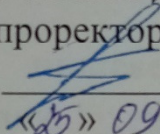


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.11.2023 14:43:48
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e74c1bcaabb73e743d1a48911d156d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров

УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова
2023 г.



**ЭКСТРУЗИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ**

Методические указания по выполнению практических работ
для студентов направления 19.03.02 «Продукты питания из
растительного сырья»

УДК: 664.5.004.14

Составители: А.Г. Калужских

Рецензент

Кандидат биологических наук, доцент *А.Г. Беляев*

Экструзионные технологии в пищевом производстве :
методические указания по выполнению практических работ / Юго-
Зап. гос. ун-т; сост.: А.Г. Калужских. Курск, 2023. 50 с.:
Библиогр.: с.50

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, вопросы для подготовки, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» очной, заочной и сокращенной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ. Бесплатно. *11/11*
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

Введение	4
Перечень тем практических занятий, их объем	5
Правила оформления работ	7
Практическое занятие № 1 «Экструзионные технологии в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий».	8
Практическое занятие № 2 « Анализ новых перспективных способов получения экструдированных продуктов».	9
Практическое занятие № 3 «Экструдеры. Конструкция и принцип действия».	13
Практическое занятие № 4 «Трансформация основных компонентов экструдированного сырья в процессе экструзии».	15
Практическое занятие № 5 «Механизм формирования экструдатов».	20
Практическое занятие № 6 «Применение экструдированных продуктов в хлебопечении».	23
Практическое занятие № 7 «Экструзия шоколада и жиросодержащего материала».	26
Практическое занятие №8 «Производство некоторых видов шоколадных изделий методом экструзии».	30
Практическое занятие №9 «Методы оценки качества экструдированных продуктов».	36
Тест для самоконтроля	46

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Основы экструзионных технологий в хлебобулочном и кондитерском производства» предназначена для подготовки специалистов в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта.

Подготовка специалистов по дисциплине «Основы экструзионных технологий в хлебобулочном и кондитерском производства» позволит на высоком профессиональном уровне участвовать в организации и совершенствовании технологических процессов хлебопекарной, и кондитерской отраслей производства, в разработке новых технологий при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий.

Цель дисциплины: изучить фундаментальные процессы, лежащие в основе экструзионного метода производства хлебобулочных и кондитерских изделий; ознакомиться со способами получения основных видов сырья растительного и животного происхождения и готовых продуктов с их использованием.

При подготовке к занятиям студенты должны изучить соответствующий теоретический материал по учебной литературе, конспекту лекций, выполнить задания для самостоятельной работы, ознакомиться с содержанием практической работы.

В методических указаниях все практические занятия содержит цель его выполнения, краткие теоретические сведения, рекомендуемые для изучения литературные источники, задания для выполнения работы в учебной аудитории и дома. Результаты выполнения заданий студентами оцениваются в конце практического занятия, что учитывается в балльно - рейтинговой оценке знаний студента.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, ИХ ОБЪЕМ

Наименование работ	Объем, часов		
	очная	заочная	Сокращенная (по индивидуальному плану)
Практическое занятие № 1 «Экструзионные технологии в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий».	4	2	
Практическое занятие № 2 «Анализ новых перспективных способов получения экструдированных продуктов».	4	2	
Практическое занятие №3 «Экструдеры. Конструкция и принцип действия».	4		
Практическое занятие № 4 «Трансформация основных компонентов экструдированного сырья в процессе экструзии».	4		
Практическое занятие № 5 «Механизм формирования экструдатов».	4		
Практическое занятие № 6 «Применение экструдированных	4		

продуктов в хлебопечении».			
Практическое занятие № 7 «Экструзия шоколада и жиросодержащего материала») (занятия проводятся в интерактивной форме).	4		
Практическое занятие №8 «Производство некоторых видов шоколадных изделий методом экструзии») (занятия проводятся в интерактивной форме).	4		
Практическое занятие №9 «Методы оценки качества экструдированных продуктов»	4		
ИТОГО	36	4	

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ

1. Отчеты по каждой теме практического занятия оформляются в тетради.
2. Перед оформлением каждой работы студент должен указать ее название, цель выполнения, краткие ответы на вопросы, поставленные в задании, объекты и результаты исследования.
3. Защита каждой работы в течение учебного семестра.

Практическое занятие № 1

Тема: «ЭКСТРУЗИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ»

Цель работы: ознакомиться с основными понятиями экструзионных технологий. Занятия проводятся в малых группах.

Экструзионные технологии в хлебопекарной и кондитерской промышленности.

Экструзионные технологии являются современным и эффективным средством получения многих продуктов питания из различных видов сырья, уникальной способностью этого процесса является его универсальность, как по перерабатываемому сырью, так и по конечным продуктам. С его помощью перерабатывают белки, полисахариды, смеси белков и смеси белков с полисахаридами, цельносмолотое зерно, вторичное сырье мясной и молочной промышленности.

Одним из основных направлений интенсификации технологических процессов пищевой промышленности является изменение физико-химических свойств, природных сырьевых материалов при воздействии на них различными методами. Одним из таких методов является обработка сырья термопластической экструзией, которая обеспечивает большой объем и разнообразие производимой продукции, а также высокий экономический эффект, обусловленный, прежде всего, тем, что один экструдер может заменить целый комплекс машин и механизмов, необходимых для производства продуктов. Экструзией называют технологический процесс выдавливания жгутов перерабатываемой массы через формующие отверстия матрицы. Практически любой продукт, который можно превратить в достаточно пластичную массу, подлежит экструдированию.

Применение экструзионной технологии при производстве пищевых продуктов обеспечивает глубокие биохимические превращения питательных веществ, что способствует повышению их усвояемости и получению экструдатов хорошего качества. Экструзия – идеальный технологический процесс для обогащения продуктов белками, волокнами, витаминами, минеральными веществами и другими добавками. Производство разнообразных продуктов с их повышенным содержанием играет важную роль в профилактике многих заболеваний человека. Ассортимент пищевой продукции, вырабатываемой экструзионной технологией, включает более 400 наименований.

Классификация экструзионных продуктов питания

В основу классификации экструдатов можно положить результаты исследований структуры экструдатов в связи с анализом содержания в них

белков и полисахаридов – основных компонентов в составе экструдатов. В предлагаемой классификации выделяется макро-и микроструктура экструзионных продуктов.

Под макроструктурой понимают такую структуру, которая может быть идентифицирована визуально. Микроструктура экструзионных продуктов может быть изучена лишь с помощью различных инструментальных физико-химических методов исследования. Наиболее распространенными из них являются методы оптической и электронной микроскопии. Характерный размер элементов микроструктуры лежит в диапазоне от 0,1 до 10 мкм.

Задания

Задание 1. Изучить общую характеристику экструзионной технологии.

Задание 2. Изучить классификацию экструзионных продуктов питания.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику процессу экструзии.
2. Классификация экструзионных продуктов.
3. Экструзия – это?
4. Макроструктура – это?
5. Микроструктура – это?

Рекомендуемая литература

1. Неверова О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. - 415 с.
2. Муха, Д.В. Технология производства, хранения, переработки продукции растениеводства и основы земледелия [Текст] : учебное пособие / В. Д. Муха [и др.]. - М. : КолосС, 2007. - 580 с.
3. Технология пищевых производств [Текст]: учебник / под ред. А. П. Нечаева. - М. : КолосС, 2005. - 768 с.

Практическое занятие № 2

Тема: «АНАЛИЗ НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ»

Цель работы: изучить перспективные способы получения экструдированных продуктов. Занятия проводятся в малых группах.

**Анализ новых перспективных способов получения
экструдированных продуктов**

Для получения экструдатов высокого качества на основе изучения характера изменения физико-химических свойств основных компонентов сырья разработаны различные способы и режимы гидротермомеханической обработки экструдированных смесей.

Наиболее распространенное направление совершенствования технологии экструзионных продуктов связано с обогащением рецептурного состава физиологически необходимыми нутриентами пищи.

Новые воздушные зерновые продукты с обогащенным аминокислотным, минеральным и витаминным составом получены за счет добавления к кукурузной крупке 5-20 % сырых пшеничных зародышей. При хороших органолептических показателях в продукте повышено содержание лизина и серосодержащих аминокислот, железа и цинка.

Частично обезжиренная мука арахиса, измельченная на молотковой мельнице, оборудованной ситом с отверстиями 1,6 мм, смешивается с 60% тапиокового крахмала в ленточном смесителе в течение 30 мин. Содержание влаги этой смеси доводится до 40% непосредственно в экструдере калибрующим дозирующим насосом. Проведение этой операции до экструдера нецелесообразно, так как смесь крахмала тапиоки и частично обезжиренной муки арахиса обладает высокой вязкостью и липкостью.

Затем смеси обрабатываются на двухшнековом экструдере со шнеками, вращающимися в одном направлении. Длина шнека составляет 750 мм, а диаметр отверстия матрицы — 20 мм. Температура корпуса в зоне загрузки составляет 25-30 °С и поддерживается охлаждающей водой.

Оптимальные температура обработки и частота вращения шнеков составляют соответственно: для смеси рыбного фарша и крахмала тапиоки — 94-100 °С и 220-400 мин⁻¹, а для смеси частично обезжиренной муки арахиса и крахмала тапиоки — 95-100 °С и 230-400 мин⁻¹.

Выходящий из отверстия матрицы экструдат нарезается на части длиной 15 см и сушится в печи при температуре 90 °С в течение 10 мин для удаления поверхностной влаги и предотвращения слипания. После этого экструдат хранится в герметично закрытых емкостях при 18 °С до заключительного высушивания.

Затем нарезается на кусочки по 2 см² и высушивается воздухом в печи при температуре 50 °С в течение 4...6 ч до конечной влажности 10-12%. Полуфабрикат хранится в воздухонепроницаемых контейнерах при 25 °С до обжаривания. Степень желатинизации крахмала полуфабриката составляет 87-95%.

Обжарка проводится в соевом масле при 200 °С в течение 1,5 мин. При обжаривании продукт расширяется. После этого изделие высушивается окружающим воздухом, с его поверхности удаляется лишнее количество масла.

