Введение

1. Технико-экономическое обоснование курсового проекта

Технология переработки кости, независимо от видов перерабатываемой продукции и её назначения, предусматривает на первой стадии извлечение жира. Кость обезжиривают мокрым и сухим способами. При мокром способе белки костной ткани в течение всего технологического процесса соприкасаются с водой или острым паром. При сухом способе переработки кости свободная и основная часть адсорбционно-связанной влаги костной ткани в результате нагрева испаряется в атмосферу или удаляется под вакуумом. Сухой процесс переработки гарантирует получение большого выхода сухой кости.

Наиболее простым методом получения пищевого жира при обезжиривании кости для последующей переработке её на муку и отгрузки потребителям, в обезжиренном виде является варка в кипящей воде в открытых котлах в течение 6ч. 45 мин. При этом коллагеновые волокна разрыхляются, что, с одной стороны, облегчает выделение жира, а с другой - обедняет сырьё коллагеном. Это приводит к накоплению в воде азотистых веществ, которые в дальнейшем теряются при сливке бульона. Влажность кости после варки составляет в среднем 20 – 24%, вследствие её нужно сушить непродолжительное время. При применении этого способа выход жира низкий.

К наиболее распространённым методам получения костного пищевого жира мокрым способом относится обработка кости паром под давлением. Загруженную в автоклаве кость вываривают в воде под давлением до 2,9\*105 – 3,9 \*105 Па при помощи острого пара. Продолжительность с учётом загрузки и выгрузки кости – 4,5 – 6 ч. Пар, соприкасаясь т костью, нагревает и увлажняет её, при этом белки набухают, и выделяется жир. В результате воздействия высоких температур и длительного контакта кости с выделенным жиром запах и цвет заметно ухудшается. Кость, полученная в результате такого метода обезжиривания, бедна белком, полученная из неё кормовая мука служит главным образцом как источник минеральных солей.

Также нашёл применение более совершенный так называемый мокрый импульсный метод обезжиривания кости. Сущность его заключается в механическом разрушении стенок жировых клеток высокоскоростными импульсами, передаваемыми через жидкую среду.

По этому методу измельчённую кость подают аппарат с холодной водой при жидкостном коэффициенте 1 – 6. В дальнейшем кость отделяют в отстойниках от воды и жира, промывают горячей водой температурой 90ºС и сушат. Высокая влажность кости (до 58%) требует немедленной сушки во избежание гнилостного распада её белков. Сушка такой кости в горизонтальном вакуумном котле продолжается 6,5 ч. и сопровождается большим расходом пара и электроэнергии, так как оставшиеся на поверхности кости мякотные ткани образуют на внутренней поверхности котла корку, ухудшающую теплопередачу.

Из сухих способов обезжиривания кости наиболее эффективно обезжиривание кости в вакуум – горизонтальных котлах при определённом разрежении и при определённых температурах (не выше 70ºС). Однако этот метод, несмотря на целый ряд достоинств, довольно длителен вследствие периодичного обезжиривания

Существует метод получения жира из кости путём прессования её при давлении, превышающем 588\*105 Па. Указанный метод представляет интерес для крупных мясокомбинатов, так как позволяет перерабатывать большие количества кости без предварительного измельчения и накопления. Кроме того, создаются условия для получения высококачественного жира, предотвращается деструкция коллагена костной ткани. Для средних и малых мясокомбинатов этот метод экономически неприемлем, так как требует установки мощного прессового оборудования.

Сушилки, применяемые для сушки частично обезжиренной кости и кости – паренки, обладают рядом существенных недостатков, к которым относятся:

-небольшой съём влаги, не позволяет быстро высушивать частично обезжиренную кость с высоким содержанием жира до оптимальной влажности;

-неравномерность нагрева и сушки кости:

высокая металлоёмкость и связанные с этим значительные капитальные затраты;

-пожароопасность при использовании в качестве сушильного агента топочных газов с высокой температурой.

Анализ применяемых методов для переработки кости показывает, что они не лишены отдельных недостатков, а поэтому не отвечают всем требованиям совершенного технологического процесса комплексной переработки сырья.

