

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии пищевых производств

В. В. Ваншин

ЭКСТРУЗИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методические указания



Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2019

УДК 664.6/7(076.5)
ББК 36я7
В 17

Рецензент – кандидат технических наук, доцент Н.П. Владимиров

Ваншин В.В.
В 17 Экструзионные технологии: методические указания / В. В. Ваншин,
Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 52 с.

Методические указания составлены в соответствии с учебной программой дисциплины «Экструзионные технологии».

В методических указаниях представлены технологии производства экструдированных продуктов питания и приведены методы определения и контроля их качественных показателей. Методические указания также содержат варианты заданий выполнения индивидуальных творческих заданий.

Указания содержат справочный материал, необходимый для выполнения лабораторных работ.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья очной и заочной форм обучения.

УДК 664.6/7(076.5)
ББК 36я7

© Ваншин В. В., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа №1. Производство хлебных палочек	6
2 Лабораторная работа №2. Производство хлебных крекеров	11
3 Лабораторная работа №3. Производство крупяных палочек на пресс-экструдере ПЭШ-30/4.....	14
4 Лабораторная работа №4. Производство картофельных палочек	20
5 Лабораторная работа №5. Производство картофельных чипсов путем экструзии	22
6 Лабораторная работа №6. Производство экструдированных продуктов из цельнозернового сырья.....	25
Список использованных источников	39
Приложение А (справочное) Схема производства хлебных палочек.....	40
Приложение Б (справочное) Схема производства хлебных крекеров.....	41
Приложение В (справочное) Схема производства крупяных палочек.....	42
Приложение Г (справочное) Рецептuru крупяных палочек.....	43
Приложение Д (справочное) Выписка из ГОСТ 13586-93. Зерно. Метод определения влажности	45
Приложение Е (справочное) Творческие задания	52

Введение

Экструзионные технологии широко используются человеком в различных отраслях для переработки различных материалов и получения высокотехнологичных продуктов. В процессе экструзионной обработки с сырьем происходит ряд структурно-механических изменений и превращений. Одним из основных достоинств экструдирования является проведение процесса обработки сырья с использованием одной машины экструдера.

Для обработки пищевого сырья экструдер используется человеком уже почти три столетия, и за это время он претерпел ряд изменений. Слово «экструдер» образовано из латинских слов «ex» – вон и «trudere» – выпихивать. Это словосочетание достаточно точно описывает процесс формования массы через фильеру.

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 – углеводов, клетчатки, белков, что способствует повышению их усвояемости и получению экструдатов хорошего качества. При этом наиболее подходящим для производства экструдированных продуктов является растительное сырье а именно зерновые (кукурузная, рисовая и овсяная крупы, сорго), картофель, соевая мука, а также различные смеси белков и полисахаридов, включая сырье животного происхождения (мясной, молочной и рыбной промышленности).

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 с использованием экструзионной технологией, включает на сегодняшний день более 450 наименований.

Использование при производстве экструдированных продуктов сырья как растительного, так и животного происхождения позволяет создавать высокопитательные продукты, как для повседневного питания, так и для быстрого перекуса.

В странах с развитой пищевой промышленностью отмечен постоянный рост потребления экструдированных пищевых продуктов, так в Европе оно составляет от 3 до 9 кг в год, а в РФ – в среднем 1,9 кг.

Во всем мире и в нашей стране, в том числе отмечается ежегодный дефицит белка в рационе населения. Восполнение этого дефицита осуществляется за счет использования белков растительного и животного происхождения. Животные белки биологически наиболее полноценны, однако, их производство является более затратным и более длительным. Поэтому научным миром ведутся поиски путей частичной замены животных белков, растительными и способов их совместного использования. Одним из перспективных направлений решения этого вопроса является создание на основе сырья растительного происхождения сбалансированных поликомпонентных смесей повышенной питательной ценности путем экструзии, так как эти смеси позволяют обогащать многие виды пищевых продуктов и компенсировать нехватку животных белков. Ведущими зарубежными фирмами США (Anderson, Sprout-Bauer, Wenger и др.), ЕС (Werner & Pfleiderer, Walter, Weber (Германия); Crezoux-Loire, Clextral (Франция); Grondona Nimet, Pagani (Италия); Buss, Buller (Швейцария); Cincinnati (Австрия)); Toshiba (Япония) и др. на мировом рынке представлены более 1000 моделей экструдеров различных типов. Конструктивные особенности экструдеров и различные качественные характеристики используемого сырья позволяют в широких пределах комбинировать параметры процесса, что создает условия для целенаправленного изменения структуры и свойств готовой продукции – экструдатов.

Анализируя последние научные можно сказать, что экструзия является достаточно прогрессивным способом получения качественных и сбалансированных по составу продуктов питания, основные преимущества которой заключаются в гибкости ее технологических схем, высокой производительности и малых габаритах экструдеров, непрерывности процесса, низкой себестоимости продукции.

1 Лабораторная работа №1. Производство хлебных палочек

Цель работы: Приобретение практических знаний и навыков ведения технологического процесса производства хлебных палочек путем экструзии.

Основные положения. Одним из наиболее эффективных методов преобразования свойств растительного сырья с целью приготовления на его основе разнообразных пищевых продуктов высокого качества является экструзионная технология.

Экструзия – это процесс переработки продуктов в экструдере путем размягчения или пластификации и придания им формы продавливанием через экструзионную головку, сечение которой соответствует конфигурации изделия.

Экструзионная обработка крахмалосодержащего сырья позволяет получать легкоусвояемые, с улучшенными вкусовыми свойствами пищевые продукты, которые требуют незначительной кулинарной обработки либо полностью готовы к употреблению. Экструзионную обработку в зависимости от глубины происходящих изменений принято разделять на: холодную, теплую и горячую. Так для производства вспученных экструдатов (сухих завтраков) применяют горячую экструзию. Для производства крупяных и хлебных палочек, относящихся к этой группе, широко применяют зерновое, крупяное сырье и хлебобулочные изделия (возврат из торговой сети, некондиционные изделия).

Технология получения хлебных палочек. Технологический процесс получения хлебных палочек с помощью экструдирования включает следующие технологические операции: приготовление хлебной крошки, экструдирование, охлаждение и нарезку экструдата, дражирование и фасовку готовой продукции. Машинно-аппаратурная схема производства хлебных палочек с помощью экструзии представлена в Приложении А.

Технологический процесс производства хлебных палочек начинается с подготовки некондиционного хлеба. Некондиционный хлеб измельчают на хлеборезке, затем сушат в конвейерных сушилках до массовой доли влаги не более 12 % и доизмельчают в дробилке до частиц размером не более 2 мм. Затем готовую крошку

направляют в накопительный бункер. Увлажнение крошки осуществляется в тестомесителе до влажности 13 %. Далее увлажненную хлебную крошку экструдировать в пресс-экструдере при температуре 120 °С - 150 °С используя фильеру - Ø 3 мм. После экструдирования продукт охлаждают и направляют в дражировщик, куда согласно рецептуре подают растительное масло и вкусовые добавки.

Порядок работы

После ознакомления с правилами работы на пресс-экструдере ПЭШ-30/4 подготавливают опытные образцы.

Приготовление теста (увлажненная смесь хлебной крошки) осуществляется при следующих технологических параметрах:

- массовая доля влаги в тесте 13 %-30 % (в зависимости от задания);
- температура воды для замеса 20 °С - 25 °С;
- длительность замеса 10 минут.

Количество воды для замеса теста M_v , рассчитывается по формуле:

$$M_v = M_c \frac{W_k - W_n}{100 - W_k}, \quad (1)$$

где M_c – масса исходного сырья, г;

W_n – начальная влажность, %;

W_k – конечная влажность, %.

Влажность сырья определяется по ГОСТ 9404-88 высушиванием навески крошки 5 г при температуре 130 °С в сушильном шкафу в течение 40 минут или ускоренным способом на приборе ВЧ в течение 5 минут при температуре 160 °С.

Массовая доля влаги W , %, рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (2)$$

где m – масса образца до высушивания, г;

m_1 – масса образца после высушивания, г.

Запуск пресс-экструдера и выход на рабочий режим осуществляется на порции теста массой 1,5 кг (с влажностью 25 %-30 %), приготовленной за 40-60 минут

до пуска. После прогрева пресс-экструдера вслед за используемой загружают основную массу теста (исследуемые образцы с заданной влажностью).

Температура вспученных экструдатов на выходе из экструзионного агрегата должна быть в пределах 120 °С -150 °С. При температуре выше 150 °С необходимо увеличить влажность экструдированной массы на 1 %-2 %, а при температуре ниже 120 °С следует уменьшить ее влажность на 1 %-2 %. Температуру экструдата измеряют с помощью термопары или термометра.

Степень вспучивания определяется как отношение площади поперечного сечения экструдата к площади выходного отверстия матрицы экструдера.

Насыпную массу экструдатов определяют путем заполнения мерного стакана объемом 1 дм³. Избыток экструдата удаляют сухой плоской металлической пластиной и взвешивают. Насыпная масса экструдатов M , г/дм³, вычисляется по формуле:

$$M = \frac{m_c - t}{V_c}, \quad (3)$$

где m_c – масса мерного стакана, заполненного экструдатом, г;

t – масса пустого мерного стакана, г;

V_c – объем мерного стакана, дм³.

