

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МЯСОКОСТНОГО СЫРЬЯ

В.Г. Харкевич, Л.Ю. Харкевич

Рассмотрен вопрос получения из отходов мясной промышленности ценных продуктов в виде пищевого жира и кормовой костной муки. Описан кратко процесс предварительной подготовки сырья. Представлено соотношение и содержание минеральных веществ в костной муке. Указана ее питательная ценность в зависимости от типа отходов с учетом различного содержания белков, жиров и минеральных солей. Представлена краткая схема переработки мясокостных и костных отходов для получения муки. Описан экспериментальный процесс переработки мясокостного сырья в кормовую муку. Представлены результаты исследований, позволившие установить оптимальную производительность измельчителя, получить интегральные и дифференциальные кривые распределения частиц по размерам, определить удерживающую способность и среднее время пребывания материала в объеме рабочей камеры.

Введение

Производство сухих животных кормов находится в состоянии постоянного развития. Экспериментальные и научно-исследовательские работы приводят к созданию новых видов кормов, которые имеют большое значение для выполнения различных задач, стоящих перед откормом. В настоящее время на любом современном предприятии имеются свои отходы и каждый производитель стремится иметь безотходный цикл производства. Не является исключением и мясоперерабатывающая промышленность.

Предприятия мясной промышленности вырабатывают кормовую муку, кормовую добавку, кормовой и технический жир. Высокое содержание в кормовой муке белков, жиров и минеральных веществ обуславливает ее ценность как продукта для скармливания сельскохозяйственным животным и птице. В зависимости от исходного сырья получают муку кормовую мясокостную, мясную, кровяную, костную и из гидролизованного пера, а также различные кормовые добавки из рогакопытного сырья на основе животного и растительного сырья [1, 2].

После предварительной подготовки сырья (разделки, обвалки и жиловки туш) в отходы идут конфискаты, кость, хрящевые фрагменты и другие виды сырья, не имеющие пищевого значения. Как известно, ранее кость крупного рогатого скота шла на утилизацию. Сегодня это является экономически не выгодным. Современные технологические процессы и оборудование дают возможность получать из отходов мясной промышленности ценные продукты в виде пищевого жира и кормовой костной муки [1, 3]. Являясь источником кальция и фосфора (к примеру, бедренная кость коровы содержит около 67 % минеральных компонентов), костная мука находит свое применение в качестве минеральной добавки при кормлении всех видов сельскохозяйственных животных, производстве удобрения в растениеводстве и т.п.

Соотношение и содержание минеральных веществ в костной муке является оптимальным для хорошего питания и легко усваивается животными или птицами.

Питательная ценность костной муки достаточно высока и в зависимости от типа отходов может иметь различное содержание белков, жиров и минеральных солей [4, 5]. В таблице 1 представлено процентное соотношение основных питательных веществ.

На процесс измельчения и получения костной муки с теми или иными характеристиками влияют механические свойства костной ткани. Кость является твердым телом, для которого основными характеристиками являются прочность и упругость. На прочность существенно влияет также состав самой кости. При декальцинации кость легко изгибается, сжимается и скручивается, при повышении содержания кальция она становится хрупкой. То есть кость,

лишенная органических веществ, необычайно хрупка, а деминерализованная кость приобретает резиноподобные свойства. Несмотря на существование различных типов костей, для всех них характерны общие черты. Как правило, органическая составляющая (40–50 % твердой фазы) представлена коллагеном, а минеральная составляющая (50–60 % твердой фазы) – преимущественно кристаллы гидроксиапатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ и других солей кальция. Механические свойства кости определяются, главным образом, составом твердой фазы и свойствами ее органической и минеральной составляющих [5]. Это означает, что костная ткань, лишенная органической составляющей, легче подвергается механической переработке.

Таблица 1 – Содержание питательных веществ костной муки в %

Тип костной муки	Белки	Жиры	Костный фосфат кальция
Мясокостная мука	40–50	5–10	21,85 (максимум)
Чистая сырая костная мука	20–25	3	40–50
Специальная костная мука	5–10	–	65 (минимум)

Измельчение подготовленного мясокостного и костного сырья рекомендуется проводить до размера не более 25–30 мм для того, чтобы в процессе отделения жира достичь максимального его выхода [3].

Для ускорения процесса сушки и получения более равномерной по дисперсности муки перед сушкой можно при необходимости провести дополнительное измельчение обезжиренной шквары. Дополнительное измельчение, в свою очередь, приведет к снижению времени тепловой обработки сырья и повышению биологической ценности готового продукта.

