБ АСУ мясомолпрома. Одновременно проводят активацию биопрепарта в оптимальной питательной среде. Распыление биопрепарата обеспечивается на системе с форсунками и конвейером. Обработанные отходы транспортируются на площадки хранения и складировются в бурты высотой 1,5–2,0 м, послойно (высота слоя 15 см).

Процесс ферментации длится 14 суток.

Гранулирование биогумуса проводят методом окатывания на тарельчатом грануляторе. Гранулирование проводится в двухстадийном режиме: первая стадия – увлажнение биогумуса с использованием связующей жидкости. Стадия проводится до влажности 45-75% от оптимальной влажности исходного сырья. Начальную стадию необходимо совмещать с одновременным гранулированием с

целью образования центров гранулирования, впоследствии их переносят на площадь тарели, которая составляет 55-85 % от всей поверхности.

Завершающая стадия – процесс гранулирования, осуществляемый со скоростью, выше критической скорости вращения тарели.

После готовый продукт проходит контроль безопасности и фасуется в полиэтиленовые мешки для хранения.

Приемка биогумуса проводится по ГОСТ Р 50335 и ГОСТ 23954. Биогумус принимают партиями. За партию принимают любое количество биогумуса, однородного по показателям качества, хранимого в одном накопителе (площадке хранения) и сопровождаемого единым документом о качестве.

Контроль безопасности (санитарно-микробиологические и ветеринарно-санитарные исследования, проверка физических, механических, агрохимических свойств удобрений) проводят согласно ГОСТ Р 53117-2008.

Транспортировку и хранение полученного биогумуса производят согласно требованиям, представленным в СанПиН 1.2.1077-01.

Хранят биогумус на площадках, в накопителях, защищенных от проникновения подпочвенных, ливневых и поверхностных стоков, площадки хранения биогумуса должны быть оборудованы жижеборниками.

Литература.

1. Кичигин, Н. В. Новые подходы к построению системы государственного регулирования в области обращения с отходами / Н. В. Кичигин // Законодательство и экономика. – 2013. – № 2. – С. 60–64.
2. Козак, С.С. Современные ветеринарно-санитарные требования при переработке птицы и яиц / С.С. Козак, Ю.А. Подзорова // Материалы V Ветеринарного конгресса по птицеводству. – Москва. – 2015. – С 45–48.
3. Матросова, Л. Е. Переработка биопрепаратом отходов птицеводства и рациональное их использование / Л. Е. Матросова, М. Я. Тремасов, А. А. Иванов // Птица и птицепродукты. – 2013. – № 1. – С. 67–68.
4. Панин, А. Н. Проблема обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации и безопасности продовольствия / Панин А. Н., Мельников В. А. // Ветеринария. – 2011. – № 1. – С. 12–15.
5. Панин, А. Н. Пробиотики в животноводстве-состояние и перспективы / А. Н. Панин, Н. И. Малик // Ветеринария. – 2012. – №3. С. 3–8.
6. Пискаева А. И. Анализ смесей пухо-перьевого сырья и помета для получения органических удобрений / А. И. Пискаева, В. Ф. Долганюк, С. Ю. Носкова // Материалы X Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы современной науки». – 2016. – С. 61-64.
7. Эрнст, Л. К. Переработка отходов животноводства и птицеводства / Л. К. Эрнст, Ф. К. Злочевский, Г. С. Ерастов // Животноводство России. – 2004. – № 5. – С. 23–24.
8. Bryant, M. P. Microbial methane production theoretical aspects. Journal of Animal Science. – 2012. – Vol. 1 (48). – P. 193.
9. Tiago, I. Metabolic and genetic diversity of mesophilic and thermophilic bacteria isolated from composted municipal sludge on poly-ε-caprolactones / I. Tiago, I. Teixeira, S. Silva, P. Chung, A. Verissimo, C. Manaia // Curr Microbiol. – 2004. – Vol. 49. – P. 407–414.
10. Tiwary, E. Medium optimization for a novel 58 kDa dimeric keratinase from Bacillus licheniformis ER-15; biochemical characterization and application in feather degradation and dehairing of hides / E. Tiwary, R. Gupta // Bioresour Technol. – 2010. – Vol. 1. – P. 6103–6110.

#### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ БЕЗОТХОДНОЙ И МАЛООТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ**

*Е.А. Короткова студент группы 10В41, Е.В. Бабакова ассистент кафедры МЧМ  
Юргинский технологический институт  
652055, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: lenusik\_lapusik.06@mail.ru*

**Аннотация:** В данной статье поверхностно рассмотрены основные направления безотходной и малоотходной технологии в металлургическом производстве. А также предоставлена информация о проблемах удаления и переработки отходов в Российской Федерации.