

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии пищевых производств

В. В. Ваншин

# **ЭКСТРУЗИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Методические указания к лабораторным работам  
по дисциплине «Экструзионные технологии  
в пищевой промышленности»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
Государственного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Оренбургский государственный  
университет»

Оренбург  
ИПК ГОУ ОГУ  
2011

УДК 664.7(07)  
ББК 36я7  
В 17

Рецензент – кандидат технических наук, доцент В.П. Попов

**Ваншин, В. В.**  
В 17 Экструзионные технологии в пищевой промышленности: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Экструзионные технологии в пищевой промышленности» / В.В. Ваншин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 31 с.

Методические указания составлены в соответствии с учебной программой курса «Экструзионные технологии в пищевой промышленности» и предназначены для студентов вузов пищевого профиля.

Методические указания включают пять лабораторных работ, в которых представлены технологические процессы, осуществляемые при производстве экструдированных пищевых продуктов. Также описана трансформация основных компонентов экструдированного сырья в процессе экструзии и приведены технологические схемы производства экструдированных продуктов. Изложены методы оценки качества экструзионных продуктов.

УДК 664.7(07)  
ББК 36я7

© Ваншин В.В., 2011  
© ГОУ ОГУ, 2011

## 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.....	21
5 Лабораторная работа №5. Производство картофельных чипсов путем экструзии.....	23
Список использованных источников.....	26
Приложение А – Схема производства хлебных палочек .....	27
Приложение Б – Схема производства хлебных крекеров.....	28
Приложение В – Схема производства крупяных палочек.....	29
Приложение Г – Рецептура крупяных палочек .....	30

## Введение

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. 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 сырьем являются зерновые (кукурузная, рисовая и овсяная крупы, сорго), картофель, соевая мука, а также различные смеси белков и полисахаридов, включая вторичное сырье 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 экструзионной технологией, включает более 400 наименований. В странах с развитой пищевой промышленностью отмечен постоянный рост потребления экструдированных пищевых продуктов, так в Европе оно составляет от 3 до 7 кг в год, а в РФ – в среднем 1,4 кг.

В России в последние годы ежегодный дефицит белка составляет более 2,5 млн. т. Восполнение этого дефицита осуществляется за счет использования белков растительного и животного происхождения. Животные белки биологически наиболее полноценны, однако, их производство является более затратным. Поэтому научным миром ведутся поиски путей частичной замены животных белков растительными и способов их совместного использования. Одним из перспективных направлений 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); Crezaux-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. Таким образом, 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 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** состоит из приготовления хлебной крошки, экструдирования, охлаждения, дражирования и фасовки готовой продукции. Технологическая схема производства хлебных палочек представлена в Приложении А. 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 120-150 °С с использованием фильеры Ø 3 мм. После экструдирования продукт охлаждают и направляют в дражиратор, 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:

- расчетная массовая доля влаги в тесте 13÷30 % (в зависимости от задания);
- температура воды для замеса 20÷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÷150 °С. При температуре выше 150 °С необходимо увеличить влажность экструдруемой 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 дм<sup>3</sup>. Избыток экструдата удаляют сухой плоской металлической пластиной и взвешивают. Насыпная масса экструдатов  $M$ , г/дм<sup>3</sup>, 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, дм<sup>3</sup>.

**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 жидкостью. 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,  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  – объем беспористой массы,  $\text{см}^3$ ;

Согласно ТУ пористость палочек должна быть в пределах  $(87 \pm 5) \%$ .

**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 ржано-пшеничному 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 средний 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 аро- мат, консистенция)	Насыпная масса экструдатов, г/дм <sup>3</sup>	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 см<sup>3</sup>; мерный стакан на 1000 см<sup>3</sup>; 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; хлебная крошка; растительное масло.

## **2 Лабораторная работа №2. Производство хлебных крекеров**

### **Цель работы**

Изучить технологию производства хлебных крекеров и установить оптимальные режимы их получения.

### **Основные положения**

Главным фактором, определяющим получение хлебных крекеров высокого качества с мелкопористой структурой, является обеспечение в данном способе формирования 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 формирования 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 формирования 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 способность полуфабриката к вспучиванию и ухудшается структура пористости вспученных крекеров.

**Технологический процесс производства хлебных крекеров** включает подготовку хлебной крошки, замес теста, экструдирование, сушку изделий, вспучива-

ние и упаковку готовой продукции. Технологическая схема представлена в Приложении Б.