Пористость палочек – это отношение объема пор палочек к общему объему палочек, выраженное в процентах. Для определения пористости в стеклянный или металлический стакан определенного объема помещают палочки на уровне краев. Стакан с палочками взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г (первая масса). Пространство между палочками заполняют кварцевым песком и снова взвешивают (вторая масса). По разности между второй и первой массами определяют массу песка, затем, зная удельную массу песка, находят его объем. Объем, занимаемый палочками, определяют по разности объемов стакана и песка. Песок затем отсеивают через сито с диаметром отверстий 2-3 мм, а палочки растирают в фарфоровой ступке до порошкообразного состояния. Затем наливают в мерный цилиндр определенный объем растительного масла и добавляют в него растертые палочки. Объем масла должен быть таким, чтобы палочки полностью были покрыты жидко-

стью. По разности уровней масла в цилиндре устанавливают объем растертых палочек. Пористость палочек P , %, вычисляется по формуле:

$$P = \frac{V - V_1}{V} \cdot 100, \quad (4)$$

где V – истинный объем целых палочек с порами, см^3 ;

V_1 – объем беспористой массы, см^3 ;

Согласно ТУ пористость палочек должна быть в пределах (87 ± 5) %.

Органолептическая оценка хлебных палочек и палочек из других видов сырья проводится по показателям, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели качества палочек

Наименование показателя	Экструдированные палочки				
	хлебные	чечевичные	гороховые	картофельные	зерновые
Внешний вид	прямые или изогнутые короткие палочки округлого поперечного сечения				
Цвет	кремовый с розовым оттенком	светло-серый	кремовый с желтоватым оттенком		
Вкус и аромат	свойственный ржанопшеничному хлебу со слабым привкусом и ароматом свеклы	свойственный исходному виду сырья	свойственный гороху со слабым привкусом и ароматом жареной свинины	свойственный картофелю с ощутимым привкусом и ароматом молока	соответствующий исходному виду сырья
Структура	хрустящая, негрубая, с развитой пористостью и шероховатой поверхностью				

Производительность экструдера определяется путем отбора проб продукта за определенный промежуток времени не менее трех раз, затем вычисляется сред-

ний показатель. Производительность оценивают как количество килограммов продукта, полученное за один час.

Все полученные экспериментальные данные для анализа и оценки вносятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Экспериментальные данные процесса производства хлебных палочек

Номер образца	Влажность теста, %	Влажность экструдата, %	Производительность экструдера, кг/ч	Степень вспучивания	Органолептические показатели (внешний вид, цвет, вкус и аромат, консистенция)	Насыпная масса экструдатов, г/дм ³	Пористость, %	Температура экструдирования, С°
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Задание

1. Установить оптимальные параметры получения вспученного экструдата (влажность, температуру).
2. Провести оценку полученных продуктов по органолептическим и физико-химическим показателям.
3. Определить производительность пресс-экструдера.
4. Начертить технологическую линию производства хлебных палочек.

Оборудование, материалы

Пресс-экструдер ПЭШ-30/4; лабораторная мельница; сито №2; мерный цилиндр на 500 см³; мерный стакан на 1000 см³; сушильный шкаф или ВЧ; весы до 1,5 кг; штангенциркуль; термометр; металлическая линейка; одноразовые полиэти-

леновые пакеты; х/б перчатки – 2 пары; блюдо емкостью 5 литров – 3 шт.; электрический чайник; хлебная крошка; растительное масло.

2 Лабораторная работа №2. Производство хлебных крекеров

Цель работы: Изучить технологию и получить практические навыки по ведению технологического процесса производства хлебных крекеров с помощью экструдирования из некондиционного хлеба.

Основные положения. Главным фактором, определяющим получение хлебных крекеров высокого качества с мелкопористой структурой, является обеспечение в данном способе формования полуфабриката с полностью гелезированной структурой за счет полного желатинирования крахмальных зерен хлебной крошки. Последнее достигается в результате полной термомеханической деструкции крахмальных зерен, происходящей во время формования смеси в шнековой камере экструдера под действием сдвиговых, истирающих усилий вращающегося шнека, воздействующих на нагреваемую формуемую смесь. Оптимальная величина сдвиговых усилий в шнековой камере обеспечивается выбором соответствующих температурно-влажностных режимов формования хлебной смеси. Если доля влаги в смеси будет больше 28 %, величина сдвиговых усилий в шнековой камере будет недостаточна для полного истирания крахмальных зерен вследствие увеличения степени текучести массы, увеличения ее пластичности. Поэтому, если исходный черствый хлеб имеет долю влаги более 28 %, его надо выдержать для усушки до доли влаги менее 28 %. При доле влаги в смеси менее 26 % вязкость ее и сопротивление формоизменению увеличиваются настолько, что возрастающие сдвиговые усилия приводят к разогреву формуемой массы до такой степени, что выпрессовываемый полуфабрикат начинает вспучиваться непосредственно при выходе из отверстий матрицы. Это значительно ухудшает качество конечного продукта, поскольку снижается способ-

ность полуфабриката к вспучиванию и ухудшается структура пористости вспученных крекеров.

Технологический процесс производства хлебных крекеров включает подготовку хлебной крошки, замес теста, экструдирование, сушку изделий, вспучивание и упаковку готовой продукции. Технологическая схема представлена в Приложении Б.

Основным сырьем для производства хлебных крекеров являются буханки некондиционного хлеба, которые предварительно измельчают на хлебрезке. Затем полученные кусочки высушивают в конвейерных сушилках до массовой доли влаги от 12 % до 14 % и доизмельчают в дробилке до частиц размером не более 2 мм. Готовую крошку подают в накопительный бункер. Замес теста осуществляют в тестомесителе, куда с помощью дозаторов подают воду и хлебную крошку, а также специи и добавки, если это предусмотрено рецептурой. Формование теста осуществляют с помощью экструдера. Выпрессовываемый в виде лапши, вермишели, макарон или другой формы сырой полуфабрикат высушивают до влажности 11 % -13 % и по мере необходимости подвергают вспучиванию в горячей среде (растительное масло, нагретое до 180 °С - 190 °С; воздух, нагретый до 300 °С, и т.д.) в течение 5-20 секунд, получая пористые продукты. Затем продукт, полученный путем фритирования, размещают на стеллаж для удаления излишков масла (при фритировании) и охлаждения. По окончании охлаждения проводят фасовку и упаковку.

Порядок работы

Из хлебной крошки, полученной по вышеуказанной методике (см. Лабораторная работа №1), необходимо приготовить три образца массой по 0,5 кг. Затем, добавляя в них воду, замешать три образца теста с влажностью 26, 28, 30 % и оставить для отволаживания на 30 минут. Запустив пресс-экструдер ПЭШ-30/4, необходимо разогреть его до рабочей температуры 80 °С, после чего приступить к экструдированию подготовленных образцов теста. При получении полуфабрикатов крекеров необходимо использовать матрицу с тремя щелевыми фильерами размером 15×0,4-0,6 мм и длиной канала от 3 до 4 мм. Полученные сырые изделия сушить на стелла-

жах в естественных условиях (до влажности 11% -13 %) или в сушилках (при температуре от 30 до 50 °С в зависимости от формы изделия и вида хлебной крошки). Высушенный продукт подвергают вспучиванию, и после охлаждения проводится оценка его органолептических и физико-химических показателей. Также определяют производительность прессы и контролируют, чтобы продукт не вспучивался на выходе из фильеры.

Задание

1. Установить оптимальные температурно-влажностные режимы формования образцов (влажность теста, температуру экструдирования).
2. Провести сравнительную оценку органолептических и физико-химических показателей продуктов, полученных при использовании фильер с размерами:
 - 1) 15×0,4 мм;
 - 2) 15×0,5 мм;
 - 3) 15×0,6 мм.
3. Определить производительность пресс-экструдера.
4. Начертить технологическую схему производства хлебных крекеров с применением пресс-экструдера.

Оборудование, материалы

Пресс-экструдер ПЭШ-30/4; лабораторная мельница; сито №2; мерный цилиндр на 500 см³; мерный стакан на 1000 см³; сушильный шкаф или ВЧ; весы до 1,5 кг; штангенциркуль; термометр; электрическая плитка; металлическая линейка; одноразовые полиэтиленовые пакеты; х/б перчатки – 2 пары; блюдо емкостью 5 литров – 3 шт.; электрический чайник; фритюрница или пекарная камера; дуршлаг; шумовка; стеллаж для сушки; растительное масло; хлебные сухари.

3 Лабораторная работа №3. Производство крупяных палочек на пресс-экструдере ПЭШ-30/4

Цель работы: Изучить технологию производства крупяных палочек с помощью экструзии и получить практические навыки по ведению технологического процесса.

Основные положения. Экструдированные крупяные палочки вырабатывают из крупы или смеси круп путем термической обработки при высоком давлении в экструдере с добавлением или без добавления сахара, соли, пищевых красителей, вкусо-ароматических добавок, а также других компонентов. Крупяные палочки предназначены для употребления в пищу без дополнительной кулинарной обработки в качестве сухого завтрака, гарнира к различным блюдам, закуски к напиткам (соку, молоку, пиву и др.). Экструдированные крупяные палочки в зависимости от используемых компонентов выпускают следующих наименований:

- крупяные палочки;
- крупяные палочки сладкие – сладкие;
- крупяные палочки сладкие – сладкие, с красителем;
- крупяные палочки сладкие с кокосовой стружкой – сладкие, с нанесением кокосовой стружки;
- крупяные палочки сладкие с кокосом – сладкие, с ароматизатором, идентичным натуральному «кокос»;
- крупяные палочки сладкие с маком – сладкие, с нанесением мака;
- крупяные палочки сладкие с ароматом кокоса и кокосовой стружкой – сладкие, с ароматизатором, идентичным натуральному «кокос», с нанесением кокосовой стружки;
- крупяные палочки с солью – соленые;
- крупяные палочки с солью – соленые, с красителем;
- крупяные палочки с солью с бета-каротином – соленые, с бета-каротином.