Необходимым условием совершенного технологического процесса комплексной переработки кости является непрерывность его выполнения, минимальная продолжительность термического воздействия на нее для получения доброкачественного пищевого жира.

Исходя из указанных требований, разработана комплексная технология переработки кости, в основу которой положены следующие принципы скоростного обезжиривания кости:

- изменение прочности оболочек жировых клеток костного мозга под действием кратковременного нагрева сухим способом при умеренных температурах, обеспечивающего максимальный гидролиз белков и жиров и их высокое качество за счёт непрерывного отвода жира по мере его выделения из зоны нагрева;

- изменение реологических характеристик жира под действием нагрева (уменьшение вязкости, снижение поверхностного натяжения и плотности жира);

- извлечение расплавленного жира из пористой структуры кости под действием центробежной силы. [1 с.88-101]

1.1 Описание технологической схемы.

Поточная линия комплексной переработки кости производительностью 250 кг/час предназначена для получения пищевого костного жира и кормовой муки.

Для выработки высококачественного пищевого жира используется свежая кость. Кость должна подаваться на переработку не позднее 2 часов с момента её получения.

Процесс переработки производится при давлении не менее 3 и не более 4 атм. в рубашке и в шнековом валу аппарата (И).

Процесс обезжиривания и частичного обезвоживания продолжается 11 мин. с доведением температуры кости (0.7) до 85ºС при 3,5 оборотах шнекового вала в минуту. Одновременно производится удаление жира (14.1) с температурой до 80ºс из шнекового аппарата в жироприёмник (СЖ1).

Испарённая из кости влага (1.8) (около 15-20% ) удаляется из шнекового аппарата (И) вытяжной вентиляцией.

Жир (14.1) из жироприёмника (СЖ1) для последующей очистки насосом перекачивается в один из двух накопительных бачков (ОТ1…ОТ2), где поддерживается температура около 60ºС.

Выход жира из шнекового аппарата (И) при переработке следующих видов кости составляет:

- рядовая кость говяжья

( позвонки – 5%, эпифизы – 50% ) до 8%

- паспортная говяжья до 4%

- трубчатая свиная до 10%

Выход частично обезжиренной кости с влажностью 25 – 27% составляет:

рядовая говяжья - 65%

паспортная говяжья - 72%

трубчатая свиная - 56%

Кость после первой стадии обезжиривания подвергается измельчению на волчке (В) конструкции ВНИИМП с отверстиями решётки диаметром 22, 35 или 40 мм. В период измельчения влажность в кости снижается на 1,5 – 2%, а температура на 20 – 25%, т.е. до 65ºС.

После измельчения кость скребковым транспортёром подаётся в обогревательный бункер (БН), откуда порциями весом до 40 кг загружается в центрифугу (Ц) фильтрующего типа.

Подачу пара (2.4) в центрифугу (Ц) производят при плотно закрытой крышке.

Центрифугирование производят по режиму :

с подачей в барабан острого пара (2.4) давлением 3 – 4 атм. - 3-4 мин.

без подачи пара - 1мин.

За период центрифугирования из кости выделяется фугат (14.1) в количестве до 25% к весу загруженного в центрифугу (Ц) сырья. Содержание жира в фугате до 60%. Фугат (14.1) с температурой 85 – 90ºС отводится в жироприёмник (СЖ2), откуда он перекачивается в накопительный бачок ( отстойник ) (ОТ2) , где находится при температуре 60ºС.

Кость после центрифугирования с температурой 80 – 90 ºС выгружается из центрифуги (Ц) и направляется на сушку . Влажность кости 26 – 28%, содержание жира 6 – 9% ( в расчёте на сухую кость ).

Жир или фугат из соответствующих накопительных бачков (ОТ1…ОТ2), нагретых в них до температуры 90 - 95ºС, подаётся самотёком в сепаратор ФК-ЖС (С).

Сепаратор (С) перед работой разогревается горячей водой (1.3) температурой 80 - 90ºС.

Сепарирование производится при подаче в сепаратор (С) горячей воды (1.3) в количестве до 15% к поступающему жиру.

Очистка сепаратора (С) осуществляется периодически по мере заполнения межтарелочного пространства осадком.

Очищенный жир заливается в бочки, которые после застывания в них жира взвешиваются и маркируются.