Целью данной работы являлось изучение процесса переработки мясокостного сырья для установления соответствия полученного гранулометрического состава костной муки ГОСТ 17536-82, а также определение потребляемой мощности измельчителя для выявления его оптимальных параметров работы.

Результаты исследований и их обсуждение

Технологический процесс измельчения кости состоял из следующих этапов: осмотр сырья на наличие посторонних предметов, предварительное дробление отходов (кость, хрящевые и плевральные части, другие отходы) до соответствующих фракций, тепловая обработка, отделение жира от твердого жирсырья, откачивание полученного жира в специальную отстойную емкость и полное обезвоживание обезжиренной кости и костного остатка. В дальнейшем полученную высушенную массу полностью измельчали до состояния муки. В итоге получали конечные продукты в виде жира и кормовой костной муки. В свою очередь, при необходимости измельченное сырье смешивали с другими компонентами (зерновые, комбикорма, премиксы и т.д.).

Для производства кормовой продукции использовалось костное сырье, относящееся к III группе [1], полученное сухим способом в горизонтальных вакуумных котлах, при котором по сравнению с мокрым способом исключаются потери белковых веществ и жира и выход готовой продукции увеличивается. Данный способ заключался в том, что обрабатываемое сырье нагревали паром в аппарате с паровой рубашкой.

На рисунке 1 представлена краткая схема переработки мясокостных и костных отходов для получения муки.

Одной из важнейших операций производства мясокостной муки из жиросодержащего и жирового сырья являлось обезжиривание шквары. Жир в горячей шкваре, находящийся в жидком виде, выделяли путем прессования, как более рациональным способом выделения растопленного жира, чем центрифугирование или экстракция, так как массовая доля жира в начале процесса находилась в пределах 10 % – 40 %. При этом необходимо было учитывать влажность шквары, поступающей на прессование, оптимальное значение которой должно составлять 5 % – 6 %. В случае же переработки пересушенной шквары повышалась ее остаточная жирность после прессования, происходило возрастание нагрузки на приводной элек-

тродвигатель: кроме этого, вытекающий жир имел коричневую окраску, а в случае переувлажнения шквары она становилась слишком пластичной и подвижной, плохо прессовалась, выходящий жир пенился. На предприятиях мясной отрасли для обезжиривания мясокостной шквары, как правило, применяют шнековые прессы Б6-Ф0А, Е8-Ф0Б, «Атлас-АРС» и др., позволяющие получить однородные по величине частицы мясокостной отпрессованной шквары с волокнистой структурой. В процессе эксперимента полученную высушенную шкварную массу с массовой долей влаги 9 % – 10 % подавали в дробилку, где ее измельчали до состояния муки. Для этой цели использовали ранее созданный авторами измельчитель роторного типа с шарнирно закрепленными ударными элементами [6]. Данный тип измельчителя хорошо зарекомендовал себя для переработки хрупких материалов умеренной твердости, где за один прием можно обеспечить относительно высокую степень измельчения [7–9].



Рисунок 1 – Схема переработки мясокостного и костного сырья для получения костной муки

Принцип работы измельчителя заключается в следующем: вращающий момент передают на вертикальный ротор с закрепленными на нем ударными элементами через привод, состоящий из электродвигателя и ременной передачи. Через загрузочный лоток подают обрабатываемый материал (отпрессованную шкварную массу), который попадает на грубое предварительное измельчение в верхних рядах ударных элементов. Далее частично измельченный продукт под действием гравитационных сил попадает под воздействие ударных элементов последующих рядов. Переработанный продукт, пройдя последовательно все уровни измельчения, продвигается к выгрузной воронке. Ударные элементы представляют собой на-

бор шарнирно соединенных пластин различной толщины, что предотвращает жесткое заклинивание измельчаемого материала между концами ударных элементов и стенкой рабочей камеры (рисунок 2). Для достижения более качественного результата измельчения размер и масса ударных элементов согласовываются с массой и размером измельчаемого куска. Поэтому по мере измельчения исходного куска уменьшается масса ударного элемента, а так как количество измельчаемого продукта не изменяется, то по ходу его движения увеличивается количество ударных элементов. Установка на роторе дисков и на стенках рабочей камеры отражателей позволяет устранить нежелательный проскок недоизмельченного материала на нижние ряды ударных элементов.