Крупяные палочки с вкусо-ароматическими добавками:

– сладкие с ароматом вишни – сладкие, с ароматизатором, идентичным натуральному «Вишня», с красителем;

– сладкие с ароматом корицы – сладкие, с вкусо-ароматической добавкой «Корица»;

– сладкие с ароматом шоколада – сладкие, с ароматизатором, идентичным натуральному «Шоколад», с красителем;

– сладкие с ароматом яблока – сладкие, с ароматизатором, идентичным натуральному «Яблоко», с красителем;

– сладкие с ароматом ананаса – сладкие, с ароматизатором, идентичным натуральному «Ананас», с красителем;

– сладкие с ароматом ванили – сладкие, с ароматизатором, идентичным натуральному «Ваниль»;

– соленые с ароматом бекона – соленые, с ароматизатором, идентичным натуральному «Бекон»;

– соленые с ароматом сыра – соленые, с ароматизатором, идентичным натуральному «Сыр»;

– соленые с ароматом паприки – соленые, с ароматизатором, идентичным натуральному «Паприка»;

– соленые с ароматом сметаны и укропа - соленые, с ароматизатором, идентичным натуральному «Сметана - укроп»;

– соленые с ароматом сыра и лука - соленые, с ароматизатором, идентичным натуральному «Сыр - лук»;

– соленые с ароматом крабов - соленые, с ароматизатором, идентичным натуральному «Крабы»;

– соленые с ароматом креветок - соленые, с ароматизатором, идентичным натуральному «Креветки».

Получают крупяные палочки с помощью горячей экструзии при давлении в пресс-экструдере 3÷7 МПа и температуре продукта на выходе из фильеры 130 °С - 170 °С. При таких высоких температурах и давлении перерабатываемый материал

подвергается глубочайшим физико-механическим изменениям, преобразуясь из дисперсной сыпучей массы в упруго-вязко-пластичную (гель), которая на выходе из фильеры вспучивается в результате резкого перепада температуры и давления, что ведет к взрывному испарению влаги из экструдата и образованию пористой структуры. Резкое понижение температуры обеспечивает затвердевание крахмала и фиксирует альвеолярную трехмерную структуру, образовавшуюся под действием водяного пара. 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 в экструдатах резко снижается содержание крахмала с соответствующим увеличением содержания водорастворимых сахаров и декстринов, улучшается атакуемость крахмала глюкоамилазой, что обеспечивает высокую питательную ценность готовых продуктов. При получении экструдатов происходит реакция меланоидинообразования, которая образует целый ряд продуктов, формирующих вкус, аромат и цвет полученного изделия.

Технологический процесс производства крупяных палочек включает в себя подготовку крупы (очистку, измельчение, увлажнение, отволаживание), экструдирование, охлаждение, дражирование, фасовку и упаковку готовых изделий. Технологическая схема производства крупяных палочек представлена в Приложении В. Перед запуском в производство, крупу предварительно взвешивают, очищают от минеральных и металломагнитных примесей и направляют в накопительный бункер. Далее крупу измельчают в молотковой дробилке в два этапа с контролем крупности до размера частиц не более 2 мм. Измельченную крупу (или смесь круп) увлажняют до массовой доли влаги 14% - 20 % в увлажнительной машине и подают для отволаживания в бункер над пресс-экструдером. Время отволаживания крупы не менее 30 минут. Затем крупу экструдировать на ПЭШ-30/4 при температуре 130 °С -170 °С и давлении от 3-7 МПа. Полученный экструдат охлаждают и направляют в бункер над дражиратором. Дражирование осуществляется в дражираторе, куда одновре-

менно с палочками подают растительное масло и добавки. После дражирования изделия фасуют и упаковывают в полиэтиленовые пакеты массой 50-200 г.

Порядок работы

После ознакомления с правилами работы на пресс-экструдере ПЭШ-30/4 подготавливают опытные образцы круп (согласно вышеуказанной методике).

Приготовление теста. Измельченную крупу увлажняют до массовой доли влаги от 14 % до 20 % (согласно заданию). Время отволаживания крупы не менее 30 минут. Экструдирование крупы проводят на пресс-экструдере ПЭШ-30/4 при температуре 140 °С, используя фильеру Ø 3 мм. Контроль технологического процесса производства крупяных палочек осуществляют по таким же показателям, как и для хлебных палочек (см. Лабораторная работа №1).

Органолептическая оценка крупяных палочек проводится по показателям, которые представлены в таблице 1.

Для оценки способности экструдата связывать воду и растворяться в ней, что частично характеризует усвояемость продукта, определяется его набухаемость.

Набухаемость экструдатов определяется путем помещения 5 граммов измельченного экструдата в мерный цилиндр, где дистиллированной водой объем доводят до 100 см³ и оставляют на 24 часа для набухания. После чего измеряется объем набухшего продукта (см³).

Набухаемость экструдатов H_m , см³/г, рассчитывается по формуле:

$$H_m = \frac{V}{m_n}, \quad (5)$$

где V – объем набухшего материала в цилиндре, см³;

m_n – масса навески, г.

Физико-химические показатели крупяных палочек должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели крупяных палочек

Наименование показателя	Норма
1	2
<p>Влажность крупяных палочек, %, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> • глазированных • неглазированных 	<p>8</p> <p>6</p>
<p>Содержание жира в крупяных палочках, %, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> • глазированных и фигурных: «Мозаика», «Олимпийские», «Лакомка», «Забава» • неглазированных: с ванилином, корицей, лимонных, «Московские», сладких, соленых, с сыром, чесноком, молоком; фигурных «Десертные», «Ванильные», «Сырные», «Особые», «Любительские», «Столовые» • с арахисовой массой • с какао-порошком 	<p>не нормируется</p> <p>11,5</p> <p>8,5</p> <p>12</p>
<p>Содержание сахара в крупяных палочках, %, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> • глазированных: с ванилином, корицей, лимонных, сладких, с сухим молоком, какао-порошком, кофе, со сгущенным молоком • неглазированных: сладких, с какао-порошком, корицей, сухим молоком • фигурных «Десертные», «Ванильные» • «Олимпийские», «Мозаика» • «Лакомка», «Забава» • «Особые», «Любительские», «Сырные», «Столовые» 	<p>25,3</p> <p>18,2</p> <p>13,5</p> <p>14,5</p> <p>18</p> <p>22,5</p> <p>не нормируется</p>
<p>Содержание соли поваренной в крупяных палочках, %, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> • соленых • соленых с арахисовой массой, чесноком 	<p>4</p> <p>2</p>

Продолжение таблицы 3

1	2
<p>Размеры крупяных палочек, мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> • длина • диаметр: <p>кукурузных</p> <p>пшеничных</p>	<p>20...60</p> <p>6...12</p> <p>4...12</p>
<p>Размер крупяных палочек с добавками, мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> • шоколадных и жировой глазури • ванильных, лимонных, сладких, с арахисовой массой 	<p>не нормируется</p> <p>14,5</p>
Содержание металлопримесей, мг/кг продукта	не более 3
Наличие посторонних примесей и зараженности вредителями хлебных запасов	не допускается

Содержание шоколадной и жировой глазури контролируется по рецептурной закладке. При реализации в торговой сети влажность крупяных палочек допускается не более 8 %. Рецептура крупяных палочек представлена в Приложении Г, таблица Г.1.

Все результаты работы оформляются в виде таблицы (см. Лабораторная работа №1, таблица 2).

Задание

1. Установить оптимальные параметры получения крупяных палочек (влажность теста, температуру экструдирования).
2. Провести оценку полученных продуктов по органолептическим (внешний вид, цвет, вкус, структура) и физическим показателям (влажность, степень вспучивания, насыпная масса).
3. Определить производительность пресс-экструдера.
4. Начертить технологическую схему производства крупяных палочек

Оборудование, материалы

Пресс-экструдер ПЭШ-30/4; лабораторная мельница; сито №2; мерный цилиндр на 500 см³; мерный стакан на 1000 см³; сушильный шкаф или ВЧ; весы до 1,5 кг; штангенциркуль; термометр; металлическая линейка; одноразовые полиэтиленовые пакеты; х/б перчатки – 2 пары; блюдо емкостью 5 литров – 3 шт.; электрический чайник; крупа (кукурузная, рисовая, пшенная, перловая, гречневая, чечевичная, гороховая); растительное масло; кварцевый песок; рассев.

4 Лабораторная работа №4. Производство картофельных палочек

Цель работы: изучить технологию производства картофельных палочек на пресс-экструдере ПЭШ-30/4 с использованием картофелепродуктов и поликомпонентных смесей.