Использование частично обезжиренной соевой муки известно другой технологии. В рецептурный состав в следующем массовом соотношении компонентов входят: 55% кукурузной крупы, 30% частично обезжиренной арахисовой муки, 10% сахара, 3% солода и 2% соли. Сухие компоненты смешиваются в сухом вертикальном смесителе при малой скорости в течение 2 мин. Жидкий солод постепенно добавляется к полученной ранее смеси и перемешивается с сухой смесью в течение 5 мин при средней скорости. Затем для получения гомогенной смеси процесс продолжается при малой скорости в течение 20 мин. Полученная смесь выдерживается 10 ч (при 3 °С в герметичной емкости для выравнивания влажности, которая составляет 10,3%. Готовая смесь подается в профилеобразующий экструдер (Wenger TX -52) с двумя шнеками, вращающимися в одном направлении с соотношением длины к диаметру 25,5:1 (9 головок). На 7-й головке образующийся пар отводится в окружающую среду. Головки 8 и 9 (зоны 5 и 6) охлаждаются водой с температурой 9 °С для предотвращения вспучивания пеллет. Питатель, прекондиционер и шнеки экструдера эксплуатируются при частоте вращения 19, 96 и 165 мин⁻¹ соответственно. При подаче материала 64 кг/ч в прекондиционер подается пар и вода в количестве 0,3 кг/мин и 0,112 кг/мин соответственно. Время пребывания смеси в прекондиционере составляет 240 с. На выходе из прекондиционера температура достигает 91 °С, а влажность — 24,6%. Температура с 1-й по 6-ю зону обработки постоянно поддерживается 60, 100, 100, 90, 60 и 60 °С соответственно. Пар подается в корпус экструдера в количестве 0,8 кг/мин. Используемая матрица имеет четыре круглых отверстия с диаметром 6 мм каждое. Температура на выходе из экструдера составляет 98 °С, а влажность 19,1%. Полученные пеллеты охлаждаются при комнатной температуре и выдерживаются в герметичной таре в течение двух суток для равномерного распределения влаги.

Плющение пеллет производится на вальцовом станке Wenger RS-90 при постоянной частоте вращения вальцов. Зазор между вальцами составляет 0,43 мм. Затем хлопья обжариваются в сушилке Wenger 4800 при температуре 170 °С в течение 3 мин до конечной влажности 3,1 %.

Фирмой «Nestle» предлагается способ производства термообработанных и экструдированных рисовых гранул, восстанавливаемых в холодной или теплой воде. В состав гранулированного продукта входит рисовая мука со степенью клейстеризации 50-95% (предпочтительно 75-85%) , 5-30% воды, 3-9% жиров и 0,1-3,0% полипропиленгликольальгината.

Дополнительно в состав продукта включают 0,1...1,0% эмульгатора или эмульсионной смеси. Степень полимеризации полипропиленгликольальгината соответствует вязкости 0,01-0,10 Па·с,

предпочтительно 0,01-0,05 Па·с, при температуре 20-30 °С в 0,5- 1,5 % растворе. Смесь рисовой муки, воды, жиров и полипропиленгликольальгината подвергают тепловой обработке в варочном экструдере при температуре 70...150 °С с целью частичной клейстеризации крахмала, получая гранулированный экструдат, который затем подсушивают с целью доведения содержания влаги в нем до 5...7%.

Использование предварительно термообработанных полуфабрикатов. Основная смесь, подвергаемая обработке, состоит из преджелатинизированного кукурузного крахмала (49,5%), преджелатинизированного картофельного крахмала (24%), сахара (24%), соли (1%) и стабилизатора теста (дистиллированного моноглицерида, 1,5 %). Кроме того, для улучшения качества в основную рецептурную смесь добавляют 7 % яичного белка или сывороточного белкового концентрата.

Внутри рабочей камеры влажность расплава поддерживают около 35 %. Для обработки смеси используется экструдер со шнеком, состоящим из нескольких сегментов с различной нарезкой. Температура обработки за счет охлаждения внутри рабочей камеры составляет около 40 °С, температура продукта на выходе из матрицы 60 °С. Суперкритический CO₂ вводится в точке, следующей за элементом с обратной нарезкой шнека (после зоны плавления), через четыре клапана, установленных вокруг корпуса экструдера. Благодаря этому газ движется только в направлении выхода из экструдера. Давление CO₂ автоматически поддерживается большим, чем внутри корпуса, для непрерывной инъекции CO₂ в расплав крахмала при желаемом значении скорости и давления. Для перемешивания CO₂ устанавливается специальный элемент шнека. Давление в матричной зоне экструдера поддерживается на уровне 10... 15 МПа.

Затем экструдат высушивается в печи при температуре 85 °С до получения хрупкой структуры, после этого выдерживается в течение 24 часов. Конечная влажность продукта составляет примерно 5 %.

Задания

Задание 1. Изучить перспективные способы получения экструдированных продуктов.

Контрольные вопросы

1. Укажите перспективные способы получения экструдированных продуктов.
2. Пеллет – это?
3. Экструдированные рисовые гранулы. Технология производства.

Рекомендуемая литература

1. Технология производства пищевых порошков [Текст]: учебное пособие : [по направлению подготовки 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения"] / И. А. Авилова [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2016. – 173с.
2. Неверова О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. - 415 с.
3. Технология пищевых производств [Текст] : учебник / под ред. А. П. Нечаева. - М. : КолосС, 2005. - 768 с.

Практическое занятие № 3

Тема: «ЭКСТРУДЕРЫ. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ»

Цель работы: изучить основной принцип действия и конструкцию экструдера. Занятия проводятся в малых группах.

Конструкция экструдера.

Для реализации процесса экструзии применяется шнековый экструдер, основным рабочим органом которого является шнек специальной конструкции вращающийся в цилиндрическом корпусе. На выходе из корпуса установлена формообразующая матрица.

Характерными особенностями конструкции рабочей части экструдера есть то, что камеры и шнеки смонтированы в соответствии с поставленными технологическими задачами. Отличают загрузочную камеру, в которую вводится сырье и различные добавки, закрытые камеры с отверстиями для измерения температуры и давления, а также для ввода жидких добавок и отбора проб. На шнеки могут устанавливаться различные элементы, что дает возможность создавать дополнительное сопротивление перемещению продукта и перемешивать его в процессе перемещения.

Рабочую часть экструдера с учетом стадий процесса обработки можно условно разделить на три зоны:

- I — зона приема сырья;
- II — зона пластификации и сжатия ;
- III — зона выпрессовывания продукта .

Существует целый ряд конструкций рабочей части шнековых экструдеров:

Одинарные шнеки, в том числе:

- цилиндрический шнек с постоянным шагом;
- цилиндрический шнек с переменным шагом;
- наличие винтовой линии в кожухе шнека;
- конический шнек;

- конический шнек с шагом, что уменьшается к выходу из экструдера.

Сдвоенные шнеки, что не входят в зацепление в том числе:

- шнеки, что вращаются в одном направлении;
- шнеки, что вращаются в разные направления.

Сдвоенные шнеки, что входят в зацепление в том числе:

- шнеки, что вращаются в одном направлении и самоочищаются.
- шнеки, что вращаются в разные направления и частично самоочищаются.

Принцип действия экструдера

Принцип действия экструдеров состоит в том, что в частицах зерна, размещенных в закрытой камере, при нагревании за счет испарений влаги, что имеется в них, возрастает внутренне давление. Мгновенная разгерметизация камеры приводит к расширению паровоздушной смеси и вызывает увеличение объема частиц зерна.

Рабочая часть указанных экструдеров состоит из набора шнеков, между которыми в определенной последовательности размещены подпорные шайбы, набор шнеков и шайб крепится на шпильке с помощью болта с конусной головкой. Внутренняя поверхность кожуха рабочей части имеет продольные каналы, исключающие вращение продукта в процессе его перемещения. На выходе кожуха встроена обычно конусная гайка с отверстием.

Температура перерабатываемого продукта регулируется изменением зазора между конусами болта крепления шнеков и выходной гайки, или изменением диаметра выходного отверстия.

Различные модели экструдеров отличаются конструктивным исполнением элементов, входящих в рабочую часть, количеством рабочих камер, наличием дополнительных систем расширяющих технологические возможности экструдеров, конструкцией питателей, приводов и т. д. Цилиндрическая форма рабочей части является наиболее технологичной в изготовлении, и следовательно, имеет более низкую себестоимость.

Современные конструкции экструдеров реализуют как технологию сухой экструзии, именуемую так тому, что экструдирование происходит при помощи тепла, которое выделяется в процессе прохождения продукта через рабочую часть экструдера, так и возможность использования при экструдировании пара. Для этого экструдер оснащается камерой предварительной обработки сырья паром (кондиционером). Использование пара удваивает производительность и уменьшает износ рабочих частей экструдера.

Процесс сухой экструзии занимает менее 30 секунд. За это время сырье успевает пройти измельчение, смешивание, тепловую обработку, обеззараживание, обезвоживание, стабилизацию и увеличение объема.

Задания

Задание 1. Изучить конструкцию экструдера.

Задание 2. Изучить основной принцип действия экструдера.

Контрольные вопросы

1. Экструдер – это?
2. Рабочая часть экструдера состоит...
3. Назовите составные части экструдера.
4. Принцип действия экструдера.

Рекомендуемая литература

1. Технология производства пищевых порошков [Текст]: учебное пособие: [по направлению подготовки 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения"] / И. А. Авилова [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2016. – 173с.
2. Неверова О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. - 415 с.
3. Технология пищевых производств [Текст] : учебник / под ред. А. П. Нечаева. - М. : КолосС, 2005. - 768 с.

Практическое занятие № 4

Тема: «ТРАНСФОРМАЦИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭКСТРУДИРУЕМОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСТРУЗИИ»

Цель занятия: изучить изменение сырья в процессе экструзии. Занятия проводятся в малых группах.

Трансформация основных компонентов экструдированного сырья в процессе экструзии.

Основными компонентами растительного сырья являются крахмал и белки. Изменение совокупности их свойств лежит в основе процесса экструзии.

Кроме основных компонентов (крахмала, белка, воды) в растительном сырье содержатся в небольшом количестве жиры, клетчатка, минеральные вещества, моно- и дисахариды. Превращения этих элементов в процессе экструдирования не являются определяющими в изменениях физико-химических свойств основных компонентов.

