

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА И ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОПРОТЕИНЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК: ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

И. И. МУРЖА, Ю. П. ПОЛУПАН, В. Г. КЕБКО, Л. А. ДЕДОВА

*Институт разведения и генетики животных имени М. В. Зубца НААН,  
с. Чубинское, Украина, 08321*

*(Поступила в редакцию 02.02.2019)*

*В статье освещены различные технологии переработки отходов птицеводства в первую очередь перьевого сырья на кормовые цели, в частности гидротермический метод, метод экструзии, термохимический метод и метод при высокой температуре и высоком давлении. Гидротермический метод переработки мясо-костных отходов в вакуум-горизонтальных котлах имеет удовлетворительные результаты, но малоэффективен при переработке перьевого сырья. Более эффективные методы переработки перьевого сырья при использовании процессов экструзии и термохимической обработки, но из-за сложности технологических процессов, большой затратности и неудовлетворительных санитарно-экологических условий эти технологии не находят широкого применения на производстве. Заслуживает более глубокого изучения европейский опыт безотходного производства и переработки отходов птицеводства, в частности перьевого сырья, методом их обработки при высоких температурах, высоком давлении и непрерывном технологическом процессе, а также возможности применения этих технологий в отечественном крупнотоварном производстве на птицефабриках промышленного типа.*

**Ключевые слова:** технологии, отходы птицеводства, перьевого сырья, высокопротеиновые кормовые добавки, экология окружающей среды.

*The article highlights various technologies of poultry waste in the first place for raw fodder purposes, including hydrothermal method, extrusion method and thermochemical method for high temperature and high pressure. Hydrothermal method meat and bone waste in the horizontal vacuum boilers have satisfactory results, but ineffective in the processing of raw feathers. More efficient methods of processing raw feather material using extrusion process and thermochemical processing, but -on complexity of technological processes, large cost and poor sanitary and environmental conditions, these technologies do not find wide application in production. Deserves a better understanding of European experience in cleaner production and recycling of poultry including feather raw materials by processing at high temperatures and high pressure continuous process. And the possibility of using these technologies in large-scale domestic production of industrial poultry farms in type.*

**Key words:** technologies, poultry wastes, feather raw materials, high-protein feed additives, environmental ecology.

**Введение.** Корма животного и рыбного происхождения – наиболее ценные по питательности. Характерной особенностью этих кормов является высокий уровень белка и его биологическая полноценность по аминокислотному составу, а также наличие в них витаминов и минеральных веществ.

В связи с сокращением поголовья сельскохозяйственных животных производство кормов животного происхождения в нашей стране в последние годы резко снизилось, а стоимость импортируемых очень высокая. В то же время в Украине интенсивное развитие приобрела отрасль птицеводства, в частности выращивание цыплят-бройлеров и их переработка на мясо на больших птицефабриках промышленного типа. При этом значительное количество непищевых отходов переработки продукции птицеводства (желудочно-кишечный тракт, костный каркас при углубленной переработке тушек, погибшая птица, кровь, перьевое сырье и др.), на кормовые цели на многих птицефабриках не используется. Чтобы избавиться от отходов переработки продукции птицеводства и животноводства, вместо того чтобы организовать из них производство высокопротеиновых кормовых добавок, разработаны технологии их уничтожения путем сжигания, что никак нельзя считать целесообразным решением этой проблемы [1]. Все это является причиной не только существенных потерь ценного высокобелкового сырья для производства кормов животного происхождения, но и приводит к загрязнению окружающей среды. Поэтому в условиях дефицита кормов животного происхождения использование непищевых отходов переработки продукции птицеводства имеет не только большое ресурсосберегающее значение, но и одновременно решает экологические проблемы по защите окружающей среды [2].

Ранее нами была разработана и внедрена в производство в НПП «Биокор-Агро» (с. Григорьевка Обуховского района Киевской области) экологическая ресурсосберегающая технология производства комбинированных энергопротеиновых кормовых добавок из непищевых отходов рыбо-, мясо- и птицеперерабатывающих предприятий для небольших частных и фермерских хозяйств с использованием дешевой малогабаритной техники, не имеющей аналогов в Украине, что дает возможность не только увеличивать производство полноценных белковых кормов, но и существенно повышать экологическую безопасность окружающей среды [3]. В частности, разработан рецепт и способ производства комбинированной высокопротеиновой рыбной кормовой добавки, в состав которой, кроме рыбных отходов, входит гидролизованное перьевое сырье в количестве 28 % от сухого вещества, что позволяет повысить в добавке содержание сырого протеина до 52,71 %. Характерной особенностью технологии производства этой добавки является сохранение в ее составе рыбьего жира до 21,73 %, который при других технологиях в большинстве случаев теряется. Это дает основание считать ее высокоэнергопротеиновой кормовой добавкой для балансирования питательности рационов различных сельскохозяйственных животных по энергии (жиру) и протеину [4].