Основные положения. Картофельные палочки вырабатывают из картофельных гранул (ТУ 9166-006-10625882-95), а также в смеси с сухим обезжиренным молоком (СОМ). Для этого смесь компонентов хорошо смешивают, а затем увлажняют до 13 % - 17 % и направляют на горячее экструдирование при температуре 175 °С - 185 °С и давлении перед матрицей 5,7 - 6,4 МПа. Полученные палочки дражируют в дражираторе солевитаминовой добавкой в количестве 3 % к их массе. Затем их охлаждают и направляют на фасовку и упаковку. Картофельные палочки не требуют дополнительной кулинарной обработки для употребления в пищу и могут быть использованы в качестве сухого завтрака, гарнира к различным блюдам, закуски к напиткам (соку, молоку, пиву). С целью повышения калорийности и биологической ценности картофельных палочек при их производстве используют различные поликомпонентные смеси с рисовой крупой, чечевицей, сухим молоком, подсолнечным шротом и др.

Порядок работы

После ознакомления с правилами работы на пресс-экструдере ПЭШ-30/4 подготавливают опытные образцы (гранулы картофельного пюре и сухого молока). Для этого взвешивают два образца картофельного пюре массой по 500 г. Затем одну из навесок смешивают с СОМ в количестве 10 % - 20 % к массе картофельного пюре и проводят увлажнение образцов до массовой доли влаги от 14 % до 20 % (согласно заданию). Перед увлажнением каждого продукта проводят не менее двух параллельных определений массовой доли влаги (с помощью СЭШ или на приборе ВЧ) для получения среднего значения влажности. Время отволаживания – не менее 10 минут. Вспучивание полуфабрикатов проводят на пресс-экструдере ПЭШ-30/4 при температуре 150 °С, используя фильеру Ø 3 мм.

Результаты работы вносят в таблицу (см. Лабораторная работа №1. таблица 2).

Задание

1. Установить оптимальные параметры получения картофельных палочек (влажность, температуру) на пресс-экструдере ПЭШ-30/4.
2. Провести сравнительную оценку органолептических и физико-химических показателей картофельных палочек, полученных с добавлением различного количества сухого обезжиренного молока (СОМ): первый образец – 0 %, второй – 10 % и третий – 20 % СОМ соответственно.
3. Определить производительность пресс-экструдера.
4. Начертить технологическую схему производства картофельных палочек.

Оборудование, материалы

Пресс-экструдер ПЭШ-30/4; лабораторная мельница; сито №2; мерный цилиндр на 500 см³; мерный стакан на 1000 см³; сушильный шкаф или ВЧ; весы до 1,5 кг; штангенциркуль; термометр; металлическая линейка; одноразовые полиэтиленовые пакеты; х/б перчатки – 2 пары; блюдо емкостью 5 литров – 3 шт.; электрический чайник; картофельные гранулы; сухое обезжиренное молоко; растительное масло; кварцевый песок; рассев.

5 Лабораторная работа №5. Производство картофельных чипсов путем экструзии

Цель работы: Получение практических навыков ведения технологического процесса производства картофельных чипсов путем экструзии.

Основные положения. В отличие от традиционной технологии приготовления картофельных чипсов из целого картофеля, который моется, чистится, нарезается ломтиками и после удаления влаги обжаривается в масле, процесс приготовления чипсов путем экструзии начинается с производства полуфабрикатов. Производство полуфабрикатов включает подготовку сухих компонентов, их смешивание, увлажнение и получение теста. Полученное тесто подается в экструдер, где, проходя через матрицу, оно приобретает определенные формы от классических круглых и овальных до оригинальных конфигураций типа «ракушка», «облачко», «спиралька» и т.д. Последние принято обычно называть картофельными снеками, так как под термином чипсы (от английского «chips» – ломтик, кусочек) следует понимать те продукты, которые по форме являются плоскими, полученными отрезанием от целого. Поэтому приготовленные традиционным способом («хрустящий картофель») и сделанные из порошкового сырья («восстановленные») продукты могут называться чипсами, если они получены методом нарезки, либо имитируют ее. Прочие же продукты, получаемые по схожей экструзионной технологии, но имеющие объемные формы, являются снеками, причем сырьем для них могут служить не только производные картофеля, но и зерновых (при этом необходима дополнительная желатинизация), либо их смеси.

Способ получения картофельных чипсов путем экструзии. Получение полуфабриката для приготовления картофельных чипсов характеризуется тем, что в прогревом до 45 °С - 55 °С смесителе увлажняют картофельный крахмал до содержания массовой доли влаги 30 % - 50 % сахарно-солевым раствором с температурой 52 °С - 54 °С. Увлажненный крахмал перемешивают не менее 10 минут, затем со-

гласно рецептуре добавляют в смеситель зерновой компонент (полученный путем варки в экструдере молотого зерна) и картофельный продукт (картофельные хлопья или гранулы). Полученную смесь экструдируют при одновременном охлаждении варочной зоны охлаждающей жидкостью. Данный способ позволяет улучшить органолептические свойства приготовленных из полуфабриката картофельных чипсов и снизить их себестоимость.

Порядок работы

Перед пуском пресс-экструдера ПЭШ-30/4 необходимо подготовить компоненты для замеса теста согласно предложенной рецептуре (согласно заданию). Контроль крупности сырья проводится просеиванием через сито с \varnothing 2 мм. Затем замешивается тесто ($W = 30\% - 50\%$) на части картофельного крахмала и сахарно-солевого раствора (температура раствора – $52\text{ }^{\circ}\text{C} - 54\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 10 минут. В полученное тесто добавляют зерновой (2% - 45% от общей массы сухих компонентов смеси) и картофельный компонент (10% - 50% от общей массы сухих компонентов смеси) и проводят теплую экструзию при температуре от $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, используя щелевые фильеры размером $15 \times 0,4 - 0,6$ мм. При этом наблюдают, чтобы не происходило вспучивание полуфабриката на выходе из фильеры, так как это снизит качество получаемых продуктов. Полученный полуфабрикат режут на пластины и подвергают вспучиванию в растительном масле при температуре $180\text{ }^{\circ}\text{C} - 200\text{ }^{\circ}\text{C}$. После охлаждения проводится оценка качества полученных продуктов.

Задание

1. Установить оптимальные температурно-влажностные режимы формования полуфабрикатов (влажность теста, температуру экструдирования).

2. Вспучить полуфабрикаты и провести сравнительную оценку органолептических и физико-химических показателей продуктов, полученных при использовании фильер с размерами:

- 1) $15 \times 0,4$ мм;
- 2) $15 \times 0,5$ мм;

3) 15×0,6 мм.

3. Определить производительность пресс-экструдера.

4. Начертить технологическую схему производства хлебных крекеров с применением пресс-экструдера.

Оборудование, материалы

Пресс-экструдер ПЭШ-30/4; лабораторная мельница; сито №2; мерный цилиндр на 500 см³; мерный стакан на 1000 см³; сушильный шкаф или ВЧ; весы до 1,5 кг; штангенциркуль; термометр; металлическая линейка; одноразовые полиэтиленовые пакеты; х/б перчатки – 2 пары; блюдо емкостью 5 литров – 3 шт.; электрический чайник; фритюрница или пекарная камера; дуршлаг; растительное масло; шумовка; стеллаж для сушки; хлебные сухари.

6 Лабораторная работа № 6. Производство экструдированных продуктов из цельнозернового сырья

Цель работы: Приобретение практических навыков ведения технологического процесса по производству и оценке качества экструдированных продуктов из цельного зернового сырья.

Основные положения. Зерновые культуры являются основным продуктом в рационе питания человека по всему миру. Это связано с невысокой стоимостью и высокой питательностью цельного зерна. Зерно имеет три основные питательные части: **отруби** (питательный наружный слой), **зародыш** (богатый питательными веществами эмбрион нового растения) и **эндосперм** (запас пищи зародыша, который богат крахмалистыми углеводами). В целом цельное зерно - это ценный источник клетчатки, витаминов, минералов и растительного белка для нашего организма.

Продукты из цельного зерна - хлеб, хлебцы, макароны, галеты, крупы - благотворно влияют на пищеварительную систему, так как содержат клетчатку в достаточном количестве и предотвращают возникновение запоров и болей в области живота. Цельное зерно также богато молочной кислотой, что провоцирует рост популяции полезных бактерий в кишечнике, помогает организму переваривать пищу и стимулирует работу иммунной системы.

Цельнозерновые продукты крайне полезны для работы сердечной мышцы. Они регулируют процесс всасывания холестерина и снижают риск развития гипертонии и сердечно-сосудистых заболеваний.

Пища, в состав которой входят оболочка и зародыши зерна, успешно помогает контролировать вес, ведь она не провоцирует поднятие уровня сахара в крови и способствует продолжительному насыщению. Не стоит забывать о том, что цельнозерновые продукты богаты витаминами группы В, незаменимыми помощниками в регуляции обмена веществ. Они также содержат необходимые для нормального функционирования организма микроэлементы, прежде всего железо, магний, селен и

цинк. Недавние исследования показывают, что цельная растительная пища снижает риск развития диабета второго типа, астмы, воспалений кожного покрова и кишечника, кроме того она эффективна при профилактике развития раковых заболеваний, помогает бороться с проблемами, возникающими в ротовой полости, а также способствует долголетию, ведь цельнозерновые продукты являются неотъемлемой составляющей средиземноморской диеты.

Одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений на сегодняшний день является производство экструдированных хлебцев из цельного зерна.

Это подтверждается тем, что большой удельный вес отечественных хлебцев, поступающих на российский рынок, приготовлено методом экструзии.