Продукты, полученные путем термопластической экструзии, характеризуются высокой пищевой ценностью, т. к. в процессе экструзии инактивируются антипитательные вещества, уничтожаются микроорганизмы, в то время как реакции уменьшения активности витаминов минимизируются.

В процессе экструзионной обработки крахмалосодержащего сырья наибольшие изменения происходят с его углеводным комплексом, идет интенсивная декстринизация и желатинизация крахмала с образованием крахмального геля, декстринов и сахаров.

Крахмал. Физико-химические свойства крахмала определяют прежде всего его полисахаридный состав, тип гликозидных связей, размер молекул, а также прочность и компактность. В противоположность большинству других биополимеров молекулы полисахаридов, входящие в состав крахмала, по химической структуре неодинаковы, хотя и состоят из одинаковых структурных единиц. Оба полисахарида крахмала в значительной степени отличаются не только структурой, но и молекулярной массой.

Крахмал, составляющий 75% от массы сухих экструдированных систем, в процессе термопластической экструзии при воздействии влаги, температуры, механических напряжений подвергается сложным превращениям, что приводит к изменению его физико-химических свойств.

Установлено, что при физико-химическом воздействии на зерна крахмала возможно изменение их структуры в любом направлении. При механическом же воздействии на крахмал наиболее вероятен разрыв зерен в радикальном направлении.

Крахмал, подобно белкам, обладает гидрофильными свойствами. Однако в холодной воде крахмальные зерна лишь набухают, но не растворяются. Процесс набухания крахмала носит эндотермический характер. Интенсивность набухания возрастает с повышением температуры. Под действием тепловой энергии разрушается структура крахмальных зерен, они увеличиваются в размерах и при определенной температуре разрушаются.

Крахмальная суспензия превращается в вязкий коллоидный раствор – крахмальный клейстер. Температура клейстеризации неодинакова для различных зерновых культур (55-80⁰С). При дальнейшем повышении температуры вязкость крахмального клейстера снижается; при снижении температуры до комнатной клейстер превращается в упругий гель с трехмерной структурой.

В средах пониженной влажности с повышением температуры крахмал переходит в вязко-текучее (клейстеризованное) состояние, образуя так называемый расплав, охлаждение которого также приводит к образованию трехмерной сетки геля. Существенную роль при экструдировании крахмалов играет содержание в них амилозы и амилопектина. Поведение этих двух компонентов крахмала при термопластической экструзии существенно различно.

Во время обработки крахмала, при высоких температурах от 180 до 200 С начинается разложение крахмала с выделением газообразных продуктов, включая диоксид и оксид углерода, а также следы летучих кислот и альдегидов. Приблизительно 5% крахмала превращается в газообразные продукты.

В растительном сырье в менее значительном количестве представлен другой полисахарид – *клетчатка*. Обработка клетчатки в экструдере также изменяет её физико-химические свойства и физиологические качества – заметно возрастает содержание диетической клетчатки. Последнее обстоятельство очень важно с позиции физиологической роли экструдированных продуктов в питании.

Известно, что пищевые волокна выводят из организма некоторые метаболиты пищи и загрязняющие вещества, регулируют физиологические процессы в органах пищеварения, обеспечивают профилактику многих заболеваний человека (сахарного диабета, атеросклероза и др.). Продукты с повышенным содержанием пищевых волокон рекомендуются для профилактического употребления при недостатке витаминов и биологически активных компонентов пищи, при физических и интеллектуальных напряжениях в период выздоровления, при беременности лактации, с целью коррекции веса.

Белки. Под действием различных физических и химических факторов белки подвергаются изменениям, которые обозначаются общим термином денатурация. Денатурация представляет собой внутримолекулярное явление, характеризующееся, скорее всего, физической перегруппировкой внутренних связей. Происходит нарушение упорядоченности внутреннего строения молекулы, количественно характеризуемое изменением физико-химических свойств белков (растворимости, вязкости растворов, устойчивости к действию ферментов и др.). Считается, что денатурация

связана с нарушением вторичной, третичной, четвертичной структур нативного белка с сохранением его первичной структуры.

При экструзионной обработке растительного сырья на белки одновременно действует целый комплекс факторов, вызывающих денатурацию: нагревание, механические напряжения сдвига, сжатия, а также различные химические денатурирующие реагенты.

При денатурации белок из гидрофильного состояния переходит в гидрофобное. Наблюдается изменение оптической активности белков, увеличение реактивности химических групп, ранее экранированных внутри глобулы. Глобулярные белки зернового сырья, устойчивые к действию протеолитических ферментов, после денатурации легче образуют фермент-субстратный комплекс.

Следует отметить, что компактно свернутые пептидные цепи нативного белка не разворачиваются до тех пор, пока в пространство между ними не попадает вода. Поэтому сухие белки более устойчивы к тепловой денатурации, чем белки в растворе.

Некоторые химические соединения оказывают на белки защитное действие. Так, денатурация тормозится концентрированными растворами глюкозы и других сахаров, что связано видимо, с их адсорбцией на глобулах белков и образованием крупных гидрофильных комплексов.

Липиды. Экструдированное сырье должно содержать небольшое количество жиров, не более 5%. Наличие жиров падение давления внутри экструдера, что может привести к полному прекращению экспандирования (расширения струи выходящего из фильеры продукта). В то же время при этом инактивируются липазы, оказывающие отрицательное влияние на продукт в процессе хранения.

Витамины. Витамины в большинстве случаев являются термонестабильными веществами. На степень их сохранности (или разрушения) оказывают влияния такие факторы, как температура и продолжительность обработки, природа исходного сырья, его влажность, давление, частота вращения шнеков, диаметр отверстий матрицы экструдера. Установлено, что повышение влажности сырья улучшает сохранность витаминов, так как способствует снижению температуры обработки и сокращению её продолжительности. Размер отверстий матрицы и температура обработки, как показала экструзия обрушенного и цельного зерна в тритикале, также влияют на количество витаминов в экструдированном продукте.

Особенности технологии производства экструдатов.

Для получения экструдатов высокого качества на основе изучения характера изменения физико-химических свойств основных компонентов сырья разработаны различные способы и режимы гидротермомеханической обработки экструдированных смесей.

Наиболее распространенное направление совершенствования технологии экструзионных продуктов связано с обогащением рецептурного состава физиологически необходимыми нутриентами пищи.

Новые воздушные зерновые продукты с обогащенным аминокислотным, минеральным и витаминным составом получены за счет добавления к кукурузной крупке 5-20% сырья пшеничных зародышей. При хороших органолептических показателях в продукте повышено содержание лизина и серосодержащих аминокислот, железа и цинка.

Представления о механизме формирования экструдатов различной структуры, полученных термопластической экструзией, открывают широкие возможности регулирования их функциональных свойств. Эти возможности определяются в основном гетерофазной природой экструдатов, когда их функциональные свойства зависят от свойств не только непрерывной, но и дисперсной фаз.

Отличительной особенностью переработки пищевого сырья с помощью экструзионной технологии является то, что с помощью одной машины осуществляется несколько операций: смешивание компонентов исходного продукта, тепловая обработка, варка, транспортировка и формование. Это позволяет достичь ряда важных преимуществ по сравнению с другими видами обработки пищевого сырья:

- получить продукты питания лечебно-профилактического и функционального назначения с низкой микробиологической загрязненностью;

- повысить усвояемость готовой продукции;
- значительно сократить время обработки;
- уменьшить энерго- и трудозатраты.

При помощи данного метода хлебобулочные и кондитерские изделия и др..

Экструзионная обработка продуктов позволяет:

- интенсифицировать производственный процесс;
- повысить степень использования сырья и его усвояемость;
- получить готовые к применению пищевые продукты;
- снизить производственные и трудовые затраты;
- расширить ассортимент экструдатов;
- снизить микробиологическую обсемененность продуктов;
- уменьшить загрязнение окружающей среды.

Таким образом, процесс экструзии позволяет обеспечить высокое качество получаемых комбинированных продуктов питания, а также снизить материально-энергетические затраты при их производстве.

Задания

Задание 1. Изучить конструкцию экструдера.

Задание 2. Выявить технологии производства экструдатов.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные компоненты растительного сырья.
2. Крахмал. Его свойства и изменения.
3. Белки. Его свойства и изменения.
3. Липиды. Его свойства и изменения.
4. Витамины. Его свойства и изменения.
5. Назовите особенности технологии производства экструдатов.

Рекомендуемая литература

1. Неверова О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. - 415 с.
2. Муха, Д.В. Технология производства, хранения, переработки продукции растениеводства и основы земледелия [Текст] : учебное пособие / В. Д. Муха [и др.]. - М. : КолосС, 2007. - 580 с.
3. Технология производства продовольственных товаров [Текст] : учебник / под ред. В. И. Хлебникова. - М.: Академия, 2007. - 348 с. - (Среднее профессиональное образование).

Практическое занятие № 5

Тема: «МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЭКСТРУДАТОВ»

Цель работы: изучить механизм формирования структуры экструдатов. Занятия проводятся в малых группах.

Механизм формирования структуры экструдатов.

При экструзионной обработке крахмалосодержащего растительного сырья происходят изменения в составе и свойствах

компонентов, определяющие органолептические, физико-химические, структурно-механические свойства готовых продуктов, их пищевую и биологическую ценность. Глубина их изменений определяется параметрами экструзии.

В 2007 году существует несколько концепций формирования микроструктуры экструдатов. По мнению О. В. Смита, при переходе биополимеров в вязко-текучее состояние, когда происходит денатурация белков и желатинизация крахмала, макромолекулы биополимеров разворачиваются и преимущественно ориентируются под действием сил сдвига в направлении течения расплава биополимеров. Ориентация цепей преимущественно протекает в зоне дозирования, предматричной зоне и непосредственно в матрице. То есть в основе структурообразования прежде всего лежит явление ориентации макромолекул под действием сил сдвига.

Аналогично мнение Р. Харпера – механизм формирования анизотропной структуры экструдатов следующий: при переходе сырья в вязко-текучее состояние происходит денатурация белка и клейстеризация крахмала, при этом молекулы под действием сил сдвига разворачиваются и ориентируются. При охлаждении расплава биополимеров происходит смешивание макромолекул и образование протяжных агрегатов.