Суммарный выход пищевого жира за две стадии обезжиривания следующих видов составляет :

рядовая говяжья

(позвонки – 50%, эпифизы – 50%) до 15%

паспортная говяжья до 12%

трубчатая свиная до 15%

Отцентрифугированная кость скребковым транспортёром донным подогревом подаётся в трёхсекционную шнековую сушилку(АС) непрерывного действия. Сушка кости производится только при закрытых и плотно прижатых крышках секций сушилки (АС).

Для нормального процесса сушки отцентрифугированной кости в рубашках секций сушилки (АС) и шнековых валах необходимо поддержание давления пара не менее 3 и более 4 атм. и следить за нормальной работой конденсационного горшка.

Сушка кости происходит в тонком слое в непрерывном потоке в течение 30 – 35 мин.

За время пребывания кости в сушилке (АС) температура в ней повышается до 100 - 105ºС. При том температура на выходе из первой секции должна быть 85 - 90ºС, из второй – 92 -96ºС, из третьей – 100 - 106ºС.

За период сушки влажность кости в сушилке (АС) температура в ней на выходе из третьей секции сушилки снижается до 5 – 7%. Выделяющаяся в процессе сушки влага(1.8) отсасывается с помощью вытяжной вентиляции.

Выход сухой кости (0.1) к весу исходной (0.7) составляет 48 – 49%, при содержании белков до 38%.

Во время процесса сушки необходимо следить за давлением греющего пара(2.6) по манометру, которое должно быть в пределах 3 – 4 атм., за равномерной подачей и выгрузкой кости из сушилки (АС), отводом конденсата (1.8) и отсосом сокового пара.

Сухую кость(0.2) из сушилки скребковым транспортёром подают на сито с ячейками диаметром 10мм, на котором рассортировывают на две фракции : первая более 10мм и вторая – менее 10 мм.

Соотношение фракций составляет I : I. Первая фракция кости затаривается в крафтмешки, взвешивается и маркируется, затем отправляется на склад для последующей отгрузки на клеежелатиновые заводы.

Фракция сухой кости (0.2) размером менее 10мм скребковым транспортёром загружается в дробилку(Д) роторного типа, в котором она измельчается в муку (0.1). После измельчения мука (0.1) просеивается на сите с отверстиями диаметром 3 мм. Остаток на сите частиц размером не более 5мм должен быть не выше 5%.

Полученная кормовая мука (0.1) затаривается в мешки, взвешивается, маркируется и отправляется на склад. [8 с.5]

2. Расчет жироотделителя

2.1 Расчет коэффициента теплоотдачи со стороны бульона к стенке жироотделителя.

Прогрев кости представляет собой нестационарный процесс теплопроводности в твердом теле.

Рассчитаем коэффициент теплоотдачи со стороны бульона к стенке рубашки выступающей в роли теплопередающей поверхности.

, (2.1.1)

где - критерий Нуссельта для бульона;

- коэффициент теплопроводности бульона, Вт/(м2К); при =850С =0,509 Вт/(м2К); [3 с.58]

- длина теплопередающей поверхности, м

, (2.1.2)

где - радиус шнека, =0,312 м; H – высота стенки, H=0,312 м; [6 с.4]



Критерий Нуссельта для бульона рассчитаем для случая, когда теплоотдача происходит вдоль плоской поверхности.

если Re<5\*105 то

; (2.1.3)

если Re>5\*105 то

, (2.1.4)

где Re – критерий Рейнольдса, Pr – критерий Прандтля.

Найдем критерий Прандтля для бульона при T=358К.

, (2.1.5)

где - удельная теплоемкость, Дж/(кг К); с=3,76\*103 Дж/(кг К); [3 с.58]



Найдем критерий Рейнольдса по формуле

, (2.1.6)

где - скорость бульона, принятая за линейную скорость вращения шнека, м/с;

- плотность бульона, кг/м3;

- динамический коэффициент вязкости бульона, ;

Скорость движения жиромассы

 , (2.1.7)

где - шаг шнека, =0,075м; [6 с.5]

- частота вращения шнека, об/мин; =0,06 об/мин;

тогда

;

Определим плотность бульона. Представим бульон как бинарную систему, состоящую из жира и воды.