Экструзия - один из самых передовых технологических процессов, применяемых для изготовления фигурных изделий на основе зерна или злаковой крупы. Основной технологической машиной, используемой в технологическом процессе, является экструдер. Сырье обрабатывается в экструдере при высоком давлении и температуре и мгновенно разваривается на выходе из рабочей камеры. На выходе из экструдера влага из продукта испаряется со скоростью взрыва, что вызывает «вспенивание» и вспучивание продукта. Резкое снижение температуры ведет к охлаждению и застыванию полученной структуры. В итоге получают воздушные, хрустящие, легкие и нежные изделия всевозможных форм.

Экструзия - идеальный технологический процесс, позволяющий сохранить в пищевых продуктах максимум полезных веществ в результате кратковременности обработки сырья. При такой обработке в изделиях из зерновых практически полностью сохраняются витамины группы В (В₁, В₆, В₁₂) и фолиевая кислота, растительные белки не изменяют своего строения, количество диетической клетчатки остается неизменным. Установлено, что зерно, обработанное таким способом, усваивается во много раз легче обычного хлеба. Сегодня экструдированных хлебцев продается множество. Их ассортимент расширяется за счет комбинирования различных видов злакового сырья, добавления соевой муки, пищевых волокон в виде отрубей, муки грубого помола. Используют и различные ароматические и вкусовые добавки - чеснок, лук, пряности, соль, - все это позволяет выпускать широкий ассортимент хлеб-

цев для различных категорий потребителя. На сегодняшний день на рынке имеются продукты таких производителей как:

«Терехино», хлебцы хрустящие пшеничные, ржаные и кукурузные. Хрустящие пластинки этих хлебцев могут служить как самостоятельным блюдом, так и основой для бутербродов. Если при хранении открытой пачки эти хлебцы потеряли хрустящие свойства, чтобы восстановить прежнюю «воздушность», достаточно несколько минут подсушить их в духовке при температуре 60 °С -70 °С (рисунок 1).



Рисунок 1 - Хлебцы хрустящие ржаные от производителя «Терехино»

«Геркулес плюс», С.-Петербург, хлебцы хрустящие с солью, тмином, чесноком, луком или отрубями, приготовленные из смеси ржаной и пшеничной муки, получили премии «Интерфуд-99» и «Новое качество третьего тысячелетия». Нежные, тающие во рту хлебцы подойдут в качестве легкой закуски, а при необходимости с успехом заменят хлеб (рисунок 2).



Рисунок 2 - Хлебцы хрустящие, приготовленные из смеси ржаной и пшеничной муки, от производителя «Геркулес плюс»

Хлебцы хрустящие «Докторские» с топинамбуром. Продукт высокой пищевой ценности, рекомендован в качестве пищевой добавки для профилактики атеросклероза, диабета и ожирения (рисунок 3). Исследования НИИ иммунологии РАН г. Новосибирска подтвердили, что регулярное использование в пищу хлебцев «Докторских» способствует повышению иммунитета, выводу токсинов и солей тяжелых металлов. Особенно полезны эти хлебцы для тех, кто проживает в районах с неблагоприятной экологической обстановкой.

Хлебцы хрустящие «Невская мельница», С.-Петербург. На этом предприятии производят «Витаминизированные диетические хлебцы» (рисунок 4). Они приготовлены из ржаной муки с добавлением соли с пониженным содержанием натрия и комплекса витаминов и важнейших микроэлементов. Упаковка таких хлебцев покрывает суточную потребность в витамине А на 80 %, Е – 60 %, С – 14 %. Детям рекомендуется ежедневно съедать от 7 до 10 штук, а взрослым - от 10 до 13 штук.



Рисунок 3 - Хлебцы хрустящие «Докторские» с топинамбуром



Рисунок 4 - Витаминизированные диетические хлебцы от производителя «Невская мельница»

Хлебцы хрустящие зерновые. Хлебцы из цельного зерна производят методом экструзии (рисунок 5). Зерна злаков увлажняют, «взрывают» в экструдерах, а затем прессуют, придавая форму круглой лепешки. Время термической обработки не превышает 5 секунд. Цельнозерновые хлебцы, как правило, не содержат никаких добавок, и вкусовое разнообразие достигается только за счет комбинирования зерен различных злаков.



Рисунок 5 - Хлебцы хрустящие зерновые

«Русское поле», злаковый коктейль. Эти хлебцы приготовлены из смеси цельных зерен пшеницы, риса и гречихи (рисунок 6). Служат эквивалентной заменой не только хлебу, но и кашам.

«Самарские» гречневые. От всех остальных злаков гречиха отличается самым высоким содержанием железа и наиболее сбалансированным набором витаминов и органических кислот, помогающих усваивать это самое железо (рисунок 7).



Рисунок 6 - Хлебцы «Русское поле», злаковый коктейль



Рисунок 7 - Хлебцы «Самарские» гречневые

«Андреевские» ржано-пшеничные, пшеничные, рисовые, гречневые. Хлебцы сохраняют полезные свойства зерна, из которого они получены. Содержание пищевых волокон позволяет рекомендовать их для диетического питания. Низкое содержание влаги обеспечивает высокий срок хранения хлебцев без потери их потребительских достоинств (рисунок 8).



Рисунок 8 - Хлебцы «Андреевские» ржано-пшеничные

Технология получения хлебцев из цельного зерна с помощью экструзии. Для производства зерновых хлебцев из цельного зерна (вид зерна определяет преподаватель) необходимо предварительно очистить его от минеральных, органических и металломагнитных примесей, а также отделить битые колотые и испорченные зерна. Для этого зерно обрабатывают на воздушно-ситовом сепараторе с использованием сит необходимого размера (в зависимости от вида зерна).

После очистки необходимо определить влажность зерна в соответствии с ГОСТ 13586.5-93 (Приложение Д). Для этого берут 20 г зерна и размалывают на лабораторной мельнице. Крупность помола контролируют путем просеивания навески

через сито № 067 в течение 3 минут. Проход при этом должен составлять не менее 50 % от массы навески. Затем выделяют две навески по 5 г и помещают в предварительно взвешенные бюксы, которые в открытом виде вместе со снятыми крышками помещают в сушильный шкаф (СЭШ-1, СЭШ-3М), нагретый до 130 °С. По истечении 40 мин бюксы вынимают из шкафа, закрывают крышками и охлаждают в эксикаторе в течение 15-20 мин. Охлажденные бюксы с высушенными навесками взвешивают с точностью до 0,01 г. По разности между навесками до и после высушивания рассчитывают влажность, выраженную в процентах по формуле:

$$X = 20(m_1 - m_2), \quad (6)$$

где m_1 – масса навески, измельченного зерна до высушивания, г;

m_2 – масса навески, измельченного зерна после высушивания, г.

Средний результат записывается с точностью до 0,1. Если разница между параллельными определениями превышает 0,2 %, то анализ необходимо повторить.

После определения влажности зерно увлажняют до влажности 10 % и обрабатывают в режиме горячей экструзии на пресс-экструдере КЭШ-1 при температуре 150-170 °С. Полученные продукты нарезают на изделия необходимого размера, охлаждают и упаковывают.

Порядок работы

После ознакомления с правилами техники безопасности работы на пресс-экструдере КЭШ-1 подготавливают опытные образцы. Очищенные образцы массой не менее 300 грамм увлажняют расчетным количеством воды.

Количество воды для увлажнения зерна $M_{в}$, рассчитывается по формуле:

$$M_{в} = M_{с} \frac{W_{к} - W_{н}}{100 - W_{к}}, \quad (7)$$

где $M_{с}$ – масса исходного сырья, г;

$W_{н}$ – начальная влажность, %;

$W_{к}$ – конечная влажность, %.

Запуск пресс-экструдера. Запуск экструдера и выход на рабочий режим осуществляется на порции жмыха или семечек подсолнечника массой 1,0 кг (с влажностью 14 %-16 %). Затем для увеличения температуры и очистки шнековой камеры от подсолнечника в экструдер направляют используемое в работе зерно влажностью 16 % - 18 %. После прогрева пресс-экструдера до режима горячей экструзии в экструдер загружают опытные образцы. Полученные на выходе из экструдера продукты нарезают на изделия необходимого размера и определяют их органолептические и физико-химические показатели, которые вносят в таблицу 4.

Определение набухаемости экструдатов проводится согласно ТУ 18 РСФСР 406-77. Для этого навеску измельченного образца массой 5 г смешивают в мерном цилиндре с дистиллированной водой, доводят объем смеси до 100 см³ и оставляют на 24 часа для набухания, после чего измеряют объем набухшего продукта (в см³). Набухаемость экструдата см³/г, рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{V}{m}, \quad (8)$$

где V – объем набухшего материала в цилиндре, см³;

m – масса навески, г.

Влагоудерживающую способность. Влагоудерживающую способность, %, определяют центрифугированием набухшей навески измельченных экструдированных продуктов со скоростью 3000 об/мин в течение 15 мин по формуле:

$$B = \frac{100 \cdot (b - c)}{a}, \quad (9)$$

где c – масса центрифужной пробирки, г;

b – масса центрифужной пробирки с набухшей навеской, г;

a – навеска образца, г.

Определение содержания декстринов в зерновых хлебцах. Содержание декстринов определяется методом Попова М.П. и Шаненко Е.Ф., позволяющий контролировать глубину деструкции крахмала в процессе его экструзионной обработки. Метод основан на способности амилазы и декстринов давать окрашенные растворы с йодом.

Для проведения определения на технических весах взвешивают 1 грамм измельченного продукта. Навеску переносят в стакан объемом 250 см³ и добавляют 100 см³ дистиллированной воды. Содержимое хорошо перемешивают в механической мешалке в течение 5 минут. Или извлекают путем настаивания в конической колбе при периодическом встряхивании в течение 1-1,5 часов. После экстракции суспензию оставляют на 3-5 минут для осаждения взвешенных частиц.