В. Б. Толстогузовым было выдвинуто предположение, согласно которому в основе формирования микроволнистой структуры экструдатов лежит явление деформации дисперсных частиц при течении гетерофазного расплава смесей биополимеров.

В ходе экструдирования исходный крахмалосодержащий материал, подвергшийся термомеханической деструкции, переходит из дисперсного сыпучего состояния в упруго-вязкопластичную массу (гель), характерную для крахмальных клейстеров высоких концентраций и денатурированных белков. Эти превращения происходят при действии на сырье, с необходимым количеством влаги (до 40%), высоких температур (до 200 С) и давления (до 25 МПа).

Если продукт, уплотняясь, прогревается за счет сил трения частиц о поверхности вращающихся рабочих органов и деформаций сдвига, то такой режим работы – политропный. Образующаяся масса перемещается шнеком к матрице и при определенном давлении выпрессовывается через её отверстия.

Величина давления в значительной мере обусловлена сопротивлением отверстий матрицы и структурно-механическими свойствами обрабатываемой массы. После выхода продукта из отверстий матрицы в результате резкого перепада температуры и давления (между зонами высокого (6-25 МПа) и атмосферного давления) происходит мгновенное ($1,2 \times 10^{-6}$ с) испарение влаги. Аккумулированная продуктом энергия высвобождается со скоростью, примерно равной скорости взрыва, что

приводит к образованию пористой структуры и увеличению объема экструдата (расширению). При этом в результате «взрыва» продукта происходят глубокие преобразования его структуры: разрыв клеточных стенок, деструкция и гидролиз.

Доказано, что расширение продукта на выходе из отверстий матрицы непосредственно является следствием физических свойств воды. При таких термических условиях (температура в экструдере может изменяться в пределах 110-200⁰С) и под очень большим давлением вода существует только в жидком состоянии. Когда пластифицированный материал выходит из фильеры и достигает атмосферного давления, вода из состояния перегретой жидкости мгновенно превращается в пар, выделяя значительное количество энергии. Под действием давления пара в продукте образуются поры, а оставшиеся целыми крахмальные зерна разрываются. Резкое понижение температуры обеспечивает затвердевание крахмала и фиксирует альвеолярную структуру, образующуюся под действием водяного пара. В работе (5) было показано, что вклад пара при «взрывном» испарении воды линейно возрастает с увеличением содержания крахмала в экструдированной смеси.

В процессе экструдирования при высоких давлениях и температурах создаются условия для так называемой «сухой клейстеризации», или желатинизации, крахмала. Молекулы крахмала подвергаются максимальной деструкции в процессе выхода продукта из экструдера. Вода из состояния перегретой жидкости мгновенно превращается в пар, разрушая при этом молекулы амилозы и амилопектина до декстринов и сахаров. В результате гидротермической обработки в экструдатах резко снижается содержание крахмала с соответствующим увеличением содержания водорастворимых сахаров и декстринов, улучшается атакуемость крахмала глюкоамилозой, что обеспечивает высокую питательную ценность готовых продуктов.

Вспучивание полуфабриката происходит следующим образом. Желатинизация крахмала приводит к образованию крахмального геля, который попадая в горячую среду, размягчается, приобретая упруго-эластичные свойства, а влага, превращаясь внутри геля в пар, образует в нем мельчайшие пузырьки и поры. Происходит насыщение геля множеством пузырьков, т. е. вспучивание.

Установлено, что характер и интенсивность протекания процесса экструзии и глубину физико-химических изменений экструдата определяют основные технологические параметры: температура и давление экструдированного материала перед матрицей; его влажность; продолжительность нахождения продукта в рабочей зоне экструдера; конструкция матрицы; частота вращения прессующего шнека; конструкция шнековой части экструдера.

Задания

Задание 1. Изучить механизм формирования структуры экструдатов.

Контрольные вопросы

1. Экструдированные продукты – это?
2. Формирования микроволнистой структуры экструдатов.
3. «Сухая клейстеризация» - это?
4. Вспучивание полуфабриката – это?

Рекомендуемая литература

1. Неверова О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. - 415 с.
2. Муха, Д.В. Технология производства, хранения, переработки продукции растениеводства и основы земледелия [Текст] : учебное пособие / В. Д. Муха [и др.]. - М. : КолосС, 2007. - 580 с.
3. Технология производства продовольственных товаров [Текст] : учебник / под ред. В. И. Хлебникова. - М.: Академия, 2007. - 348 с. - (Среднее профессиональное образование).

Практическое занятие № 6

Тема: «ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ»

Цель работы: изучить влияние экструдированных продуктов на выход готовых изделий. Занятия проводятся в малых группах.

Влияние экструдированных продуктов на выход готовых изделий.

Одним из важнейших экономических показателей в хлебопекарном производстве является выход хлеба, характеризующий количество готовой продукции, полученной из сырья в соответствии с рецептурой. Отмечается увеличение выхода хлеба (на 2,4%) при внесении МНТ солодовой в количестве 5%, что свидетельствует о целесообразности применения МНТ солодовой в технологии хлебобулочных изделий.

При хранении хлеба происходит изменение его качества. Предусмотрено определение кинетики изменения усилий, возникающих в процессе сжатия пробы мякиша с целью определения его общей, упругой и пластической деформации.

Изменение реологических характеристик мякиша хлеба с добавлением МНТ солодовой в количестве 5% при хранении в течение 7 суток при температуре 20⁰С представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Изменение общей, упругой и пластической деформаций хлеба в процессе хранения

Наименование проб хлеба из пшеничной муки первого сорта	Период хранения, сутки	Деформация мякиша хлеба, мм		
		Общая	Упругая	Пластическая
С добавлением солода ржаного ферментированного, 7% (контроль)	1	15,48	3,45	12,03
	2	13,21	3,32	9,89
	3	11,42	2,85	8,57
	4	10,29	2,92	7,37
	5	10,38	2,64	7,74
	6	10,55	2,60	7,95
	7	10,51	2,53	7,98
С добавлением МНТ солодовой, 5%	1	11,21	3,55	7,66
	2	10,37	3,44	6,93
	3	9,59	3,26	6,33
	4	8,78	3,12	5,66
	5	8,22	2,92	5,30
	6	8,08	2,89	5,19
	7	7,91	2,84	5,07

Из данных таблицы следует, что проба хлеба с добавлением солода ржаного ферментированного, 7% в течение 3 суток хранения характеризовалась значительной динамикой снижения общей деформации мякиша, в сравнении с последующим периодом хранения. Это можно объяснить процессом ретроградации крахмала, при котором происходит агрегация структурных элементов, приводящая к уплотнению молекул крахмала и выделению влаги, поглощенной при его клейстеризации. Далее при последующем хранении происходило незначительное увеличение общей деформации (на 2,5%), обусловленное изменением структуры белковых веществ.

При хранении опытной пробы хлеба с добавлением МНТ солодовой изменение физического состояния мякиша протекало медленнее. В течение 3-4 суток хранения не наблюдалось значительного уплотнения мякиша хлеба. По всей вероятности наличие большого количества водорастворимых пентозанов в солодовой муке, способствовало снижению скорости ретроградации крахмала, препятствуя агрегации амилопектина.

В процессе хранения контрольной пробы хлеба наблюдалось снижение упругой деформации на 7 сутки (на 27%), тогда как данный показатель опытной пробы хлеба снизился на 20%.

Для объективной оценки процесса черствения хлеба применяли метод, основанный на сравнении углов наклона контрольной и экспериментальной проб между лучами, отражающими показатели общей деформации мякиша [1]. Сравнивали углы наклона лучей, отражающих средние изменения общей деформации мякиша в процессе хранения хлеба и лучами, направленными параллельно оси абсцисс из точки первого значения показателя общей деформации мякиша в первый день хранения.

Таким образом, целесообразность применения в технологии хлеба из пшеничной муки МНТ солодовой в количестве 5% приводит к увеличению выхода и замедлению процесса черствения изделий.

Задания

Задание 1. Изучить влияние экструдированных продуктов на выход готовых изделий.

Контрольные вопросы

1. Экструдированные продукты – это?
2. Применение экструдированных продуктов в хлебопекарном производстве.
3. Влияние экструдированных продуктов на выход готовых изделий.

Рекомендуемая литература

1. Авилова, И.А. Технология производства пищевых порошков [Текст] : учебное пособие : [по направлению подготовки 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения"] / И. А. Авилова [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2016. – 173с.
2. Ауэрман Л.Я Технология хлебопекарного производства [Текст]: учебник / Л.Я. Ауэрман. - 9-е изд., перераб. и доп.-М.:Профессия, 2009. - 416 с.

3. Пащенко, Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебобулочных изделий [Текст]: учебное пособие / Л.П. Пащенко, И. М. Жаркова. М.: Колос С, 2008. – 389 с.

Практическое занятие № 7

Тема: «ЭКСТРУЗИЯ ШОКОЛАДА И ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА»

Цель работы: изучить экструзионные технологии при производстве шоколада и жиросодержащего сырья. Занятия проводятся в малых группах.

Непрерывная экструзия шоколада и жиросодержащего кондитерского материала.

Способ непрерывной экструзии твердого или полутвердого жиросодержащего кондитерского материала. Способ предусматривает подачу шоколада или жиросодержащего кондитерского материала в шнековый экструдер и создание давления. Давление выбрано таким, что оно заставляет твердый шоколад или полутвердую нетекучую его форму продвигаться вперед к сужению потока. Температура шнека выбрана в пределах от 10 до 35°C, температура стенки шнековой камеры - от -50 до +20°C. Температура шнека на 5-50°C выше температуры стенки камеры. Шнек вращают со скоростью от 1 до 500 об/мин. Шнек используют с таким диаметром и шагом винта, что коэффициент сжатия шнека составляет от 1:1 до 5:1. Экструдированный продукт имеет поперечное сечение того же профиля, что и выходное отверстие головки экструдера. Способен сохранять свою форму. Продукт имеет временную гибкость или пластичность такую, что возможно манипулировать с ним, резать его или пластически деформировать до того, как он утратит гибкость или пластичность. При этом обеспечивается непрерывная эффективная экструзия шоколада или жиросодержащего кондитерского материала.