, (2.1.8)

где ,- соответственно, массовые доли воды и жира в бульоне, =0,37; =0,63; ,- соответственно, плотности воды и жира при T=358К =970 кг/ м3, =875 кг/ м3 . [2 с.503]

;

;

Динамический коэффициент вязкости бульона находится по аналогии:

, (2.1.9)

где ,- соответственно, динамические коэффициенты вязкости воды и жира, . При T=358К =256\*10-6 , =540\*10-6. [2 с.491]





Тогда критерий Рейнольдса будет равен



Т.к. Re<5\*105, то имеем ламинарный режим движения бульона в жироотделителе. Следовательно, по формуле (2.1.3)



Отношение  для нагревающегося бульона можно принять за единицу, тогда



Получаем, что коэффициент теплоотдачи со стороны бульона к стенке будет равен

.

2.2 Расчет коэффициента теплоотдачи со стороны конденсирующегося пара к стенке жироотделителя. Воспользуемся методом последовательных приближений.

 (2.2.1)

Термическое сопротивление стенки

, (2.2.1)

где ,– соответственно, термические проводимости стенки со стороны пара и со стороны сырья; ;. [2 с.506]



 ,   

Тогда исходный коэффициент теплопередачи будет равен



Откуда плотность теплового потока определим по формуле



Находим значение 

Составляем расчетные таблицы 2.2.1 и 2.2.2 в которые записываем исходные данные и результаты последующих расчетов.

Таблица 2.2.1 – расчетная таблица для конденсирующегося пара

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Прибл.  расчёт | Конденсация греющего пара | | | | | |
| tконд.,˚С | tст1,˚С | ∆tконд, К | ∆tконд0,25 | αконд | qконд |
| 1  2  3 | 110  110  110 | 109,713  109,798  109,828 | 0,287  0,202  0,172 | 0,732  0,67  0,64 | 17594,9  19221,34  20122,34 | 5049,75  3882,7  3461 |

Таблица 2.2.2 - расчетная таблица для стенки и бульона

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Прибл.  расчёт | Стенка | | Охлаждение бульона | | | | |
| , Вт/м2К | ∆tст, К | tст2, ˚С | tб, ˚С | ∆tб, К | αб, Вт/м2К | qб, Вт/м2 |
| 1  2  3 | 438,61  438,61  438,61 | 11,51  8,85  7,84 | 98,2  100,948  101,94 | 85  85  85 | 13,2  15,95  16,94 | 205,56  205,56  205,56 | 2714  3278,7  3482,18 |

1. Первое приближение.

(tст1)І=tконд-(∆tконд)І=110-0,287=109,713 ˚С

(αконд)І=12878,3(∆tконд І)-0,25=12878,3/0,732=17594,9 Вт/м2К

(qконд) І=(αконд І) (∆tконд)І=17594,9\*0,287=5049,75 Вт/м2

(∆tст)І=( qконд) І= ˚С

(tст2)І=(tст1)І-(∆tст)І=109,713-11,51=98,2 ˚С

(∆tб)І=(tст2)І-tб=98,2-85=13,2 ˚С

(qб) І=(αб)І\*(∆tб)І=205,56\*13,2=2714 Вт/м2

В первом приближении (qконд) І>(qб) І. Расхождение >5%

2. Второе приближение.

Рассчитаем по первому приближению КІ:

КІ=,

тогда

q1=КІ∆tср=138,86\*25,625=3558,27

Величину (∆tконд)ІІ определяем, принимая (qконд) ІІ= q1 при (αконд)І=17594,9

(∆tконд)ІІ= q1/(αконд)І=3558,27/17594,9=0,202˚С

(tст1)ІІ=tконд-(∆tконд)ІІ=110-0,202=109,798˚С

(αконд)ІІ=12878,3/0,67=19221,34 Вт/м2К

(qконд) ІІ=19221,34\*0,202=3882,7 Вт/м2

(∆tст)ІІ=1/438,61\*3882,7=8,85 ˚С

(tст2)ІІ=109,798-8,85=100,948 ˚С

(∆tб)ІІ=100,948-85=15,95 ˚С

(qб) ІІ=205,56\*15,95=3278,7 Вт/м2

Проверим расхождение:

по расчетам qконд> qб, тогда

>5%

3. Третье приближение.