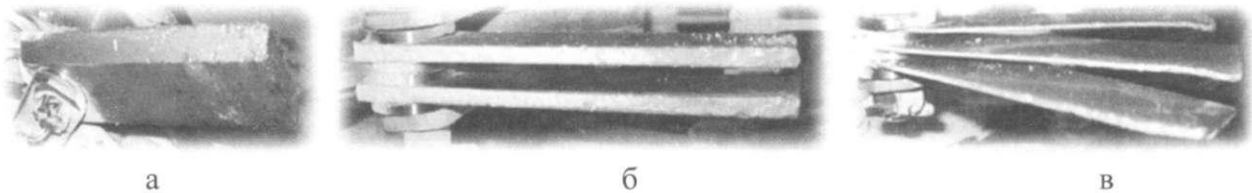


Рисунок 2 – Элементы конструкции ударных элементы измельчителя с использованием больших (а), средних (б) и малых (в) бил

В процессе измельчения мясокостного сырья (при влажности исходного продукта до 10 %) с целью получения кормовой муки была определена оптимальная производительность измельчителя, которая составила порядка 600 кг/ч. Действительное потребление электроэнергии (рисунок 3) в течение всего процесса измельчения определяли при помощи цифрового мультиметра АРРА-109N, обладающего функцией цифрового регистратора. При этом электродвигатель работал в паспортном режиме.

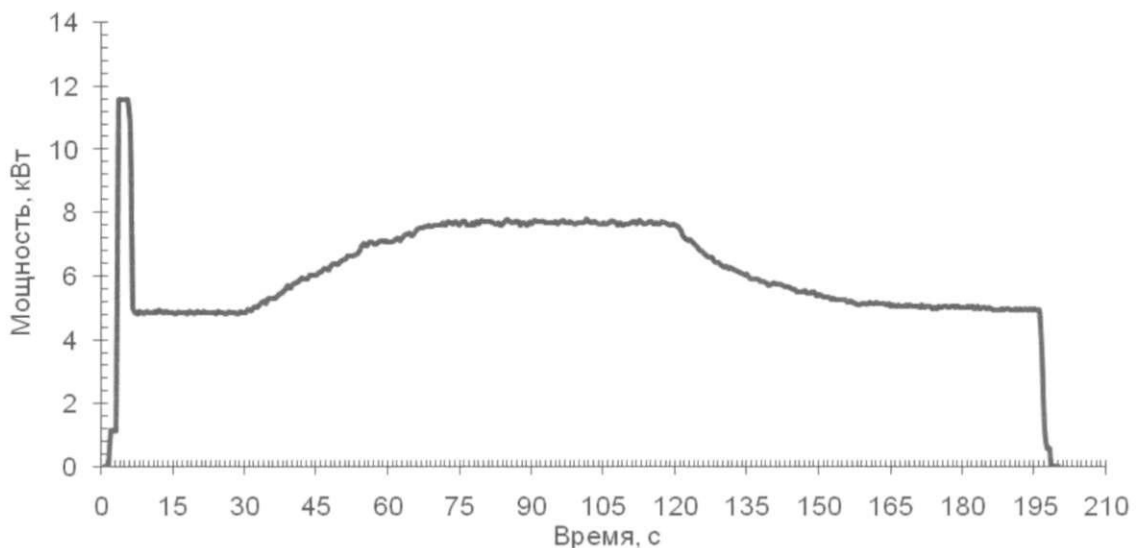


Рисунок 3 – Экспериментальная кривая потребляемой мощности при производительности измельчителя 600 кг/ч

Для оценки качества измельчения в процессе работы определялся гранулометрический состав измельченного продукта методом ситового анализа, по результатам которого были построены интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размерам (рисунки 4 и 5). Статистическая обработка кривых позволила оценить максимальный размер частиц готового продукта, средний размер фракции, среднеквадратическое отклонение функции распределения частиц по размерам.