**Цель работы** – изучить современные отечественные и зарубежные технологии переработки непищевых отходов продукции птицеводства

и производства высокопротеиновых кормовых добавок и рассмотреть возможность широкого внедрения эффективных из них в отечественном производстве в промышленных масштабах.

**Материал и методика исследований.** Исследования проведены на основе патентного поиска, обзора отечественной и зарубежной литературы, изучения передового опыта отечественных и зарубежных предприятий по переработке отходов продукции птицеводства, в первую очередь перьевого сырья, и производства высокопротеиновых кормовых добавок.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основными отходами переработки продукции птицеводства является желудочно-кишечный тракт и его содержимое, костный каркас при углубленной переработке тушек, головы, лапки и другие продукты с истекшим сроком реализации, кровь и, в первую очередь, перьевого сырья, а всего 20 % от массы птицы. Переработка мясо-костных отходов убоя птицы проводится в вакуум-горизонтальных котлах (так называемые котлы Лапса), которые, в основном, используются для утилизации отходов животного происхождения на санитарно-ветеринарных заводах, объединенных в ассоциацию «Укрветсанзавод».

Вакуум-горизонтальный котел для производства кормовой муки из животного сырья на ветсанутильзаводах представляет собой расположенный на стойках цилиндрический металлический корпус, имеющий загрузочную горловину и разгрузочные патрубки, а на внешней стороне цилиндрического корпуса – оболочку для обогрева корпуса с патрубками для подачи и отвода теплоносителя и смонтированный по длине корпуса вал с мешалкой, закрепленной на концах на подшипниках. Теплоносителем для температурной обработки сырья является горячий пар, подаваемый непосредственно из котельной в оболочку корпуса [5].

С целью усовершенствования вакуум-горизонтального котла для производства кормовой муки из отходов животного сырья и снижения его себестоимости разработано устройство для его обогрева с использованием электрической энергии. Для этого на внешней стороне для его обогрева расположен слой из огнеупорного материала с тремя электронагревателями, внешне покрытыми слоем изоляции [6].

Разработан также вариант вакуумного горизонтального котла для переработки мясо-костных отходов пищевых производств в кормовую белковую муку, который содержит внутреннюю цилиндрическую емкость для загрузки мясо-костных отходов с люками загрузки и выгрузки, расположенную в середине этой цилиндрической емкости двустороннюю мешалку с приводом, внешнюю цилиндрическую емкость, которая образует с внутренней цилиндрической емкостью полость для теплоносителя, штуцеры для заливки и слива элемента электронагрева теплоносителя и внешнюю теплоизоляционную оболочку, при этом

элементы электронагрева теплоносителя установлены с возможностью непосредственного контакта с ним, а внутренняя цилиндрическая емкость дополнительно снабжена устройством удаления водяных паров. Кроме того, привод двусторонней мешалки выполнен с обеспечением рабочей скорости вращения в пределах 2–3 оборотов за минуту. По этому принципу разработаны другие варианты установки, в которых в качестве теплоносителя используется смазка [7].

Кроме технологии переработки отходов птицеводства, в вакуум-горизонтальных котлах разработана также технологическая линия производства кормовой муки из мясо-костных отходов убоя птицы (голова, лапки, субпродукты и др.), при которой отходы измельчаются до размера 13x13 мм и поступают в бункер со шнековым дозатором, далее в варильщик, откуда разваренная масса поступает в пресс, после чего отжатая твердая фаза попадает в сушилку, откуда высушенный кормовой продукт, пройдя магнитные уловители, поступает в перемолочную установку, далее, в виде муки, трубами подается в пневмотранспортер, где мука отделяется от воздуха, после чего через шлюзовую затвор поступает на расфасовку в мешки. Отжатая жидкая фаза насосом подается в центрифугу для отделения шлама, который шнеком направляется в сушилку, а осветленный бульон после центрифугирования насосом подается в отсеки двухсекционной цистерны, где подогревается до 90 °С и самотеком поступает в сепаратор жира, откуда жир насосом откачивается в цистерну для хранения [8]. Эта технологическая линия рассчитана только на переработку мясо-костных отходов птицеводства в кормовую муку и не обеспечивает переработку на корм перьевого сырья.