По результатам первого и второго приближения строим график q=f(tст1) (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

Полагая, что при малых изменения температуры поверхностные плотности qконд и qб линейно зависят от tст1 графически определяем (tст)ІІІ.

Откуда (tст)ІІІ=109,828 ˚С

∆tконд=110-109,828=0,172 ˚С

(αконд)ІІІ=12878,3/0,64=20122,34 Вт/м2К

(qконд) ІІІ=20122,34\*0,172=3461 Вт/м2

(∆tст)ІІІ=1/438,61\*3461=7,89 ˚С

(tст2)ІІІ=109,828-7,89=101,94 ˚С

(∆tб)ІІІ=101,94-85=16,94 ˚С

(qб) ІІІ=205,56\*16,94=3482,18

Расхождение: <5%.

Следовательно, коэффициент теплоотдачи со стороны конденсирующегося пара к стенке жироотделителя будет равен αконд =20122,34 Вт/м2К. [2 с.185]

2.3 Определение коэффициента теплопередачи от греющего пара к бульону.

Определим коэффициент теплопередачи от греющего пара к бульону через разделяющую их стенку

 , (2.3.1)

где  - коэффициент теплоотдачи со стороны бульона к стенке рубашки жироотделителя, = 205,56 Вт/м2К.

 - коэффициент теплоотдачи со стороны конденсирующегося пара к стенке рубашки жироотделителя, = 20122,34 Вт/м2К.



2.4 Расчет температуры в центре кости.

Определим коэффициент теплоотдачи от кости к бульону. Для этого примем, что процесс передачи теплоты между бульоном, паром и костным остатком является стационарным, следовательно, плотности теплового потока равны .

Тогда,

, (2.4.2)

где - температура греющего пара, = 383К; - температура на стенки кости, = 358К.

. (2.4.3)

Найдем величину безразмерного температурного напора. Исходя из уравнения нестационарной теплопроводности (при постоянстве теплофизических характеристик нагреваемого тела) и с учетом начальных и граничных условий 3-го рода имеем

, (2.4.4)

где - температура кости на входе в жироотделитель, ˚С ; =400С; - температура внутри кости, ˚С ; - критерий Фурье; - критерий Био. [4 с.43]

, (2.4.5)

где ак – коэффициент температуропроводности, м2/с, ак = 2\*10-6; [3 с.57]

- время нагревания кости, =660 с; *l* – линейный размер кости, м; *l*=0,006м. [6]

Рассчитаем Fo через каждые 60 с нагрева кости:

****

****

,

,

,

**,**

**,**

**,**

**,**

**,**

****,

Найдем критерий Био:

, (2.4.6)

где - коэффициент теплопроводности кости, Вт/мК;

 = 0,217 Вт/мК; [1]

****

Правая часть уравнения безразмерного температурного напора (см. выше) является сложной функцией критериев Фурье и Био. Для расчета его представим кубик кости как три друг к другу прилегающие пластины. В этом случае температура тела будет являться функцией только одной координаты, т.е. толщины пластины. При этом сток теплоты через торцы пластины не будет искажать профиль температуры в поперечном направлении. Также будем считать, что в процессе нагревания температура среды остается неизменной. Тогда

, (2.4.7)

т.к Fo>0,2, то можно ограничится первым членом ряда, тогда



и безразмерная температура внутри пластины равна

, где при Bi=3,9, N=1,229; =1,2646. [4 с.41]

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

Для кости имеющей форму куба решением уравнения безразмерного температурного напора будет служить произведение

 (2.4.8)

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

Найдем температуру в центре кости ,0С в зависимости от времени нагрева.

 (2.4.9)

0С,

0С,

0С,

0С,

0С,

0С,

0С,

0С,

0С,

0С,

0С

По данным расчета составим расчетную таблицу 2.4.1 , в которую запишем распределение температуры внутри кости, безразмерную температуру и критерий Fo в зависимости от времени нагрева сырья.