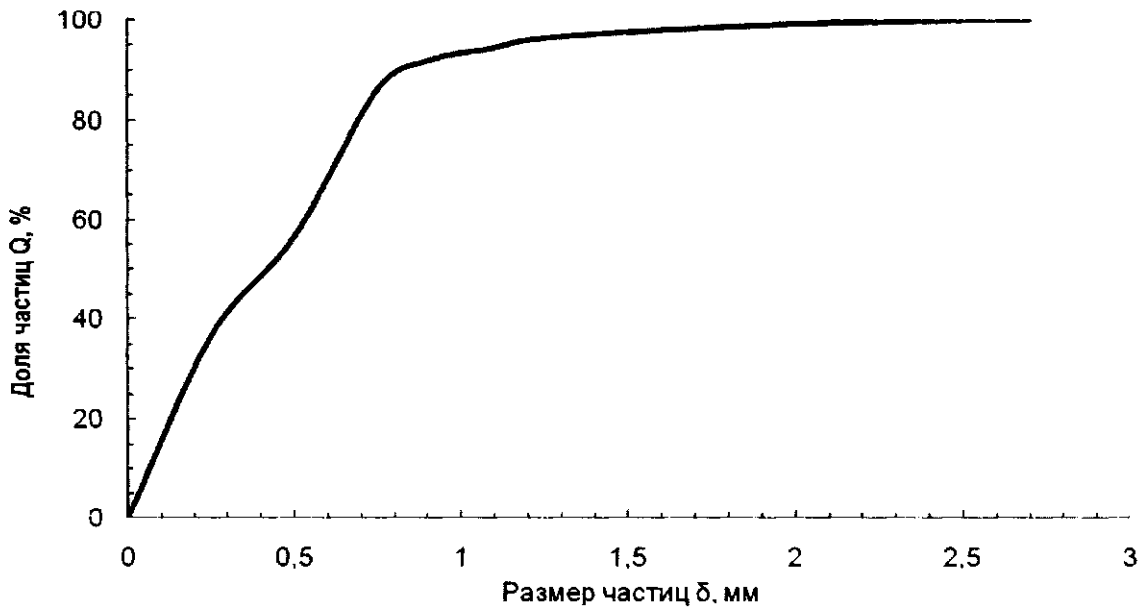


Рисунок 4 – Интегральная кривая распределения частиц по размерам

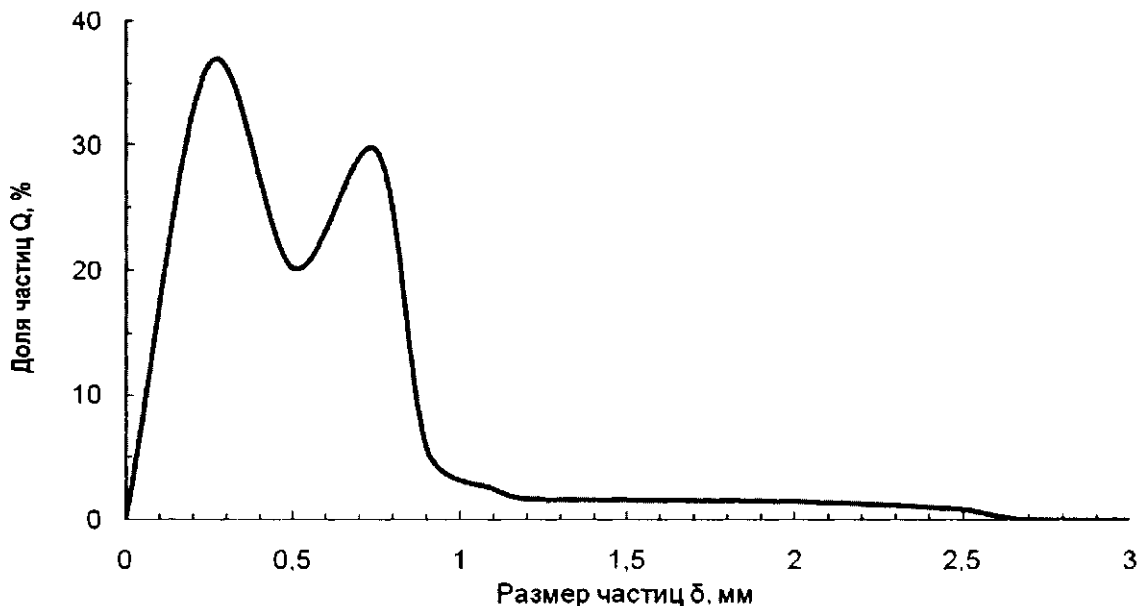


Рисунок 5 – Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам

Из рисунков 4 и 5 следует, что качество костной муки удовлетворяет требованиям ГОСТ 17536-82 на кормовую муку животного происхождения. Максимальный размер частиц готового продукта не превышает размер 3,0 мм, средний размер фракции составляет 430 мкм, остаток на сите 2 мм составляет 2,34 %.