Надосадочную жидкость фильтруют через складчатый фильтр. В фильтрате определяют содержание декстринов. Для этого берут 5 см³ фильтрата и 5 см³ 0,005-н.раствор йода и на фотоколориметре КФК-2 или КФК-2МП определяют оптическую плотность при двух длинах волн 540 и 670 нм.

Раствором сравнения служит дистиллированная вода и 0,005-н.раствор йода в том же соотношении.

Концентрацию декстринов определяют по эмпирической формуле:

$$C_D = 0,587 \cdot D_{540} - 0,1 \cdot D_{670}, \quad (10)$$

где C_D – концентрация декстринов, мг/ см³;

D_{540} и D_{670} – оптические плотности растворов при длинах волн 540 и 670 нм.

Массу декстринов в навеске продукта определяют:

$$m_D = C_D \cdot V, \quad (11)$$

где m_D – масса декстринов, мг;

C_D – концентрация декстринов, мг/ см³;

V – объем воды, взятый для экстрагирования декстринов, см³.

Массовую долю декстринов в навеске продукта вычисляют по формуле:

$$\omega = \frac{m_{\text{Д}} \cdot 100 \cdot 100}{m_{\text{Н}}}, \quad (12)$$

где ω – массовая доля декстринов, %;

$m_{\text{Д}}$ – масса декстринов, мг;

$m_{\text{Н}}$ – масса навески, мг;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

При пересчете на сухое вещество формула приобретает вид:

$$\omega = \frac{m_{\text{Д}} \cdot 100 \cdot 100}{m_{\text{Н}} \cdot (100 - W)}, \quad (13)$$

где W – массовая доля влаги в продукте, %;

$m_{\text{Д}}$ – масса декстринов, мг;

$m_{\text{Н}}$ – масса навески, мг.

Таблица 4 - Органолептические и физико-химические показатели зерновых хлебцев

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5	Образец 6
Органолептические показатели						
Вкус						
Запах						
Цвет						
Консистенция						
Сумма рангов при органолептической оценке						
Влажность исходного образца, %						
Влажность экструдированной смеси, %						
Температура экструдирования, С°						
Пористость, %						
Насыпная масса, г/дм ³						
Содержание декстринов, %						
Степень вспучивания						
Набухаемость, см ³ /г						
Влагоудерживающая способность, %						
Прочность, Н						

Задание

1. Установить оптимальные параметры получения зерновых хлебцев (влажность, температуру, рецептуру).
2. Провести оценку полученных продуктов по органолептическим и физико-химическим показателям.
3. Определить производительность пресс-экструдера.
4. Начертить технологическую линию производства зерновых хлебцев (в программе "Компас") с указанием используемого оборудования и направления движения технологического потока.

Оборудование, материалы

Пресс-экструдер КЭШ-1, ПЭШ-30/4; набор круглых и щелевых фильер; лабораторный рассев; сито пробивное с диаметром отверстий – 2 мм; мерный цилиндр на 500 см³; мерный стакан на 1000 см³; сушильный шкаф или ВЧ; весы до 1,5 кг; штангенциркуль; термометр; металлическая линейка; одноразовые полиэтиленовые пакеты; х/б перчатки – 2 пары; блюдо емкостью 5 литров – 3 шт.; зерно различных культур (согласно заданию).

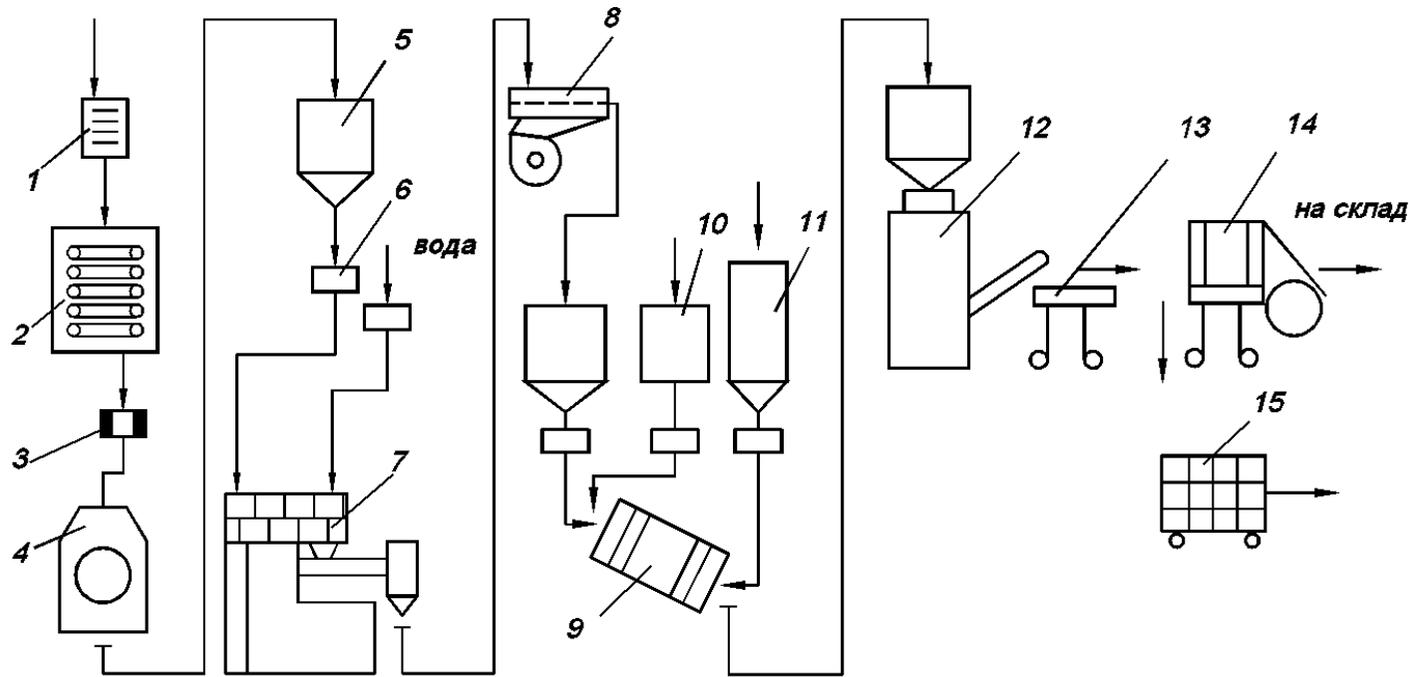
Список использованных источников

- 1 Бачурская, Л. Д. Пищевые концентраты / Л. Д. Бачурская, В. Н. Гуляев. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 335 с.
- 2 Дегтяренко, Г. Н. Пищеконцентратное производство: учебное пособие для студентов специальности 27.08.00 / Г. Н. Дегтяренко, Е. Я. Челнокова. – Оренбург: Оренб. гос. ун-т, 1997. – 80 с.
- 3 Иванова, Т. Н. Товароведение и экспертиза пищевых концентратов и пищевых добавок: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Т. Н. Иванова, В. М. Позняковский. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 304 с.
- 4 Касьянов, Г. И. Технология производства сухих завтраков: учебно-практическое пособие / Г. И. Касьянов, А. В. Бурцев, В. А. Грицких. – Ростов н/Д: «Издательский центр МарТ», 2002. – 96 с. – Серия «Технология пищевых производств».
- 5 Остриков, А. Н. Экструзия в пищевой технологии / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. С. Рудометкин – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
- 6 Технология экструзионных продуктов / А. Н. Остриков, Г. О. Магомедов, Н. М. Дерканосова, В. Н. Василенко, О. В. Абрамов, К. В. Платов. – СПб: Проспект Науки, 2007. – 202 с.
7. Дегтяренко, Г. Н. Исследование физико-химических свойств круп и полученных на их основе экструдированных продуктов на их основе для студентов специальности 27.02 (27.03) [Текст] : метод. указания к лаб. работам по УИРС / Г. Н. Дегтяренко, Е. Я. Челнокова. - Оренбург : ОГУ, 1996. - 60 с.