Основным сырьем для производства хлебных крекеров являются буханки некондиционного хлеба, которые предварительно измельчают на хлеборезке. 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÷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 стеллажах 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 см<sup>3</sup>; мерный стакан на 1000 см<sup>3</sup>; 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 и получить практические навыки ведения экструзионного 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÷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÷170 °С и давлении от 3÷7 МПа. Полученный экструдат охлаждают и направляют в бункер

над дражиратором. Дражирование осуществляется в дражираторе, куда одновременно 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 готовят 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 см<sup>3</sup> и оставляют на 24 часа для набухания. После чего измеряется объем набухшего продукта (см<sup>3</sup>).

Набухаемость экструдатов  $H_m$ , см<sup>3</sup>/г, рассчитывается по формуле:

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

где  $V$  – объем набухшего материала в цилиндре, см<sup>3</sup>;

$m_n$  – 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"> <li>• глазированных</li> <li>• неглазированных</li> </ul>	<p>8</p> <p>6</p>
<p>Содержание жира в крупяных палочках, %, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• глазированных и фигурных: «Мозаика», «Олимпийские», «Лакомка», «Забава»</li> <li>• неглазированных: с ванилином, корицей, лимонных, «Московские», сладких, соленых, с сыром, чесноком, молоком; фигурных «Десертные», «Ванильные», «Сырные», «Особые», «Любительские», «Столовые»</li> <li>• с арахисовой массой</li> <li>• с какао-порошком</li> </ul>	<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"> <li>• глазированных: с ванилином, корицей, лимонных, сладких, с сухим молоком, какао-порошком, кофе, со сгущенным молоком</li> <li>• неглазированных: сладких, с какао-порошком, корицей, сухим молоком</li> <li>• фигурных «Десертные», «Ванильные»</li> <li>• «Олимпийские», «Мозаика»</li> <li>• «Лакомка», «Забава»</li> <li>• «Особые», «Любительские», «Сырные», «Столовые»</li> </ul>	<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"> <li>• соленых</li> <li>• соленых с арахисовой массой, чесноком</li> </ul>	<p>4</p> <p>2</p>

Продолжение таблицы 3

1	2
<p>Размеры крупяных палочек, мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• длина</li> <li>• диаметр:</li> </ul> <p>кукурузных пшеничных</p>	<p>20...60</p> <p>6...12 4...12</p>
<p>Размер крупяных палочек с добавками, мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• шоколадных и жировой глазури</li> <li>• ванильных, лимонных, сладких, с арахисовой массой</li> </ul>	<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 см<sup>3</sup>; мерный стакан на 1000 см<sup>3</sup>; 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÷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 см<sup>3</sup>; мерный стакан на 1000 см<sup>3</sup>; 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 прогретом до  $45\div 55$  °С смесителе увлажняют картофельный крахмал до содержания массовой доли влаги  $30\div 50$  % сахарно-солевым раствором с температурой  $52\div 54$  °С.

Увлажненный крахмал перемешивают не менее 10 минут, затем согласно 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 ( $W = 30 \div 50$  %) на части картофельного крахмала и сахарно-солевого раствора (температура раствора –  $52 \div 54$  °С) в течение 10 минут. В полученное тесто добавляют зерновой ( $2 \div 45$  % от общей массы сухих компонентов смеси) и картофельный компонент ( $10 \div 50$  % от общей массы сухих компонентов смеси) и проводят теплую экструзию при температуре от 70 до 90 °С, 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  $180 \div 200$  °С. 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)  $15 \times 0,6$  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  $500 \text{ см}^3$ ; мерный стакан на  $1000 \text{ см}^3$ ; 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.