Однако в процессе осуществления непрерывной экструзии с использованием шнекового экструдера может генерироваться тепло в результате трения шоколада в условиях усилий сдвига между шнеком и стенкой шнековой камеры экструдера. Это тепло имеет тенденцию повышать температуру, в результате шоколад тает и расплавленный жир растаявшего шоколада играет роль смазки, приводящей к скольжению шоколада по стенке камеры, что мешает эффективному экструдированию.

Пластичная экструзия шоколада и жиросодержащих материалов для кондитерских изделий.

Способ пластичного экструдирования жиросодержащих материалов для кондитерских изделий, который включает подачу жиросодержащего кондитерского материала в экструдер и приложение давления к жиросодержащему кондитерскому материалу по существу в твердой или полутвердой нетекучей форме перед сужением потока, при этом температура, давление, относительное сужение и скорость экструзии такие, что жиросодержащий кондитерский материал экструдирован и остается по существу в твердой или полутвердой нетекучей форме с образованием максимально гомогенного экструдированного продукта, имеющего поперечное сечение по существу такого же профиля, как выпускное отверстие головки экструдера, способного удерживать форму и обладающего временной пластичностью или пластичностью, позволяющими производить с ним физические манипуляции, резать или пластически деформировать его до того, как он утратит гибкость или пластичность.

Временная пластичность экструдированного жиросодержащего кондитерского материала, полученного по данному способу может сохраняться до 4 часов или менее, например от 1 секунды до 2 часов, например от 10 секунд до 1 часа. В течение такого периода временной пластичности экструдированный жиросодержащий кондитерский материал можно чисто разрезать.

Экструдирование можно осуществлять периодически или непрерывно, преимущества непрерывной экструзии следующие:

- а) скорость экструзии является постоянной и непрерывной;
- б) совместная экструзия проще, так как шоколад или жиросодержащий кондитерский материал экструдирован с постоянной скоростью;
- в) можно выполнять непрерывную резку ниже по течению потока экструдированного жидкого шоколада для получения отдельных кусков.

Важно, чтобы шоколад в достаточной степени хорошо прилипал к поверхности стенки камеры и в достаточной степени скользил по поверхности шнека экструдера, так чтобы экструдер мог генерировать экструзионное давление. Не менее важно, чтобы температура на обеих поверхностях не была достаточно высокой для того, чтобы вызвать существенное таяние шоколада.

Температуру шнека можно регулировать, например жидкостью, такой как вода, при соответствующей температуре, пропускаемой через внутреннюю часть шнека. Например, жидкость может входить в начале потока и протекать до конца потока по одному или более продольных желобов, а затем возвращаться по одному или более продольных желобов к началу потока, где ее выпускают. Температуру стенки шнековой камеры экструдера можно регулировать, например жидкостью, такой как вода, или

гликоль, или их смесь, которую при соответствующей температуре пропускают через рубашку камеры экструдера.

Температуры шнека и стенки камеры можно регулировать в соответствии с типом жиров, присутствующих в экструдруемом материале. Например, жиры с более высокими температурами плавления обычно требуют более теплых стенок камеры и шнека экструдера, нежели жиры с более низкими температурами плавления. Температура материала и точка плавления жиров, присутствующих в экструдруемом материале, могут влиять на степень гибкости экструдированного продукта.

Если температура шнека слишком низкая, шоколад будет прилипнуть к шнеку и не будет продвигаться в этой зоне (вдоль шнека) вперед, тогда как, если температура слишком высокая, шоколад тает, блокируя поток. В зависимости от типа жиров, присутствующих в экструдруемом материале, температура шнека экструдера может быть от 10°C до 35°C, обычно от 15°C до 30°C.

Что касается температуры стенки камеры, если температура стенки камеры слишком высокая, шоколад будет таять и соскальзывать по стенке, что может повлиять на эффективность экструзии. В зависимости от типа жиров, присутствующих в экструдруемом материале, температура стенки камеры может быть от -50°C до +20°C, обычно от -25°C до +15°C. Часто может быть удобным, когда температура стенки камеры ниже, чем поступающего в экструдер шоколада или жиросодержащего кондитерского материала, но в некоторых обстоятельствах температура стенки камеры может быть выше, чем поступающего в экструдер шоколада или жиросодержащего материала. Скольжение жиросодержащего кондитерского материала по стенке камеры можно также уменьшить приданием шероховатости стенке камеры, например рифлением, чтобы образовать в стенке продольные и спиральные бороздки. Спиральные бороздки предпочтительно должны идти в направлении, противоположном направлению винта шнека, и предпочтительно имеют более длинный шаг, чем шнек.

Удобно, когда температура шнека выше температуры стенки камеры, например от 5°C до 50°C, предпочтительно от 10°C до 40°C и более предпочтительно от 12°C до 30°C.

Коэффициент сжатия шнека может находиться в пределах от 1:1 до 5:1 и предпочтительно от 1.5:1 до 3:1. Коэффициенты сжатия выше 5:1 могут вызвать закупоривания экструдруемого материала. Отношение длины к диаметру шнека может находиться в пределах от 5:1 до 30:1 и предпочтительно от 10:1 до 25:1.

Диаметр шнека может быть, например, от 20 до 500 мм. Скорость вращения шнека может составлять, например, от 1 до 500 об/мин. Конкретный диаметр и скорость вращения шнека могут быть выбраны

специалистом в данной области техники в соответствии с требованиями. Производительность зависит от скорости вращения шнека и может составлять от 1 до 5000 кг/ч в соответствии с требованиями.

Кроме того, шоколад или жиросодержащий кондитерский материал можно экструдировать совместно с другими пищевыми материалами, такими как мороженое, шербет, йогурт, мусс, карамель, пралине, зефир, нуга или желе и т.д., являющимися предпочтительными, когда жиросодержащий кондитерский материал экструдировать в полый или трубчатой форме.

Температура экструдированного шоколада или жиросодержащего кондитерского материала предпочтительно составляет от 15°C до 28°C, обычно от 18°C до 25°C, например от 20°C до 23°C.

Задания

Задание 1. Изучить метод непрерывной экструзии при производстве шоколада из жиросодержащего кондитерского материала.

Задание 2. Изучить метод пластичной экструзии при производстве шоколада и жиросодержащих материалов для кондитерских изделий.

Контрольные вопросы

1. Сущность непрерывной экструзии.
2. Сущность пластичной экструзии.

Рекомендуемая литература

1. Авилова, И.А. Технология производства пищевых порошков [Текст] : учебное пособие : [по направлению подготовки 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения"] / И. А. Авилова [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2016. – 173с.
2. Лурье, И. С. Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве [Текст] : справочник / И. С. Лурье, А. И. Шаров. - М. : Колос, 2001. - 352 с.
3. Технология хлеба [Текст]: учебник. Ч.1: технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. 2005.-559 с.

Практическое занятие №8

Тема: «ПРОИЗВОДСТВО НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ШОКОЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ»

Цель работы: изучить производство шоколадных изделий методом экструзии. Занятия проводятся в малых группах.

Шоколадные капельки, хлопья, чипсы.

Шоколадные чипсы производят в очень больших количествах. Их продают в маленьких пакетиках для использования в домашних условиях, а также на вес как ингредиент для производства печенья и других мучных кондитерских изделий.

Вязкий шоколад, надлежащим образом темперированный, непрерывно поступает из маленьких сопел на движущуюся металлическую ленту, которая проходит через охладитель, и после застывания чипсы поступают прямо на упаковку.

При расфасовке необходимо убедиться в том, что чипсы полностью охлаждены — в противном случае внутреннее тепло, выделяющееся в

процессе упаковки, нагреет их и приведет к образованию сильного жирового налета.

«Шоколадные чипсы» производят обычно в форме пирамидок или куполов и перед застыванием покрывают цветной сахарной оболочкой. Такие конфеты в привлекательных цветных упаковках пользуются большой популярностью у детей.

Валковое отсаживание было разработано для производства небольших кондитерских изделий с использованием шоколада или других смесей на жировой основе. Эти изделия могут иметь форму чечевицы, кофейных бобов, небольших яиц, шариков и т. д. и формируются парой валков из нержавеющей стали с углублениями для двух частей изделия.

Полые валки снабжены специальной системой циркуляции охлаждающей жидкости, которая охлаждает валки таким образом, что когда жидкую темперированную массу помещают между ними, то образуется непрерывная лента с формованными изделиями. Потом эту ленту пропускают через холодильную камеру для окончательного охлаждения. Длину холодильной камеры можно регулировать в соответствии с заданными требованиями. Например, если рабочее пространство ограничено, то для сокращения длины охладительного туннеля можно использовать многопроходный охладитель.

После охлаждения содержимое ленты поступает по конвейеру во вращающийся перфорированный барабан. Скорость вращения и угол наклона барабана регулируют таким образом, чтобы отделить формованные изделия от бортиков, соединявших их во время формования. Такая технология позволяет также разгладить по-верхности для дальнейших технологических процессов - например дражирования или шлифовки. Кусочки, проходящие через отверстия барабана, подвергают вторичной обработке.

Производительность такой валковой линии зависит от ширины валков, количества установленных пар валков и может составлять от 125 до 600 кг/ч. Конструкция подобной установки позволяет вносить изменения в ассортимент и полностью заменять продукт.