Приложение А

(справочное)

Схема производства хлебных палочек



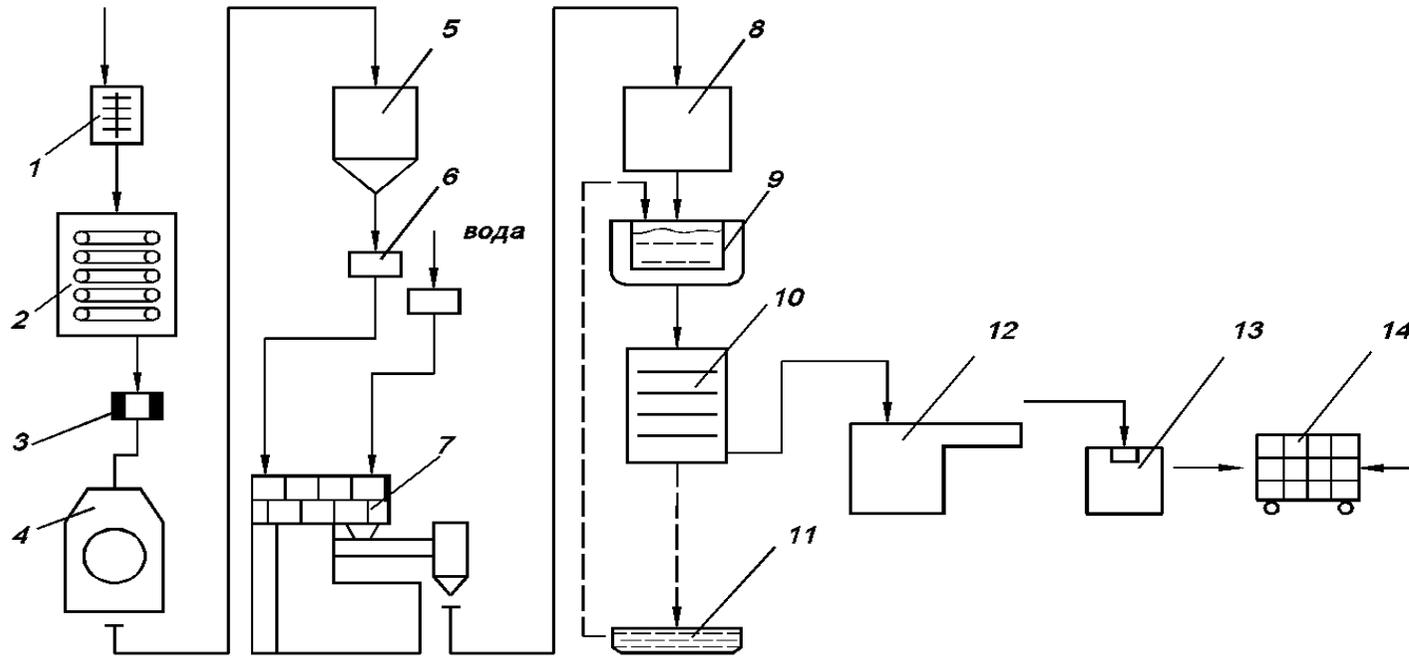
1 – хлебoreзка; 2 – ленточная сушилка; 3 – магнитное заграждение; 4 – дробилка;
5 – бункер; 6 – дозатор; 7 – экструдер; 8 – охладитель; 9 – дражирователь; 10 – емкость для масла; 11 – бункер для добавок;
12 – фасовочный аппарат; 13 – стол; 14 – упаковочный аппарат; 15 – тара-оборудование

Рисунок А.1 – Схема производства хлебных палочек

Приложение Б

(справочное)

Схема производства хлебных крекеров



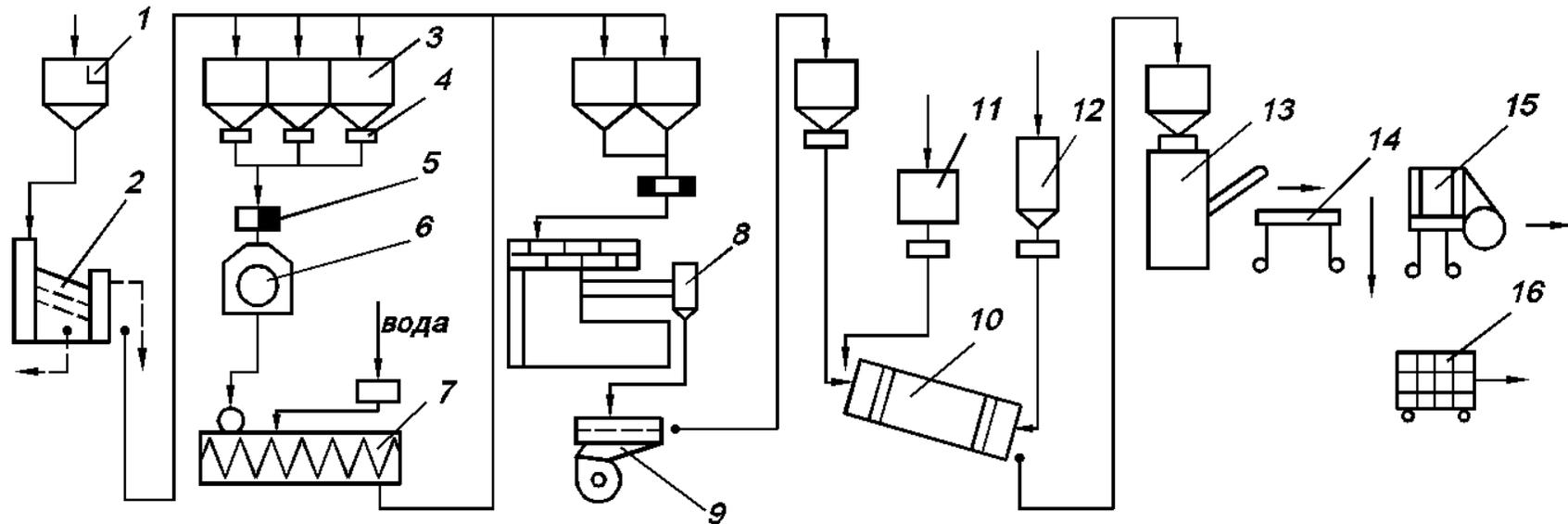
1 – хлебрезка; 2 – ленточная сушилка; 3 – магнитное заграждение; 4 – дробилка; 5 – бункер; 6 – дозатор; 7 – экструдер;
8 – сушилка; 9 – фритюрница; 10 – стеллаж; 11 – емкость для масла; 12 – инспекционный стол; 13 – напольные весы;
14 – тара-оборудование

Рисунок Б.1 – Схема производства хлебных крекеров

Приложение В

(справочное)

Схема производства крупяных палочек



1 – автоматические весы; 2 – воздушно-ситовой сепаратор; 3 – бункер; 4 – дозатор; 5 – магнитное заграждение; 6 – дробилка; 7 – увлажнительная машина; 8 – экструдер; 9 – охладитель; 10 – дражировщик; 11 – емкость для масла; 12 – бункер для добавок; 13 – фасовочный аппарат; 14 – стол; 15 – упаковочный аппарат; 16 – тара-оборудование

Рисунок В.1 – Схема производства крупяных палочек

Приложение Г

(справочное)

Рецептура крупяных палочек

Таблица Г.1 – Рецептuru крупяных палочек, %

Компонент	Крупяные палочки														
	Сладкие	С корицей	С ванилином	Лимонные	Сладкие с арахисовой массой	Соленые	Соленые с арахисовой массой	С сыром	С чесноком	«Московские»	Сладкие с какао-порошком	Сахарные	Со сгущенным молоком	С сухим молоком	С кофе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Крупа кукурузная	73	71,8	72,8	72,2	70	84	83	73	84,5	76	71	69	70	69	69
Масло растительное	12	12	12	12	5	12	5	12	12	12	12	-	30	-	-
Сахарная пудра	15	15	15	15	15	-	-	-	-	-	15	2	-	2	2
Какао-порошок	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сахарный сироп	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-	29	29
Корица	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Арахисовое масло	-	-	-	-	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Эссенция лимонная	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ванилин	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кислота лимонная	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Соль поваренная	-	-	-	-	-	4	2	-	2	-	-	-	-	-	-
Сыр	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
Чеснок сухой	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-
Приправа белковая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-

Приложение Д

(справочное)

Выписка из ГОСТ 13586-93. Зерно. Метод определения влажности

ГОСТ 13586-93. ЗЕРНО. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ

Подготовка к испытанию. Из средней пробы выделяют навеску массой (300 ± 10) г. Выделенное зерно помещают в плотно закрывающийся сосуд, заполнив его на две трети объема. Зерно, имеющее температуру ниже температуры обычных лабораторных условий (20 ± 5) °С, выдерживают в закрытом сосуде до температуры окружающей среды. На дно тщательно вымытого и просушенного эксикатора помещают прокаленный хлористый кальций или другой осушитель. Пришлифованные края эксикатора смазывают тонким слоем вазелина.

Новые бюксы просушивают в сушильном шкафу в течение 60 мин и помещают для полного охлаждения в эксикатор. Бюксы, находящиеся в обращении, также должны храниться в эксикаторе.

В выделенном зерне определяют влажность с помощью электровлагомеров по ГОСТ 8.434 для выбора варианта метода и установления продолжительности подсушивания.

Для зерна с влажностью до 17 % определение проводят без предварительного подсушивания. Для зерна с влажностью свыше 17 % определение проводят с предварительным подсушиванием до остаточной влажности в пределах 9-17 %. Для зерна овса и кукурузы предварительное подсушивание проводят при влажности свыше 15,5 %.

Проведение испытаний. Перед началом испытаний зерно тщательно перемешивают, встряхивая сосуд в разных направлениях и плоскостях.

Определение влажности с предварительным подсушиванием. В просушенную и взвешенную сетчатую бюксу из подготовленного зерна для определения влажности из разных мест отбирают совком навеску зерна массой 20,00 г. Бюксу закрывают и взвешивают. Перед подсушиванием зерна сушильный шкаф разогревают до температуры 110 °С. Бюксы с навесками зерна помещают в сушильный шкаф при температуре 110 °С и сушат при 105 °С, для чего подвижный контакт термометра устанавливают на 105 °С. Свободные гнезда шкафа закрывают заглушками. Продолжительность восстановления температуры до 105 °С в камере СЭШ-3М после загрузки в нее бюкс с навесками не должна превышать 4 мин. Продолжительность подсушивания навесок зерна в зависимости от влажности, предварительно определенной с помощью электровлагомера, устанавливают по таблице 1.