Таблица 2.4.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Время нагрева , с | Критерий Фурье, Fo | Безразмерная температура, | Температура внутри кости t, 0C |
| 60 | 0,3 | 0,763 | 65,02 |
| 120 | 0,6 | 0,473 | 80,23 |
| 180 | 1 | 0,251 | 84,29 |
| 240 | 1,3 | 0,156 | 84,83 |
| 300 | 1,7 | 0,0823 | 84,9748 |
| 360 | 2 | 0,0511 | 84,994015 |
| 420 | 2,3 | 0,0317 | 84,9985645 |
| 480 | 2,7 | 0,017 | 84,9997795 |
| 540 | 3 | 0,0104 | 84,99994942 |
| 600 | 3,3 | 0,0065 | 84,99998767 |
| 660 | 3,7 | 0,0034 | 84,99999825 |

3. Расчёт центрифуги

3.1 Определение коэффициента теплопередачи со стороны греющего пара к продукту.

Определим коэффициент теплопередачи от острого пара ( Р = 0,39 МПа ) к продукту, Вт/(м2 К) по формуле

, (3.1.1)

где αб – коэффициент теплоотдачи бульона, Вт/(м2 К);

αп - коэффициент теплоотдачи пара, Вт/(м2 К), возьмем из расчета жироотделителя, αп = 20122,34 Вт/(м2 К).

Коэффициент теплоотдачи бульона к кости αб , Вт/(м2 К) найдём по формуле

, (3.1.2)

где Nuб – критерий Нуссельта;

λб – коэффициент теплопроводности бульона при t = 75ºС,Вт/(м К); [3 с.58]

λб =0,469 Вт/(м К);

*R*– внутренний радиус ротора, м; *l* = 0,4 м. [7 с.5]

Критерий Нуссельта для бульона определим в зависимости от числа Re.

если Re<5\*105 то

; (3.1.3)

если Re>5\*105 то

, (3.1.4)

где Re – критерий Рейнольдса;

Pr – критерий Прандтля;

- данное отношение примем равное единице.

Найдем критерий Прандтля для бульона при t=80ºС.

, (3.1.5)

где сб – удельная теплоёмкость бульона при 75ºС, Дж/(кг К);

сб = 0,389 \*103 Дж/(кг К); [1 с.28]

μб - динамический коэффициент вязкости бульона при 75ºС, Па с;

μб = 3,44\*10-3 Па с; [3 с.58]

λб – коэффициент теплопроводности бульона, Вт/(м К); λб = 0,469 Вт/(м К);



Рассчитаем критерий Рейнольдса

, (3.1.6)

где Uос - скорость осаждения частиц жира при турбулентном режиме движения, м/с;

d – внутренний диаметр ротора, м; d = 0,8 м;

ρб - плотность бульона, кг/м3; ρб = 923 кг/м3

μб - динамический коэффициент вязкости жиромассы при 75ºС, Па с; μб = 3,44\*10-3 Па с.

Скорость движения жиромассы определим исходя из уравнения баланса сил, действующих на частицу, осаждающуюся в центрифуге

, (3.1.7)

где d – диаметр частицы жира, м; d = 0,004 м;

ρк – плотность кости, кг/м3; ρк = 1681 кг/м3; [1 с.28]

ρб – плотность бульона, кг/м3; ρб = 923 кг/м3;

ξ – коэффициент гидравлического сопротивления; ξ = 0,44 при турбулентном режиме;

Кр – фактор разделения;

, (3.1.8)

где w – окружная скорость вращения ротора, рад/с; w=126,2 3рад/с;

g – ускорение свободного падения, м2/c ; g = 9,81 м2/c;



Тогда



С учетом значений найденных по формулам (3.1.7) и (3.1.8) определим число Re

;

Т.к. получившееся значение критерия Re соответствует турбулентному режиму, тогда

=0,66 \*2135770,5 \*2,850,33 = 430,94.