Производство белковых кормов из перьевого сырья имеет определенную особенность. Перья и пух относятся к кератиновому сырью. По химическому составу кератиновое сырье является естественным концентратом белка, однако в натуральном состоянии перьевого кератинового сырья не растворяется в воде, не переваривается и не усваивается в организме животных из-за наличия в молекуле белка дисульфидных связей типа -S-S- между полипептидными цепями. Поэтому белки перьевого кератинового сырья, только после гидролиза, в результате разрыва дисульфидных связей, становятся водорастворимыми, хорошо перевариваются и усваиваются в организме животных.

Режим работы вакуум-горизонтальных котлов не обеспечивает полного гидролиза кератинового сырья. Поэтому мясо-костная мука, полученная из отходов птицеперерабатывающих предприятий в вакуум-горизонтальных котлах, имеет переваримость протеина на уровне всего 31–37 %, а мука только с перьевого сырья еще меньше. В связи с этим с целью повышения качества и переваримости кормовой муки из отходов птицеперерабатывающих предприятий в Украине еще с 1996 года изучали способ ее получения путем экстракции. Этот способ

дает возможность обеспечивать одновременно действие на кормовой продукт не только высокой температуры, но и давления. Переваривать протеину в кормовой муке, полученной из отходов птицефабрик путем экструзии, составляла 75–80 %, то есть увеличилась по сравнению с неэкструдированной в 2–2,5 раза [9].

В. Д. Бородай и Е. Х. Валеев приводят комплект оборудования для тепловой обработки сырья при производстве кормовой птичьей мяско-костной и перьевого муки, который включает применение центробежной тонкоизмельчаемой машины с обогревом типа РЗАВЖ-245, прогрева сырья и отделения из него жира, горизонтальную шнековую центрифугу ОГШ-321 (или НОГШ-325) для распределения тонкоизмельченного сырья на жидкую фазу (жир и вода) и полувлажный твердый остаток (полуфабрикат), который поступает на шнековый пресс-экструдер, где происходит гидролиз кератинового сырья при температуре 130–150 °С. Авторами разработаны различные способы производства кормовой птичьей мяско-костной и перьевого муки [10].

Известно устройство для изготовления кормовой белковой добавки из отходов животного происхождения, в том числе перьевого сырья, содержащее экструдер, который отличается тем, что зона загрузки выполнена необогреваемой с постепенным наращиванием давления и удалением из сырья влаги и воздуха и уплотнением объемной массы сырья на конечном участке необогреваемой зоны экструдера в 8–16 раз. Освобожденное от воздуха уплотненное сырье попадает в обогреваемую зону экструдера и под действием высоких температур и последующим наращиванием давления обеспечивается прохождение гидролиза белковых структур перьевого сырья на аминокислотный состав. В момент выхода из экструдера давление мгновенно падает до атмосферного, вода взрывообразно превращается в пар, разрушая остатки белковых связей, обеспечивая полный гидролиз перьевого сырья [11].

В Украине разработаны термохимические технологии гидролиза перьевого сырья и производства перьевого муки в вакуум-горизонтальных котлах Лапса различной модификации с использованием реагентов с различными химическими свойствами (аммиак, кальцинированная сода, питьевая сода, мочевины, едкий натрий). Наиболее эффективным из них оказался гидролиз перьевого сырья в вакуум-горизонтальных котлах или в стальном реакторе типа 0110–5,0–4–Са10 с использованием в качестве химического катализатора едкого натрия (NaOH). На первом этапе гидролиза получают КБП (концентрат белковый перьевого). Технологический процесс производства КБП заключается в следующем: перьевого сырья загружается в вакуум-горизонтальный котел или в стальной реактор (гидролизер). Разработанный авторами способ загрузки легкообъемного кератинового перьевого сырья в гидролизер позволяет проводить одновременную загрузку такого сырья в объемах в 2–3 раза больших по сравнению с другими