При проведении исследований была определена удерживающая способность и среднее время пребывания материала в объеме рабочей камеры при производительности измельчителя 600 кг/ч. Начальная влажность продукта не превышала 9–10%. Удерживающую способность определяли путем мгновенной «отсечки» (прекращения подачи) продукта на входе и полного сбора его в емкость на выходе из измельчителя после опорожнения рабочей камеры и полной остановки. Собранный продукт взвешивали. Среднее время пребывания измельченного продукта в объеме рабочей камеры определяли по формуле (1):

$$\tau_{cp} = \frac{q_y}{G}, \quad (1)$$

где q_y – удерживающая способность аппарата по твердой фазе, кг;
 G – производительность, кг/с.

При производительности 600 кг/ч удерживающая способность аппарата оказалась равна 3,7 кг, а среднее время пребывания 22,2 с.

Заключение

Результаты исследования процесса переработки мясокостного сырья показали, что при измельчении высушенной шкварной массы с массовой долей влаги 9 % – 10 % при производительности измельчителя 600 кг/ч была получена костная мука, соответствующая требованиям ГОСТ 17536-82. Построены для данного продукта интегральные и дифференциальные кривые распределения частиц по размерам, позволяющие судить о качестве процесса измельчения, т.е. оценить максимальный размер частиц готового продукта, средний размер фракции, среднее квадратическое отклонение функции распределения частиц по размерам. Определена удерживающая способность и среднее время пребывания материала в объеме рабочей камеры.

Литература

- 1 Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с.
- 2 ГОСТ 17536-82 Мука кормовая животного происхождения. Технические условия.
- 3 Харкевич, В.Г. Переработка мясокостного сырья для получения кормовой муки / В.Г. Харкевич, Л.Ю. Харкевич // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 апр., 2013 г. / Мог. гос. ун-т прод.; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2013. – в 2-х ч. – Ч. 2. – С. 20.
- 4 Харкевич, Л.Ю. Анализ процесса переработки мясокостного сырья / Л.Ю. Харкевич, В.Г. Харкевич // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VIII Междунар. науч. конф. студ. и аспирантов, Могилев, 26–27 апр., 2012 г.: в 2 ч. / Мог. гос. ун-т прод.; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2012. – Ч. 2. – С. 78.
- 5 Харкевич, В.Г. Экспериментальные исследования процесса переработки сырья в производстве костной муки / В.Г. Харкевич, Л.Ю. Харкевич // Вузовская наука Северо-Кавказскому федеральному округу: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч-м, Пятигорск, 9–10 апр. 2013 г. / Сев.-Кавк. федер. ун-т.; редкол.: А.А. Левитская [и др.]. – Пятигорск, 2013. – в 3-х т. – Т. 3. – С. 346 – 349.
- 6 Измельчитель: пат. 12226 Респ. Беларусь, МПК (2006) В 02С 13/14 / В.Г. Харкевич, В.А. Шуляк; заявитель УО «Мог. гос. ун-т. прод.» – № а 20070481; заявл. 27.04.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 79.
- 7 Харкевич, В.Г. Анализ типовых конструкций оборудования ударного действия для измельчения пищевых материалов / В.Г. Харкевич // Исследования и достижения в области теоретической и прикладной химии. Экология. Продукты питания: Сб. стат. и докл. 5-й Всерос. науч.-практ. конф., Барнаул, 15 дек. 2011 г. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова; редкол.: М.П. Щетинин [и др.]. – Барнаул, 2011. – в 2-х ч. – Ч. 2. – С.167 – 172.
- 8 Харкевич, В.Г. Современные виды механического воздействия на пищевые материалы / В.Г. Харкевич // Исследования и достижения в области теоретической и прикладной химии. Экология. Продукты питания: Сб. стат. и докл. 5-й Всерос. науч.-практ. конф., Барнаул, 15 дек. 2011 г. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова; редкол.: М.П. Щетинин [и др.]. – Барнаул, 2011. – в 2-х ч. – Ч. 2. – С.172 – 176.
- 9 Харкевич, В.Г. Результаты экспериментальных исследований продуктов помола в производстве костной муки / В.Г. Харкевич, Л.Ю. Харкевич // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 апр., 2013 г. / Мог. гос. ун-т прод.; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2013. – в 2-х ч. – Ч. 1. – С. 259.

Поступила в редакцию 27.12.2013