Тогда, коэффициент теплоотдачи со стороны бульона к кости

 Вт/(м2 К);

Получаем, что коэффициент теплопередачи со стороны греющего острого пара к продукту будет равен

 Вт/(м2 К)

3.2 Расчет температуры в центре продукта

Найдем величину безразмерного температурного напора. Исходя из уравнения нестационарной теплопроводности (при постоянстве теплофизических характеристик нагреваемого тела) и с учетом начальных и граничных условий 3-го рода имеем

, (3.2.1)

где - температура кости на входе в центрифугу, ˚С ; =820С; - температура внутри кости, ˚С ; - критерий Фурье; - критерий Био. [4 с.43]

, (3.2.2)

где ак – коэффициент температуропроводности, м2/с, ак = 1.7\*10-7; [3 с.498]

- время нагревания кости, =240 с; *l* – линейный размер кости, м; *l*=0,004м. [1 с.98]









Найдем критерий Био:

, (3.2.3)

где - коэффициент теплопроводности кости, Вт/мК; = 0,469 Вт/м К; [1 с.28]



Правая часть уравнения безразмерного температурного напора (см. выше) является сложной функцией критериев Фурье и Био. Для расчета его представим кубик кости как три друг к другу прилегающие пластины. В этом случае температура тела будет являться функцией только одной координаты, т.е. толщины пластины. При этом сток теплоты через торцы пластины не будет искажать профиль температуры в поперечном направлении. Также будем считать, что в процессе нагревания температура среды остается неизменной. Тогда

, (3.2.4)

т.к Fo>0,2, то можно ограничится первым членом ряда, тогда



и безразмерная температура внутри пластины равна

, где при Bi=4,3, N=1,233; =1,2786. [4 с.41]









Для кости имеющей форму куба решением уравнения безразмерного температурного напора будет служить произведение

 (3.2.5)









Найдем температуру в центре кости ,0С в зависимости от времени нагрева.

, (3.2.6)

0С

0С

0С

0С

По данным расчета составим расчетную таблицу 3.2.1 , в которую запишем распределение температуры внутри кости, безразмерную температуру и критерий Fo в зависимости от времени нагрева сырья.

Таблица 3.2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Время нагрева , с | Критерий Фурье, Fo | Безразмерная температура, | Температура внутри кости t, 0C |
| 60 | 0,63 | 0,085 | 73,300 |
| 120 | 1,28 | 0,0034 | 74,732 |
| 180 | 1,91 | 0,15\*10-3 | 74,987 |
| 240 | 2,55 | 0,08\*10-3 | 74,998 |

Заключение

В результате расчета курсового проекта определили распределение температур в центре частиц кости для жироотделителя и центрифуги, в зависимости от времени нагрева сырья. Вследствие этого можно сделать заключение, что температуры, до которых нагреваются частицы кости при сухом способе извлечения жира и при центрифугировании, достаточно высоки по сравнению с точкой плавления костного жира, при котором он находится в жидком текучем состоянии. Следовательно, это создает благоприятные условия для удаления жира из костномозговых полостей.

Следует указать, что на степень извлечения жира из костного сырья при сухом способе влияет величина частиц подаваемых из силового измельчителя, продолжительность термической обработки, температурный режим, давление греющего пара. На изменение содержания жира при центрифугировании оказывают влияние такие параметры, как продолжительность обработки, величина частиц, температура острого пара, угловая скорость и радиус ротора центрифуги, а также исходное содержание жира в сырье.

Список использованных источников

1. Файвишевский М.Л. Переработка пищевой кости.- М.: Агропромиздат. 1986.- 176с.

2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов. - Л.: Химия. 1987.- 552с.

3. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов : справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.

4. Краснощеков Е.А. и Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Энергия. 1969 – 280с.

5. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 1. Оборудование для убоя и первичной обработки.- М.: Колос, 2001.- 552с.

6. Тех. паспорт жироотделителя Я8-ФЛК/3.

7. Тех. паспорт центрифуги ФМД-802К-4.

8. Тех. паспорт линии Я8-ФЛК.

9. Антипова Л.В., Глотова И.А., Казюлин Г.П. Дипломное проектирование. Правила оформления, инженерные и автоматизированные расчеты на ПЭВМ: Учеб.пособие. – Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 2001.- 584с.

10. Шаповалов Ю.Н., Савенков В.Г., Вьюшина Е.В. Методические указания к оформлению расчетно-проектных, расчетно-графических, курсовых и дипломных проектов/ Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 2003.- 59с.