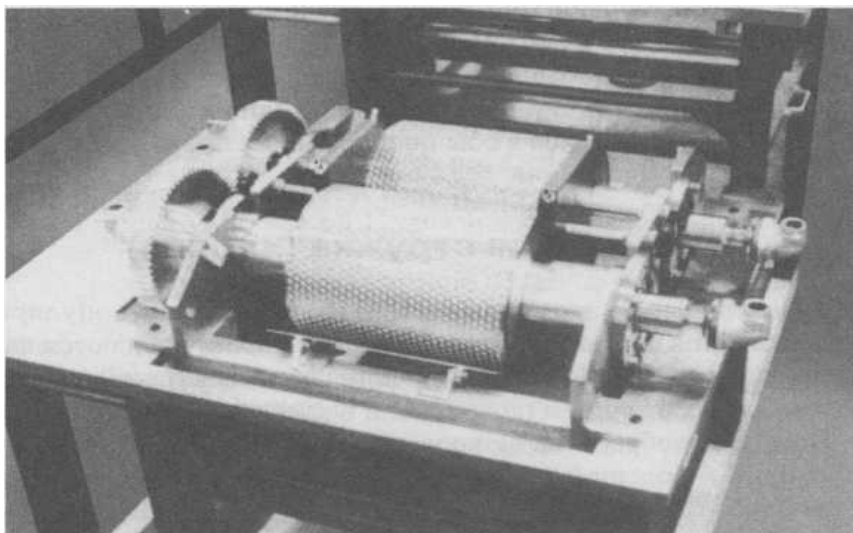


Рисунок 1 - Валковая отсадочная машина Фирма Aasted Mikroverk, г. Бигмаркен, Дания.

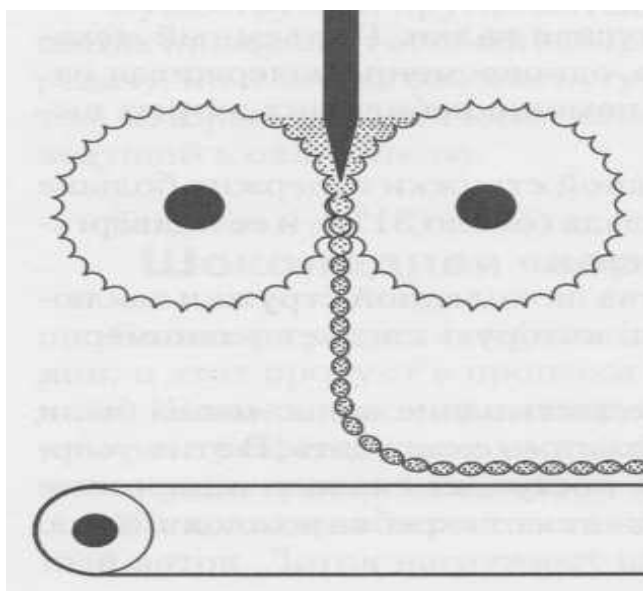


Рисунок 6 - Принцип действия валковой отсадочной машины Фирма Aasted Mikroverk г. Бигмаркен, Дания.

Шоколадная стружка (хлопья).

«Шоколадные хлопья» — это коммерческое название очень популярных в Англии шоколадных плиток, но сходные шоколадные изделия продаются как в других странах Европы, так и в США. Идея производства шоколада такой формы возникла в связи с физическим состоянием шоколадной пасты, выгружаемой из измельчающих валков. Поскольку обработка шоколадной массы при производстве обычного шоколада проходит с большой скоростью, она крошится на множество мелких хлопьев. Если понизить скорость валков, слой с их поверхности может быть

удален в виде сплошного пласта, который в зависимости от угла скребкового ножа может быть собран в виде скрученных, частично сжатых полосок с длиной, равной ширине вала.

Ширину полоски, а также количество собираемого с вала материала можно контролировать, периодически останавливая и запуская валки. Подъемный механизм механически удаляет полоску с ножа скребка, одновременно задерживая валок. Длину отдельных полосок контролируют при помощи небольших острых выступов, расположенных по длине ножа скребка.

Измельченная масса для производства шоколадной стружки содержит больше жира, чем предназначенная для производства шоколада (около 31%), и ее подвергают дополнительному механическому перемешиванию.

Другой метод получения массы для производства шоколадной стружки заключается в добавлении небольшого количества воды, которую следует равномерно распределить по всему объему изделия.

Чтобы темперирование шоколада и устойчивое застывание какао-масла были успешными, в процессе перемешивания массу необходимо охлаждать. В этих условиях (для молочного шоколада — 30-32 °С) масса поступает сначала в нарезные валки и затем в форме полосок автоматически передается от скребка в холодильную камеру, где и застывает.

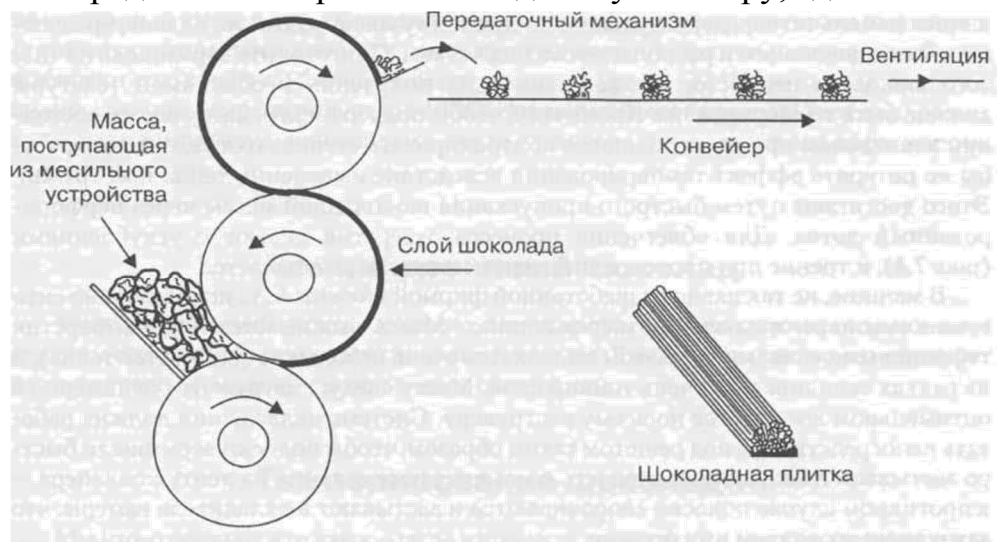


Рисунок 7 Производство шоколадной стружки (хлопьев)

Такая технология и более высокое содержание жира по сравнению с обычной измельчаемой массой обеспечивают повышенную твердость конечной шоколадной плитки, которая по своей структуре является довольно хрупкой. По своему объему она также имеет небольшую массу, что выгодно с точки зрения продаж.

За последние годы такая шоколадная стружка приобрела значительную популярность как добавка к мороженому. Их также продают как тонкие шоколадные плитки повышенной твердости.

Принцип производства хлопьев изображен на рисунок 7. Существуют и другие методы передачи стружки, снимаемой с валков. В одном из них применяют особый заборный механизм, который не только осуществляет передачу, но и слегка сжимает стружку. В другой системе применяют подъемный лоток, который периодически наклоняется, выталкивая тонкие полоски на конвейер, ведущий к охладителю.

Шоколадная «вермишель», шоколадная крошка.

Слово «вермишель» (*vermicelli*, «маленькие червячки») пришло к нам из Италии, и этот продукт в процессе производства действительно напоминает «червячков». Шоколадную вермишель некоторое время назад широко применяли для покрытия трюфелей, но в настоящее время ее чаще используют в производстве мучных кондитерских изделий.

Шоколадную вермишель обычно получают экструзией через перфорированный лоток. Лоток нагружают шоколадной массой с помощью шнекового вращающегося измельчителя, действующего по принципу мясорубки, или валков, вращающихся под давлением и располагаемых над лотком. Приготовить вермишель из чистого шоколада непросто, так как масса для получения необходимой текстуры должна быть темперирована. Кроме того, чтобы поддерживать массу в этом состоянии в шнековом прессе, необходимо контролировать степень охлаждения так, чтобы не потерять эффект темперирования вследствие выделения тепла при трении. Этого достигают путем быстрого пропускания шоколадной массы через перфорированный лоток. Для облегчения процесса отверстия делают с углублениями, и трение при прохождении через отверстие уменьшается.

В машине, не так давно разработанной фирмой Lloveras S.A., использовано сито с тонкими перегородками на перекадинах. Масса выжимается через отверстия тефлоновыми валками (при этом выделяется очень небольшое количество тепла), и на валках скапливается очень тонкий

слой. Массу следует загружать равномерно в оптимальном количестве по всему экструдеру. Система охлаждения должна работать непосредственно под решетом таким образом, чтобы полоски вермишели быстро застывали и сохраняли твердость к моменту поступления на ленту конвейера — в противном случае полоски сворачиваются и застывают в охладителе камеры, что затрудняет их разлом при отсадке.

«Выжатая» масса поступает на ленту для охлаждения и преобразуется в серию полосок длиной от 15 до 23 см. Затем продукт поступает на формовочный поддон и при вращении крошится на части длиной от 0,3 до 0,6 см и глазируется сиропом. Для придания продукту более насыщенных цветов сироп может быть окрашен с использованием разрешенных пищевых красителей.

Более легкий способ изготовления шоколадной вермишели состоит в смешивании перед экструзией шоколадной массы примерно с 6% воды, получая таким образом нужную текстуру, которая постоянна и не зависит от изменений температуры внутри прессы. Такая готовая вермишель, однако, нуждается в некоторой сушке, а ее текстура уступает по качеству чистому шоколаду.

При третьем методе производства шоколадной вермишели, когда требуется продукт для мучных кондитерских изделий и ему не требуется длительный срок хранения, используют мягкий растительный жир. Процесс ее изготовления похож на описанный выше с использованием какао, сахара и растительных жиров (а также сухого молока для получения светлых цветов), причем растительный жир выбирают так, чтобы он был вязким при температуре 31-32 °С, но не расплавлялся полностью при температуре выше 40 °С. Эта масса может прессоваться в широком интервале температур, однако даже после глазирования подвержена образованию жирового налета.

Задания

Задание 1. Изучить технологию производства шоколадных капелек, хлопьев чипсов.

Задание 2. Изучить технологию производства шоколадной «вермишель», шоколадной крошки.

Контрольные вопросы

1. Технологию производства шоколадных капелек, хлопьев чипсов.
2. Технологию производства шоколадной «вермишель» и крошки.

Рекомендуемая литература

1. Авилова, И.А. Технология производства пищевых порошков [Текст] : учебное пособие : [по направлению подготовки 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения"] / И. А. Авилова [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2016. – 173с.
2. Лурье, И. С. Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве [Текст] : справочник / И. С. Лурье, А. И. Шаров. - М. : Колос, 2001. - 352 с.
3. Технология хлеба [Текст]: учебник. Ч.1: технология хлеба, кондитерских и макронных изделий. 2005.-559 с.