## 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».

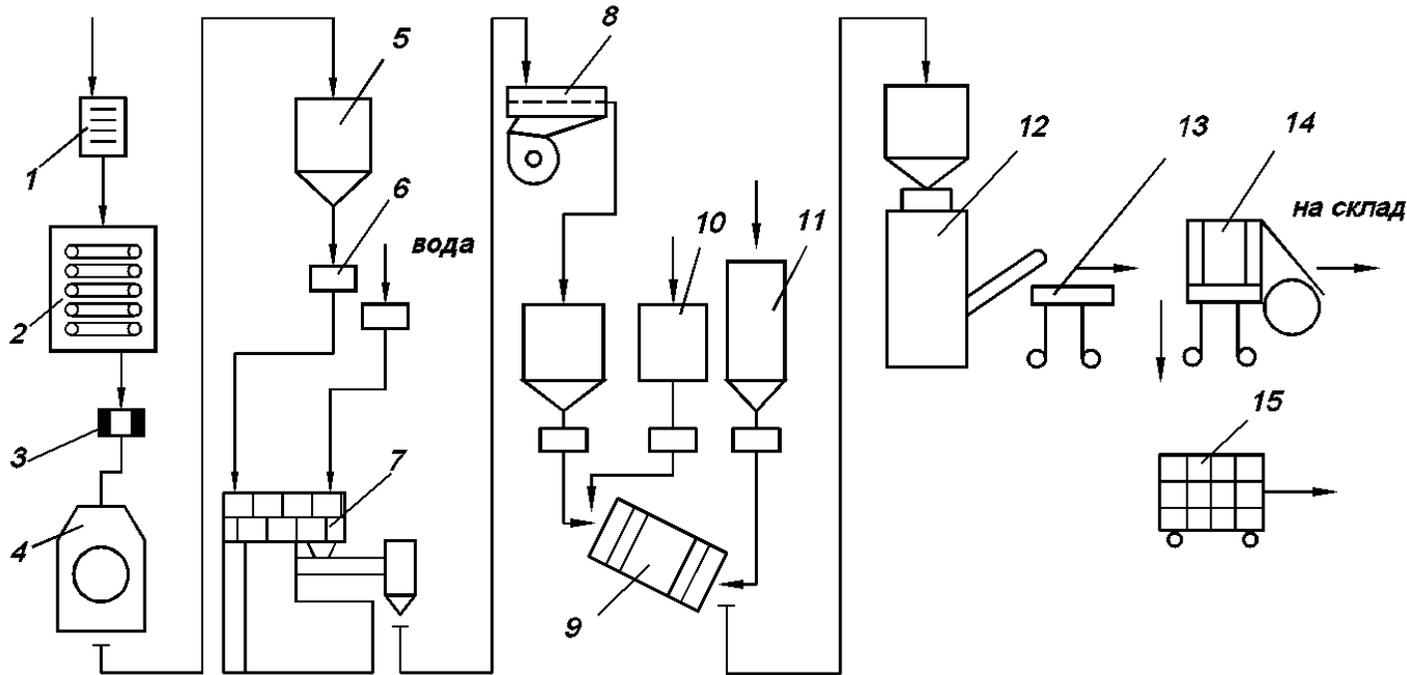
5 Остриков, А. Н. Экструзия в пищевой технологии / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. С. Рудометкин – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.

6 Технология экструзионных продуктов / А. Н. Остриков, Г. О. Магомедов, Н. М. Дерканосова, В. Н. Василенко, О. В. Абрамов, К. В. Платов. – СПб: «Перспектив Науки», 2007. – 202 с.

# Приложение А

(справочное)