Примечание. При одновременном предварительном подсушивании зерна одной или нескольких культур с различной исходной влажностью допускается продолжительность подсушивания, установленная в таблице для испытуемого зерна с максимальной исходной влажностью. При этом предварительное подсушивание кукурузы, фасоли, гороха, нута с исходной влажностью свыше 35 % должно проводиться отдельно от всех других культур в течение регламентированных 40 мин.

Таблица 1 - Продолжительность подсушивания зерна

Наименование культуры	Продолжительность подсушивания (с момента восстановления температуры 105 °С в камере СЭШ-3М), мин, при влажности, %		
	до 25	от 25 до 35	более 35
Пшеница, рожь, овес, просо, сорго, гречиха, ячмень, рис-зерно	7	12	30
Кукуруза, фасоль, горох, нут	15	25	40
Чина, вика, чечевица	15	25	25

По окончании предварительного подсушивания бюксы с зерном вынимают и охлаждают с помощью охладителя типа АУО в течение 5 мин, после чего взвешивают и зерно измельчают. Сушильный шкаф СЭШ-3М во время охлаждения бюкс с зерном готовят к дальнейшей работе следующим образом: контактный термометр переключают на температуру 130 °С и оставляют включенным до конца измельчения навесок зерна; при достижении в камере сушильного шкафа температуры 130 °С отключают контактный термометр и разогревают шкаф до температуры 140 °С. Подсушенную и охлажденную навеску зерна переносят из сетчатых бюкс в мельницу и измельчают: зерно пшеницы, ржи, риса-зерна, гречихи, проса, сорго, кукурузы, гороха, фасоли, чечевицы, вики, нута, чины - 30 с, зерно ячменя, овса, люпина - 60 с.

Крупность помола периодически (не реже одного раза в десять дней) контролируют просеиванием навесок на ситах N 1 и 08 на гладкой поверхности без встряхивания сит в течение 3 мин при 110-120 круговых движениях в минуту или на лабораторном рассеве в течение 5 мин при частоте вращения 180-200 об/мин. При этом остаток на сите N 1 должен быть не более 5 %, проход через сито N 08 - не менее 50 %. Если регламентируемая крупность не обеспечивается, следует увеличить продолжительность размола.

Из эксикатора извлекают две чистые просушенные металлические бюксы и взвешивают с точностью до второго десятичного знака.

Измельченное зерно сразу переносят в две металлические бюксы и массу каждой навески доводят до 5,00 г, после чего взвешенные бюксы с зерном закрывают и помещают в эксикатор.

Контактный термометр переключают на температуру 130 °С, и в шкаф быстро помещают бюксы с навесками размолотого зерна, причем сначала в гнездо ставят крышку, а на крышку - бюксу. Свободные гнезда шкафа заполняют пустыми бюксами. Измельченное зерно всех культур, кроме кукурузы, высушивают в течение 40 мин, измельченное зерно кукурузы - в течение 60 мин, стержни кукурузы - в течение 40 мин, отсчет времени ведется с момента установления температуры 130 °С.

По истечении экспозиции высушивания бюксы с измельченным зерном извлекают из шкафа, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения, примерно на 20 мин (но не более 2 ч). Охлажденные бюксы с измельченным зерном взвешивают с точностью до второго десятичного знака и ставят в эксикатор до конца подсчетов.

Определение влажности без предварительного подсушивания.

Из зерна, подготовленного для определения влажности, выделяют навеску массой 20 г и измельчают аналогично как и в способе с предварительным подсушиванием зерна. Также выделение проб и их обезвоживание производят в той же последовательности, как и в предыдущем способе.

Определение влажности кукурузы в початках. Влажность кукурузы определяют в отдельности для зерна и стержней. Среднюю пробу кукурузы в початках (10 початков) обмолачивают, зерно тщательно перемешивают и выделяют пробу зерна массой 50 г. В зависимости от влажности (измеренной электровлагомером) определяют содержание влаги в зерне в последовательности и режимах высушивания, указанных в предыдущем способе с предварительным подсушиванием. Для стержней кукурузы определение влажности проводится без предварительного подсушивания.

Влажность стержней кукурузы определяют по трем из десяти стержней (отобранных через каждый третий), полученных в результате лабораторного обмолота средней пробы кукурузы в початках.

Отобранные три стержня поочередно измельчают на лабораторной дробилке ДСК. Размол за один пропуск должен обеспечить получение измельченной массы стержней с содержанием не менее 40 % частиц проходом через сито с круглыми отверстиями диаметром 5,0 мм.

Допускается измельчение стержней кукурузы проводить вручную. Для этого от концов каждого из трех стержней, освобожденных от зерен, отрезают (ножом или пилой) по кусочку длиной 2 см и отбрасывают их, затем от оставшейся части каждого стержня отрезают три кусочка (по одному с концов и в средней части) длиной 3 см каждый и после предварительного разрезания на

мелкие части направляют для определения влажности. Выделение навесок измельченных стержней и их высушивание проводят в соответствии с требованиями указанными в предыдущем способе.

Обработка результатов.

Влажность зерна и стержней кукурузы (X) без предварительного подсушивания в процентах вычисляют по формуле

$$X = 20(m_1 - m_2),$$

где m_1 - масса навески размолотого зерна или стержней до высушивания, г;

m_2 - масса навески размолотого зерна или стержней после высушивания, г.

Результаты вычислений записывают до второго десятичного знака.

Влажность зерна при определении с предварительным подсушиванием (X_1) в процентах вычисляют по формуле

$$X_1 = 100 - m_1 \cdot m_2,$$

где m_1 - масса пробы целого зерна после предварительного подсушивания, г;

m_2 - масса навески размолотого зерна после высушивания, г.

Промежуточные вычисления по формуле проводят до четвертого десятичного знака, а результат записывают до второго десятичного знака. Например, при массе навески целого зерна после предварительного подсушивания 16,37 г и при массе навески размолотого зерна после высушивания 4,46 г рассчитываемая влажность зерна составит:

$$X_1 = 100 - 4,46 \times 16,37 = 100 - 73,0102 = 29,99\%.$$

Влажность кукурузы в початках обозначается дробью, в которой влажность зерна указывают в числителе, стержней - в знаменателе. Пересчет влажности на всю партию кукурузы в початках проводят, исходя из массового соот-

ношения зерна и стержней, например: при влажности зерна 20 %, стержней – 24 % и соотношении зерна и стержней 77:23 влажность кукурузы в початках будет равняться:

$$\frac{(20 \times 77) + (24 \times 23)}{10} = 20,92\% .$$

Допускаемое расхождение результатов двух параллельных определений не должно превышать 0,2 %. При превышении допускаемого расхождения результатов двух параллельных определений испытание повторяют.

За окончательный результат определения влажности зерна принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений и в документе о качестве проставляют это значение, округленное до первого десятичного знака.

Округление полученных результатов анализа для проставления в документах о качестве зерна проводят следующим образом: если первая из отбрасываемых цифр (считая слева направо) меньше 5, то последняя сохраняемая цифра не меняется; если равна или больше 5, то увеличивается на единицу.

В документе о качестве результаты определения влажности проставляют без округления. При контрольных определениях влажности допускаемые расхождения (в процентах) между контрольным и первоначальными определениями не должны превышать:

0,5 - для зерновых культур (кроме кукурузы в зерне);

0,7 - для кукурузы в зерне и бобовых культур;

0,8 - для стержней кукурузы.

Если при контрольном определении влажности полученные результаты превышают пределы допускаемых расхождений, указанные выше, то результат контрольного определения влажности принимают за окончательный.

Погрешность результатов воздушно-теплового метода определения влажности по сравнению с образцовым вакуумно-тепловым методом приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Погрешность результатов воздушно-теплового метода определения влажности зерновых продуктов

Наименование культуры	Погрешность метода, %	Систематическая составляющая погрешности метода, %*
Просо, гречиха, рис-зерно, сорго	$\pm 0,5$	+0,20
Пшеница, рожь, ячмень	$\pm 0,5$	+0,35
Овес	$\pm 0,5$	+0,45
Вика, горох, нут, чина, фасоль, чечевица	$\pm 0,7$	+0,55
Кукуруза в зерне	$\pm 0,7$	+0,55
Стержни кукурузы	$\pm 0,8$	+0,60

Приложение Е
(справочное)
Творческие задания

Творческие задания выдает и корректирует преподаватель к определенной производственной ситуации или продукту.

Задача 1. Подобрать экструдер для производства конкретного ассортимента пищевой продукции.

Задача 2. Изучив химический состав сырья, дать рекомендации о возможности его использования в экструдированных продуктах.

Задача 3. На основе анализа структуры трансформация экструдированных продуктов дать рекомендации по ведению технологического процесса.

Задача 4. Разработать рекомендации по производству конкретного вида экструдированных продуктов.

Задача 5. Разработать предложения по оптимизации существующих технологий производства экструдированных продуктов.

Задача 6. На примере конкретного пищевого предприятия разработать предложение о возможности использования экструдирования для переработки побочных продуктов производства.

Задача 7. Определить причины нарушения процесса экструзии и дать рекомендации по их ликвидации.

Задача 8. Дать обоснование возможности использования предложенных видов сырья для получения комбинированных продуктов.

Задача 9. Изучив качество сырья, дать рекомендации по получению из него полуфабрикатов вспученных экструдатов (варианты сырья определяет преподаватель).

Задача 10. Изучив качество сырья, дать рекомендации по получению из него вспученных экструдатов (варианты сырья определяет преподаватель).