Практическое занятие №9

Тема: «МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ»

Цель работы: изучить методы оценки качества экструдированной продукции. Занятия проводятся в малых группах.

Методы оценки качества экструдированной продукции.

Методы оценки показателей качества подразделяются в зависимости от способов сравнения показателей качества и источника получения информации или используемых средств.

В зависимости от способа сравнения показателей качества разделяют дифференциальный, комплексный и смешанный методы оценки уровня качества.

Дифференциальный метод подразумевает сопоставление единичных показателей качества оцениваемой продукции с единичными базовыми показателями, установленными для данного вида продукции. При дифференциальном методе оценки уровня качества считают, что все показатели одинаково значимы в общей оценке качества продукции.

Комплексный метод оценки качества продукции основан на использовании одного обобщенного показателя, объединяющего показатели, выбранные для оценки качества продукции. Показатели переводят в безразмерные, определяют их значимость — коэффициент весомости в общей оценке качества — и вычисляют обобщенные показатели.

Смешанный метод основан на одновременном использовании единичных и комплексных показателей качества продукции.

Показатели качества экструдированных продуктов, свидетельствуют о достаточно высоком уровне сложности проблемы измерения и однозначной оценки качества.

Характерной особенностью экструдированных продуктов является то, что их качество не может быть описано каким-либо одним или несколькими показателями. Полное описание их качества требует использования десятков показателей, значимость которых может быть сравнима между собой.

Для анализа качества пищевых продуктов используется ряд моделей на основе характеристических показателей. Наиболее распространенной является модель, предложенная А. М. Бражниковым, согласно которой иерархическая классификация свойств продукции разделена на четыре группы:

- *критические свойства*, однозначно определяющие безопасность продуктов; к ним относятся гигиенические свойства;
- *существенные свойства*, которые в большей мере характеризуют ценность продуктов (биологическая ценность и органолептические характеристики);
- *второстепенные свойства*, значительно меньше влияющие на оценку качества продуктов, хотя для отдельных их видов они могут быть достаточно важными (содержание свободной влаги, стойкость при хранении и др.);
- *свойства, слабо влияющие на качество*, наличие которых желательно, но не обязательно (внешний вид, упаковка, этикетки и т. д.).

Органолептический метод.

Органолептический метод быстро и при правильной постановке анализа объективно и надежно дает общее впечатление о качестве продуктов. Разновидностью органолептического метода является сенсорный, дегустационный метод. Понятие «сенсорный анализ» рекомендуется применять относительно органов чувств человека. Показатели качества, определяемые с помощью зрения:

- внешний вид — общее зрительное ощущение, производимое продуктом;
- форма — соединение геометрических свойств (пропорций) продукта;
- цвет — впечатление, вызванное световым импульсом, определенное доминирующей длиной световой волны и интенсивностью;
- блеск — способность продукта отражать большую часть лучей, падающих на его поверхность (в зависимости от гладкости поверхности продукта);

- прозрачность — свойство жидких продуктов, определяемое степенью пропускания света через слой жидкости некоторой толщины.

Восприятие цвета зависит от субъективных факторов: физиологических особенностей дегустатора, возраста, квалификации, нарушения цветового зрения, цели дегустаций.

Влияние различных факторов на зрительное восприятие необходимо учитывать при организации дегустационного контроля качества продукции.

Помещение для дегустаций рекомендуется располагать в северной стороне здания. Оптимальная площадь окон должна составлять 35 % поверхности пола. Помещение должно быть хорошо освещено, предпочтительно рассеянным дневным светом без проникновения прямых солнечных лучей. Освещенность рабочих мест должна быть равномерной и составлять не менее 500 лк. Из искусственных источников света предпочтительны люминесцентные лампы. Стены лаборатории следует окрашивать в белый, кремовый или светло-серый цвет, мебель должна быть белого цвета.

Показатели качества, исследуемые с помощью глубокого осязания (нажима):

- консистенция — свойство продукта, обусловленное его вязкостью и определяемое степенью деформации во время нажима;
- плотность — свойство сопротивления продукта нажиму;
- эластичность — способность продукта возвращать первоначальную форму после нажима, не превышающего критической величины (предела эластичности).

Для органолептической оценки механических параметров консистенции разработаны специальные методики. Лица, отобранные в группы дегустаторов, должны пройти специальное обучение методам анализа консистенции и правилам работы с оценочными шкалами.

При оценке консистенции особое внимание следует уделять размерам образцов и их температуре.

Показатели качества, определяемые обонянием:

- запах — впечатление, возникающее при возбуждении рецепторов обоняния, определяемое качественно и количественно;
- аромат — приятный естественный характерный запах исходного сырья (молока, фруктов, специй и др.);
- «букет» — приятный запах, развивающийся под влиянием сложных процессов, происходящих во время созревания, брожения и ферментации.

Впечатлительность обоняния и других сенсорных восприятий

изменяется в зависимости от индивидуальных различий порогов чувствительности, возраста, умения запоминать и распознавать известный запах, цвета, вкуса продукта, а также внешних условий. Из них особенно важны степень очистки воздуха, температура, относительная влажность воздуха, освещенность помещения. Так, например, в помещении без запаха (дезодорированном) впечатлительность обоняния возрастает на 25 %. Колебания температуры в одориметрической лаборатории вызывают значительные ошибки в результатах. Высокая относительная влажность воздуха благоприятствует лучшему восприятию запахов. Освещение помещений в основном воздействует на общее состояние центральной нервной системы и косвенно на обоняние человека.

На вкусовые и обонятельные ощущения дегустаторов влияют также другие факторы: например, форма пищевого продукта, состояние голода и сытости, ассоциации, личные мотивы и авторитеты.

Показатели качества, определяемые осязанием (в полости рта):

- сочность — впечатление, возникающее под действием соков продукта во время разжевывания (например, продукт сочный, мало-сочный, суховатый, сухой);

- однородность — впечатление, вызванное размерами частиц продукта (однородность начинок экструдированных продуктов);

- консистенция — осязание, связанное с густотой, клейкостью продукта, силой нажима (консистенция жидкая, сиропообразная, густая, плотная); она чувствуется при распределении продукта на языке; часто консистенция продукта воспринимается потребителем* как сумма вкуса, запаха и ощущений.

Консистенция не только взаимосвязана с вкусовыми свойствами и запахом продукта, но также влияет на усвояемость или характеризует его свежесть.

- волокнистость — впечатление, вызываемое волокнами, оказывающими сопротивление при разжевывании продукта, которое можно ощущать качественно и количественно (например, текстурированные продукты с тонкими волокнами);

- крошливость — свойство твердого продукта крошиться при раскусывании и разжевывании, обусловленное слабой степенью сцепления между частицами;

- нежность — условный термин, оценивается как сопротивление которое оказывает продукт при разжевывании (например, подушечки с начинкой);

- терпкость — чувство, вызванное тем, что внутренняя поверхность полости рта стягивается и при этом появляется сухость во рту;

- вкус — чувство, возникающее при раздражении рецепторов и определяемое как качественно (сладкий, соленый, кислый, горький), так и количественно (интенсивность вкуса);

- флевор, или вкусоность, — комплексное впечатление вкуса, запаха и осязания при распределении продукта в полости рта, определяемое как качественно, так и количественно.

Способность к осязанию зависит от внешних факторов и индивидуальных особенностей дегустаторов. При отрицательной температуре осязательная восприимчивость рецепторов снижается. С возрастом осязание человека обычно ослабевает, но в меньшей степени по сравнению с другими органами чувств. Фактор возраста не является определяющим. В зависимости от природных данных, образа жизни, питания, привычек, характера труда, тренированности сенсорных органов с возрастом человека может повышаться чувствительность обоняния, вкуса, осязания, значительно реже — слуха и зрения.

В зависимости от поставленной задачи при дегустационном анализе применяют:

- методы приемлемости и предпочтения (предпочтительности, желательности, удовлетворительности);
- различительные методы (сравнения, дифференциации);
- описательные.

Методы приемлемости и предпочтения используют, когда необходимо знание, мнение потребителей о качестве продуктов, поэтому к дегустациям обычно привлекают большое число потребителей.

Различительные методы применяют, когда требуется выяснить, существует ли разница между оцениваемыми образцами. К различительным относятся методы парного сравнения, триангулярный, «дуо-трио» и некоторые другие.

С помощью описательных методов можно суммировать параметры, определяющие свойства продукта, рассматривать интенсивность этих свойств, а в некоторых случаях и порядок проявления отдельных составных свойств продукта.

Физико-химические и гигиенические показатели экструдатов.

Физико-химические показатели экструдатов, в большинстве случаев нормируемые нормативными и техническими документами, включают: массовую долю влаги, сахарозы, жира, поваренной соли, металлических примесей, постороннюю примесь, зараженность вредителями хлебных запасов. В зависимости от вида экструдированных изделий дополнительно определяют

размеры — для палочек, массовую долю мелочи и стекловидность хлопьев — для хлопьев, насыпную плотность зерен — для воздушных зерен и другие показатели.