способами. Суть метода заключается в том, что в гидролизный аппарат сначала заливают воду и вносят катализатор (NaOH), раствор подогревают до температуры 65–95 °С, затем, при этой температуре и постоянном перемешивании последовательно загружают легкообъемное сырье, а по окончании загрузки температуру смеси поднимают до 120–130 °С [12]. Гидролиз перьевого сырья ведется в 4 % растворе NaOH при средней температуре 115 °С в течение 2 ч. По окончании гидролиза полученный КБП, который имеет рН 10,8 ед., нейтрализуется 35–40 % фосфорной кислотой до рН 7–7,6 ед., в том же гидролизере сразу после окончания процесса гидролиза белкового сырья без охлаждения полученного гидролизата [13]. Нейтрализованный белковый гидролизат с содержанием сухих веществ 25–35 % после фильтрования отправляется на сушку. Для фильтрации применяют двойной слой натуральной мешковины, в результате чего профильтрованный гидролизат не содержит никаких механических примесей и беспрепятственно высушивается на распылительной сушилке. Для обезвоживания белкового гидролизата с перо-пухового сырья в промышленных условиях пригодна любая сушилка, однако она должна быть высокоомощной (500–1000 кг испаряемой влаги в час), поскольку процесс получения гидролизата в реакторе объемом 4,6–5 м<sup>3</sup> при данной технологии составляет около 3 ч. Обезвоживание проводится на распылительной сушилке при температуре входящего воздуха 190 ± 5 °С, выходящего 85 ± 5 °С. При сушке гидролизата в вихревом слое подвижных металлических или инертных носителей температура 290 ± 10 °С и 120 °С соответственно. В готовом сухом кормовом продукте содержание сырого протеина составляет не менее 70 %, в том числе 35 % водорастворимых белков, 28 % пептидов и 7 % свободных аминокислот. Переваримость белков КБП (концентрат белковый перьевого) *in vitro* достигает 76 %, усвоение в организме животных – 70 %, КБП способен заменять в организме животных до 30 % белка рациона [14].

На международном уровне ценным есть опыт работы предприятия группы Saria по переработке побочных продуктов животноводства и птицеводства на высокоценный белковый корм. Весь технологический процесс проходит в закрытом цикле. Технология переработки сырья производится по следующей схеме. Грузовиками специального назначения с закрытыми контейнерами отходы переработки продукции животноводства и птицеводства доставляются на перерабатывающий завод. Машины с контейнерами перед въездом в пункт приема сырья и после разгрузки в бункер-накопитель взвешивают, а перед выездом из пункта приема сырья моют и дезинфицируют. Из бункера-накопителя сырье с помощью шнековых конвейеров подается в дробилку для измельчения. На всех этапах переработки проводится дозированное внесение антиоксидантов для стабилизации сырья и кормовой продукции. В дробилке сырье измельчают размером не более 50 мм. Отсюда из-

мельченное сырье по транспортной ленте проходит через магнит и металлодетектор и затем подается в измельчитель, где оно дополнительно измельчается до размеров 30 мм. Далее полуфабрикат поступает с помощью транспортных шнеков через накопитель в дисковую сушилку на предварительную сушку и стерилизацию. В дисковой сушилке происходит предварительная сушка сырья. Вода, находящаяся в сырье, испаряется. Поступления сырья до стерилизатора производится с помощью насоса по трубопроводу диаметром 250 мм. С помощью мешалки, которая расположена вдоль оси стерилизатора, происходит непрерывное перемешивание сырья. Стерилизация и досушивание сырья производится при температуре не менее 30 °С, давлении 3,5 бар в течение 20 минут в стерилизаторе. Контроль параметров температуры, давления и времени стерилизации проводится в автоматическом режиме.

Линия переработки пера включает пункт приема. После чего перьевое сырье по шнекам через питатель поступает в гидролизер непрерывного действия, где под воздействием высокой температуры из-за избыточного давления происходит гидролиз (расщепление) перьевого кератинового сырья до перевариваемых в организме животных форм (пептидов, аминокислот и других соединений) [15].

После гидролизера сырье подается в дисковую сушилку для окончательного удаления влаги. После сушки, пройдя через вибросито, материал поступает на мельницу помола, затем перьевая мука подается через шнеки на фасовку в мешки.

**Заключение.** Гидротермический метод переработки мясо-костных отходов в вакуум-горизонтальных котлах имеет удовлетворительные результаты, но малоэффективен при переработке перьевого сырья. Более эффективные методы переработки перьевого сырья при применении процессов экструзии и термохимической обработки, но в связи со сложностью технологических процессов, большой затратностью и недовольствительными санитарно-экологическими условиями производства эти технологии не находят широкого применения в производстве. Заслуживает более глубокого изучения европейский опыт безотходного производства и переработки отходов птицеводства, в частности перьевого сырья, методом их обработки при высоких температурах и высоком давлении, а также возможности применения этих технологий в отечественном крупнотоварном производстве на птицефабриках промышленного типа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на винахід № 22188 А Україна, МПК F 23 K 1/00 Пристрій для спаловання технічного жиру і твердих відходів м'ясо- і птахоперероблювальних підприємств / І. М. Капля, А. В. Возовик, А. М. Божко, заявник та патентовласник Кам'янець-Подільський м'ясо-консервний комбінат. – № 96114197 ; заявл. 12.11.96 ; опубл. 30.06.98. Бюл. № 3. – 3 с.

2. Підгорний, В. Утилізація тваринних відходів справа нагальна / В. Підгорний // Тваринництво України. – 2008. – № 12. – С. 2–6.