## Схема производства хлебных палочек

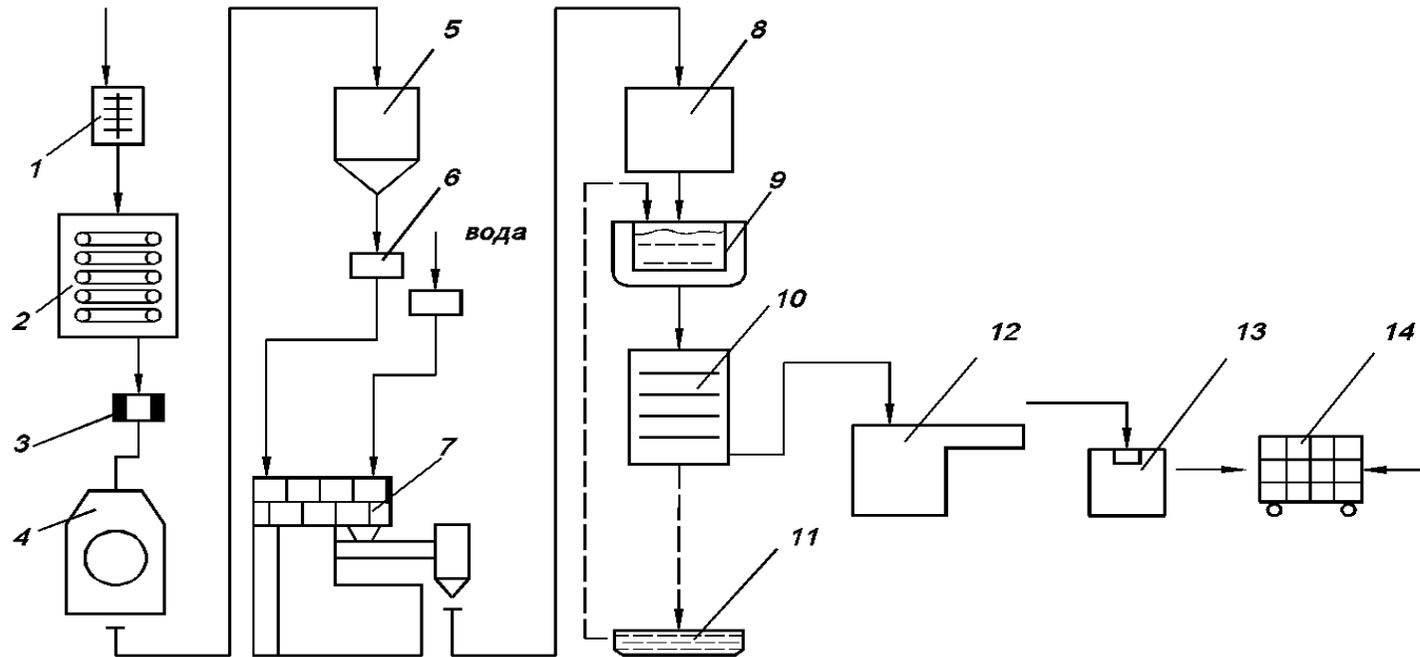


- 1 – хлеборезка; 2 – ленточная сушилка; 3 – магнитное заграждение; 4 – дробилка;  
5 – бункер; 6 – дозатор; 7 – экструдер; 8 – охладитель; 9 – дражировщик; 10 – емкость для масла; 11 – бункер для добавок;  
12 – фасовочный аппарат; 13 – стол; 14 – упаковочный аппарат; 15 – тара-оборудование

Рисунок А.1 – Схема производства хлебных палочек

## Приложение Б (справочное)

### Схема производства хлебных крекеров



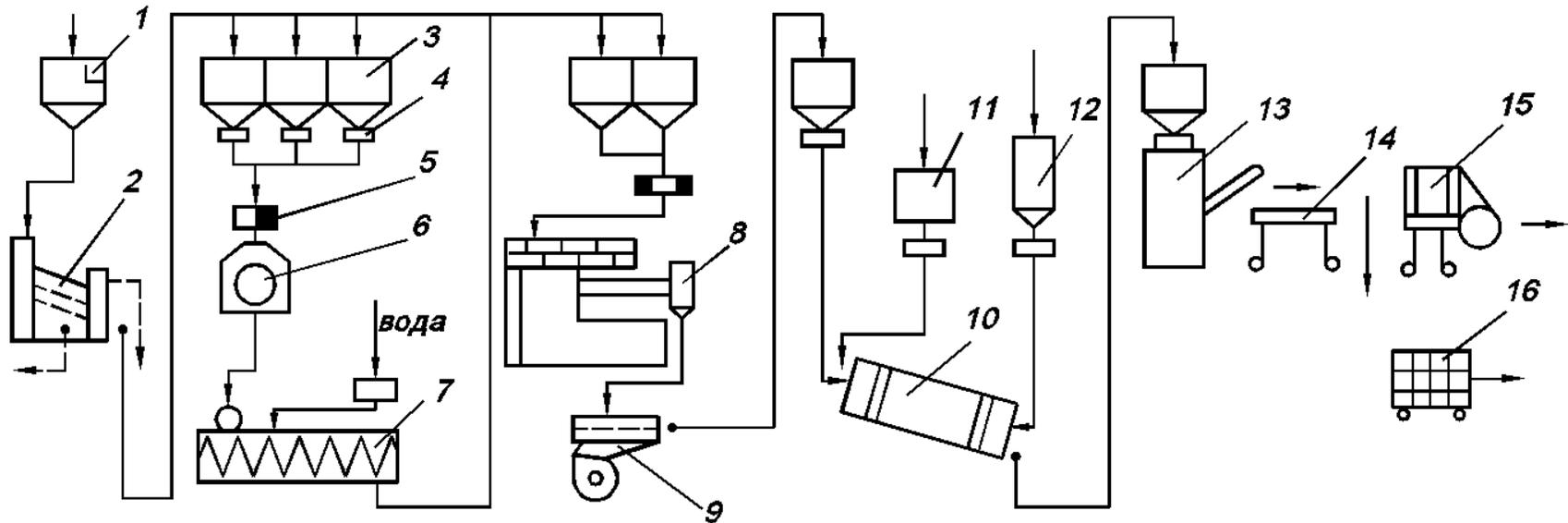
- 1 – хлебрезка; 2 – ленточная сушилка; 3 – магнитное заграждение; 4 – дробилка; 5 – бункер; 6 – дозатор; 7 – экструдер;  
8 – сушилка; 9 – фритюрница; 10 – стеллаж; 11 – емкость для масла; 12 – инспекционный стол; 13 – напольные весы;  
14 – тара-оборудование

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 – дражиратор; 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 – Рецептура 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 стухенным 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	-	-	-	-	-