Определение этих показателей осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 15113:

- *массовая доля влаги* — высушиванием до постоянной массы, основанном на способности исследуемого продукта отдавать гигроскопическую влагу при температуре 100-105°C; методом ускоренного высушивания, осуществляемым в сушильном шкафу при 130 °C; определением влаги на приборе ВЧ, основанным на обезвоживании продукта с помощью тепловой энергии инфракрасного излучения, которая, проникая внутрь тонкого слоя (2-3 мм) продукта, быстро удаляет имеющуюся в нем влагу;

- *массовая доля сахарозы* — перманганатометрическим методом, основанным на объемном определении закисного соединения меди, образующегося при восстановлении окисной меди редуцирующими сахарами; рефрактометрическим методом, использующим установленную зависимость между концентрацией и показателем преломления водных растворов сахарозы;

- *массовая доля жира* — по обезжиренному остатку путем экстрагирования жира из исследуемого продукта этиловым спиртом или петролейным эфиром в экстракционном аппарате Сокслета и последующим гравиметрическим определением добавленного жира по разности между массой навески исследуемого продукта до экстракции и массой той же навески после экстракции; экстракционно-гравиметрическим методом, основанном на быстром извлечении растворителем или смесью растворителей из исследуемого продукта в экстракторе, отделении и последующем гравиметрическом определении добавленного и внутриклеточного жира; методом настаивания с растворителем, согласно которому жир извлекается настаиванием исследуемого продукта с растворителем — экстракционным бензином или дихлорэтаном, растворитель отгоняется, добавленный жир определяется гравиметрическим методом; рефрактометрическим методом, основанным на определении коэффициента преломления раствора жира в альфа-монобромнафталине, которым предварительно извлечен добавленный жир из навески исследуемого пищевого продукта; методом определения жира с помощью жиромера, включающим обработку навески исследуемого продукта концентрированной серной кислотой в присутствии изоамилового спирта при нагревании с последующим центрифугированием и определением добавленного жира по показаниям жиромера;

- *массовая доля поваренной соли* — аргентометрическим методом,

основанным на титровании хлористого натрия в нейтральной среде раствором азотнокислого серебра в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора; меркурометрическим методом, основанным на титровании хлористого натрия ртутью азотнокислой 2-водной в присутствии индикаторов дифенилкарбазона или бром-фенолового синего;

- *массовая доля металлических примесей* — выделением металломагнитных примесей с помощью подковообразного магнита и металлических немагнитных примесей путем механического разбора;
- *зараженность вредителями хлебных запасов* — осмотром транс-портной и потребительской тары, вспомогательных упаковочных средств и последующим разбором продукта с целью выделения вредителей хлебных запасов;
- *насыпная плотность* — взвешиванием сосуда вместимостью 1 дм³ наполненного воздушными зёрнами.

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 к экструдированным продуктам предъявляются гигиенические требования безопасности (табл. 5.6, 5.7).

Для оценки физико-химических показателей экструдированных продуктов и в научной практике могут использоваться другие методы исследования. Приведем некоторые из них.

Набухаемость экструдатов: навеску измельченного образца массой 5 г смешивают в мерном цилиндре с дистиллированной водой, доводят до объема смеси до 100 см³ и оставляют на 24 часа для набухания, после чего измеряют объем набухшего продукта (в см³). Набухаемость, см³/г, рассчитывают по формуле:

$$H_m = \frac{V}{m_n} \quad (1)$$

где V — объем набухшего материала в цилиндре, см³; m_n — масса навески, г.

Влагоудерживающую способность, %, определяют центрифугированием набухшей навески измельченных гранул при 3000 мин⁻¹ в течение 15 мин по формуле:

$$B = 100 (b - c) / a, \quad (2)$$

где c — масса центрифужной пробирки, г;
 b — масса центрифужной пробирки с набухшей навеской,
г;
 a — навеска образца, г.

Насыпную массу экструдатов получают путем заполнения исследуемым образцом специального мерного стакана объемом 1 дм³. Избыток экструдата удаляют сухой плоской металлической пластинкой и взвешивают. Насыпную массу вычисляют по формуле:

$$M = (c - t)/V, \quad (3)$$

где c — масса мерного стакана, заполненного экструдатом, г; t — масса пустого мерного стакана, г;

V — объем мерного стакана, дм³.

Метод аналогичен определению объемной массы по ГОСТ 15113.1.

Таблица 2 - Гигиенические требования безопасности экструдированных продуктов

Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
Токсичные элементы: свинец мышьяк кадмий ртуть	0,5 0,2 0,1 0,03	
Микотоксины: афлатоксин В, дезоксиниваленол Т-2 токсин зеараленон	0,005 0,7 0,1 0,2	пшеничные пшеничные, кукурузные, ячменные
Радионуклиды: цезий- 137 стронций - 90	50 30	БК/кг БК/кг
Загрязненность и зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	Не допускается	

Таблица 3- Микробиологические показатели экструдированных продуктов

Показатели	Допустимые уровни
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1×10^4
БГКП (колиформы)	1,0
Патогенные, в. ч. сальмонеллы	25
<i>V. cereus</i>	0,1
Плесени, КОЕ/г, не более	50

Задания

Задание 1. Изучить методы оценки качества экструдированной продукции.

Контрольные вопросы

1. Классификация методов оценки экструдированной продукции.
2. Органолептические методы оценки.
3. Физико-химические методы оценки.

Рекомендуемая литература

7. Лурье, И. С. Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве [Текст] : справочник / И. С. Лурье, А. И. Шаров. - М. : Колос, 2001. - 352 с.
9. Технология пищевых производств [Текст] : учебник / под ред. А. П. Нечаева. - М. : КолосС, 2005. - 768 с.
11. Технология производства продовольственных товаров [Текст] : учебник / под ред. В. И. Хлебникова. - М.: Академия, 2007. - 348 с. - (Среднее профессиональное образование).

ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Экструзия -это?

- а) физико-химический процесс;**
- б) химический;
- в) физический;
- г) биологический.

2. Отличие экструзии от других процессов заключается в:

- а) прерывистом технологическом процессе;
- б) непрерывном технологическом процессе;**
- в) максимальной скорости;
- г) ручном технологическом процессе.

3. Кукурузные хлопья производят из:

- а) крупной кукурузной крупы;**
- б) средней кукурузной крупы;
- в) мелкой кукурузной крупы;
- г) смесей кукурузной крупы.

4. Каким способом производят воздушные зерна?

- а) паровым с низким давлением; б) водным под давлением;
- в) термическим под высоким давлением;**
- г) все выше перечисленные способы входят в производство.

5. В наибольшем количестве в хлебцах содержится:

- а) белки;
- б) витамины;
- в) жиры;
- г) клетчатка.**

6. Какими свойствами обладает зерновое сырьё?

- а) жидкости;
- б) коллоида;
- в) твердого тела;
- г) сыпучего материала.**

7. Назовите полисахарид, откладываемый как энергетический запас у растительных организмов.

- а) крахмал;**
- б) декстрин;
- в) гликоген;
- г) инулин.

8. Как называется полисахарид, продукт гидролиза крахмала?

- а) крахмал;
- б) декстрин;**

- в) гликоген;
- г) инулин.

9. Как называется структурный полисахарид клеточных стенок растений?

- а) крахмал;
- б) целлюлоза;**
- в) гликоген;
- г) инулин.

10. Температуру в зоне экструзии измеряют при помощи:

- а) датчика температуры;**
- б) датчика температуры и высокого давления;
- в) датчика влажности;
- г) датчика высокого давления.

11. Экструзионное производство - это?

- а) систему различных аппаратов, действующих с разными режимами и функциями;**
- б) минимальное потребление энергии;
- в) использование только ручного труда;
- г) использование водных ресурсов.

12. К положительным качествам экструзионных продуктов относится:

- а) повышенное содержание пищевых волокон;
- б) повышенное содержание минералов;
- в) повышенное содержание витаминов;
- г) все перечисленное.**

13. Укажите основной параметр процесса сушки:

- а) газы;
- б) смесь газов с воздухом;
- в) воздух;
- г) высокая температура.**

14. Укажите температуру клейстеризации зерновых культур?

- а) 20-25⁰ С;
- б) 125-160⁰ С;
- в) 55-80⁰С;**
- г) 10-15⁰С.

15. Назовите основные компоненты экструзионных продуктов

- а) клетчатка и жиры;
- б) крахмалы и жиры;
- в) белки и крахмалы;**
- г) белки и жиры.

16. Какой вид имеют сложные белки в обыкновенном состоянии?

- а) гель;**

- б) твердый;
- в) жидкий;
- г) газообразный.

17. Простые белки делятся на:

- а) альбумины, глобулины;
- б) проламины, глютелины;
- в) альбумины, глобулины, проламины, глютелины.**
- г) глобулины, проламины.

18. Крахмал состоит:

- а) амилозы;
- б) амилопектина;
- в) пектина;
- г) амилозы и амилопектина.**

19. На какие группы делятся крахмалы?

- а) природные;
- б) искусственные;
- в) рафинированные;
- г) природные и рафинированные.**

20. Виды крахмала:

- а) расщепленный (гидролизированный), окисленный;
- б) набухающий, диальдегидный;
- в) замещенный, расщепленный;
- г) расщепленный (гидролизированный), окисленный, набухающий, диальдегидный, замещенный.**

21. Какой крахмал получают из корня бобовой культуры кассавы (маниоки).

- а) картофельный;
- б) тапиоковый;**
- в) рафинированный;
- г) модифицированный.

22. Гидрофильными свойствами обладает?

- а) жироподобные вещества;
- б) липиды;
- в) крахмал;**
- г) фосфолипиды.

23. Какие белки являются самыми полноценными?

- а) растительного происхождения;
- б) физического происхождения;
- в) животного происхождения;**
- г) химического происхождения.

24. Пищевые волокна - это?

- а) стенки лактобактерий;
- б) остатки фруктозы;
- в) желирующие вещества;
- г) **вещества, входящие в оболочки растительных клеток.**

25. Добавки, обладающие способностью расщеплять вещества свойствами?

- а) поверхностно - активные вещества;
- б) жиры и углеводы;
- в) **ферментные препараты;**
- г) модифицированные крахмалы.

26. Молочная сыворотка – это?

- а) хорошо растворимый в воде порошок,;
- б) **жидкость зеленоватого цвета с кисловатым вкусом;**
- в) жидкость белого цвета со сладким вкусом; г) разбавленное молоко.

27. Полисахариды – это?

- а) аморфные вещества, которые растворяются в спирте и неполярных растворителях;
- б) аморфные вещества, не растворяются в спирте;
- в) аморфные вещества, которые растворяются в неполярных растворителях;
- г) **аморфные вещества, не растворяются в спирте и неполярных растворителях.**

28. Как называются полисахариды растений семейства бобовых, такие как гуаран и камедь рожкового дерева?

- а) глюкоманнан;
- б) амилоиды;
- в) **галактоманнаны;**
- г) инулин.

29. Основной компонент экструдированного сырья -это? а)

- крахмал;**
- б) лизин;
- в) глюкоза;
- г) сахароза.

30. Как называется процесс, совмещающий термо-, гидро- и механическую обработку сырья с целью получения продуктов с новой структурой и свойствами?

- а) гидратация;
- б) ферментация;
- в) обрушевание;

г) экструзия.