3. Пристрій і технологічна лінія з виробництва комбінованих високопротеїнових кормових добавок // Я. М. Гадзало, М. В. Гладій, Ю. Ф. Мельник, В. Г. Кебко [та ін.] / Розведення і генетика тварин : міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К. : Аграрна наука, 2015. – Вип. 50. – С. 6–16.

4. Деклараційний патент на корисну модель № 49790. Україна, МПК А 23 К 1/10. Добавка рибна високопротеїнова / В. Г. Кебко, М. Г. Порхун, Д. М. Микитюк, В. М. Сундіков [та ін.]. – № у 200912113 ; заявл. 25.01.09 ; опубл. 11.05.10. Бюл. № 9. – 6 с.

5. Деклараційний патент на винахід № 48571А. Україна, МПК А 23 К 1/10. Установа для одержання додаткових кормів з відходів виробництва м'ясо-кісткового борошна / І. М. Опциок, Л. В. Занічковська, заявник та патентовласник Львівська державна Академія ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького. № 2001106972 ; заявлено 12.10.01; опубл. 15.08.02. Бюл. № 8 – 6 с.

6. Деклараційний патент на винахід № 37111А. Україна, МПК А 23 К 1/10. Пристрій обігріву вакуум-горизонтального котла для виробництва кормового жирокісткового борошна / М. О. Івахнюк, С. П. Богатирьова, А. Н. Шац, В. М. Недашковський ; заявник та патентовласник М. О. Івахнюк. № 2000031623 ; заявл. 23.03.00 ; опубл. 15.01.04. Бюл. № 1. – 11 с.

7. Патент на корисну модель № 32503u. Україна, МПК А 23 К 1/00. Установа для переробки м'ясо-кісткових відходів харчових виробництв у кормове білкове борошно / М. Ю. Юр'єв, В. Г. Мельник, В. М. Рогов [та ін.] ; заявник та патентовласник Бердичівський машинобудівний завод «Прогрес». №200714954; заявл. 28.12.07; опубл. 12.06.08. Бюл. № 9. - 2 с.

8. Лінія для переробки білкових відходів птахопереробників. – Режим доступу: <http://www.nmzprom.com.ua/index.php/category/25>.

9. Гуменюк, Г. Д. Нові види сировини для виробництва комбикормів та удосконалення систем контролю якості : автореф. дис. ... док. с.-г. н. / Г. Д. Гуменюк. – К., 1996. – 48 с.

10. Деклараційний патент на винахід № 63053А. Україна, МПК А 23 К 1/10. Спосіб виробництва кормового пташиного м'ясо-кісткового борошна, спосіб виробництва перового кормового борошна та обладнання для теплової обробки сировини при виробництві кормового пташиного борошна / В. Д. Бородай, Е. Х. Валєєв. № 2002042751 ; заявл. 5.04.02 ; опубл. 15.01.04. Бюл. № 1. – 14 с.

11. Деклараційний патент на винахід № 61868. Україна, МПК А 23 J 1/10, А 23 К 1/10, А 23 N 17/00, В 29 С 47/38. Спосіб виготовлення кормової білкової добавки з відходів сировини тваринного походження та пристрій для здійснення способу / Є. П. Бармашин, В. В. Лук'ячук, Л. В. Ромушкевич, В. О. Сенатос ; заявник та патентовласник ТОВ «Техноцентр «Техагроресурс»». № 2003065404 ; заявл. 10.06.03 ; опубл.15.11.05. Бюл. № 11. – 8 с.

12. Деклараційний патент України, 69027 А, МПК А23К 1/10. Спосіб завантаження при гідролізі легкооб'ємної сировини / І. Г. Панасенко, А. Ф. Курман, П. І. Локес [та ін.]. № 2003110736 ; заявл. 27.11.03; опубл. 16.08.04. Бюл. № 8. – 2 с.

13. Деклараційний патент на винахід № 69108А, МПК А 23 К 1/10 Спосіб безкоагуляційної нейтралізації лужного білкового гідролізату/ І. Г. Панасенко, А. Ф. Курман, П. І. Локес [та ін.]. № 2003110736 ; заявл. 05.12.03 ; опубл. 16.08.04. Бюл. № 8. – 2 с.

14. Панасенко, І. Г. Рекомендації з переробки перо-пухової сировини в білковий корм / І. Г. Панасенко, П. І. Локес, С. В. Аранчій. – Полтава, 2008. – 28 с.

15. Івашов, В. І. Забой і первична переробка / В. І. Івашов // Мясные технологии. – 2007. – № 5. – С. 5.