

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Т.Н. Евстигнеева, Л.А. Надточий

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПИЩЕВОЙ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ОТРАСЛЕЙ**

Часть I

Учебно-методическое пособие



**Санкт-Петербург
2013**

УДК 637.1

Евстигнеева Т.Н., Надточий Л.А. Проектирование предприятий пищевой и биотехнологической отраслей: Учеб.-метод. пособие. Ч. I. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 35 с.

Изложена сущность расчетов по определению мощности, режимов работы предприятий молочной промышленности, рассматриваются основные принципы и особенности продуктовых расчетов в молочной промышленности.

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплинам «Основы проектирования предприятий пищевой и биотехнологической отраслей» и «Проектирование предприятий отрасли с основами промышленного строительства» предназначено для студентов специальностей 240902 и 260303 всех форм обучения.

Рецензент: кандидат техн. наук, доц. Ю.Г. Базарнова

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013

© Евстигнеева Т.Н., Надточий Л.А., 2013

ВВЕДЕНИЕ

Цель практических занятий – подготовить студентов к решению технологических вопросов по совершенствованию производственных схем предприятий молочной отрасли, а также к заключительному этапу в вузе – выполнению курсового проекта по технологии отрасли и дипломного проекта.

В ходе практических занятий на примере городского молочного завода студенты должны овладеть методикой продуктовых расчетов различных молочных продуктов, принципами построения графиков работы технологического оборудования.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКТОВЫХ РАСЧЕТОВ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Продуктовый расчет позволяет по заданной массе сырья определить получаемую массу полуфабрикатов, побочного сырья и готовой продукции, а по заданной массе готовой продукции рассчитать необходимую массу сырья и получаемую массу полуфабрикатов и побочного сырья.

Результаты продуктового расчета используются при определении объемов производства, потребностей в электроэнергии, вспомогательных материалах, воде и т. п., а также при подборе технологического оборудования.

Приступая к продуктовым расчетам, необходимо знать номенклатуру, мощность, режим работы предприятия, ассортимент выпускаемой продукции.

В продуктовом расчете учитывают максимальное поступление молока за смену (сутки). Оптимальная мощность всех предприятий, кроме цельномолочных, рассчитывается исходя из объемов закупок молока на перспективу в принятой сырьевой зоне. При определении мощности предприятий цельномолочной промышленности за основу расчета принимаются численность населения в перспективе и физиологические нормы потребления цельномолочной продукции.

Рекомендуемые нормы потребления молочных продуктов в среднем на душу населения России составляют, кг/г:

Молоко питьевое	91,2
Жидкие кисломолочные продукты	40,1
Масло животное	5,9
Творог и сырково-творожные изделия	8,9
Сметана и сливки	6,5
Сыр	6,1
Мороженое	4–6

Для ориентировочных подсчетов при пересчете продукции на молоко можно пользоваться коэффициентами, средними по стране:

Молочные продукты 3,2 %-й жирности – молоко пастеризованное, диетические продукты (кефир, ацидофилин и др.).....	1,0
Молоко пастеризованное и кисломолочные продукты 4 %-й жирности	1,3
Молоко пастеризованное и кисломолочные продукты 2,5 %-й жирности	0,8
Молоко пастеризованное 3,5 %-й жирности	1,1
Молочные продукты 6 %-й жирности	2,0
Молоко пастеризованное, кисломолочные продукты обезжиренные	1,0
Творог мягкий диетический 11 %-й жирности	4,2
Творог 18 %-й жирности	6,8
Творог 9 %-й жирности	3,4
Творог обезжиренный.....	7,5
Сливки и сметана 10 %-й жирности	2,85
Сливки и сметана 20 %-й жирности	5,7
Сливки 8 %-й жирности	2,5
Сливки 35 %-й жирности	10,0
Сметана 14 %-й жирности	4,5
Сметана 15 %-й жирности	4,8
Сметана 25 %-й жирности	7,1
Сметана 30 %-й жирности	8,5
Сыр	9,3
Сухое молоко	7,6
Молочные консервы	2,94
Масло сливочное	23,4
Мороженое	1,9

Сменную мощность проектируемого предприятия по производству отдельных видов цельномолочной продукции можно рассчитать по формуле, кг

$$M_1 = H (A/CM) K,$$

где H – физиологическая норма потребления продуктов, кг/г; A – численность населения, тыс. чел.; CM – расчетное количество смен работы предприятия в год ($CM = 600$); K – коэффициент платежеспособного спроса населения (уточняется на кафедре экономики промышленности и организации производства).

Сменную мощность остальных типов предприятий молочной промышленности можно определить по формуле, кг

$$M = P C (100 \cdot П Д),$$

где P – годовые сырьевые ресурсы молока, т; C – сезонность поступления сырья в максимальный по заготовкам месяц, %; 100 – общее количество молока, перерабатываемого в течение года, %; $П$ – количество смен работы предприятия в месяц; $Д$ – количество дней работы предприятия в месяц.

При проектировании цехов детского питания надо руководствоваться тем, что средний размер потребления продуктов для детей раннего возраста определен Институтом питания Академии медицинских наук исходя из следующего расчета: 50 % рождающихся детей находятся в первые четыре месяца жизни на естественном вскармливании, 35 % – на смешанном и 15 % – на искусственном. Годовая потребность в молочных продуктах (в пересчете на молоко) в расчете на одного ребенка в зависимости от способа вскармливания составляет соответственно 168, 240 и 360 кг/г. Исходя из среднего размера потребления молочных продуктов (222 кг/г), потребность в мощности для выработки требуемого количества готовой продукции в пересчете на 100 тыс. человек городского населения и при режиме работы оборудования в одну смену составит 1 т в смену.

Нормы технологического проектирования предусматривают следующие режимы работы предприятия (табл. 1).

Рассчитав сменную мощность предприятия, можно перейти непосредственно к продуктовому расчету.

Режимы работы предприятия

Предприятие	Количество условных суток максимальной загрузки в течение года	Расчетное количество смен работы	
		в сутки при максимальной загрузке	в год
Молочные комбинаты	300	2	600
Сыродельные комбинаты	250	2	500
Молочноконсервные комбинаты:			
сгущенного молока с сахаром	240	2,7	650
сгущенного стерилизованного молока	180	2,5	450
сухих детских молочных продуктов	240	2,5	600
сухого цельного молока	240	2,7	650
Маслодельные комбинаты	200	2,5	500
Цехи по производству сухих продуктов из вторичного сырья (ЗЦМ и др.)	180	2,5	450
Цехи молочного сахара	250	2,0	500
Цехи молочных продуктов для детей раннего возраста (до 1 года)	365	1,0	365

Продуктовый расчет предприятий по выработке цельномолочной продукции ведется с помощью формул материального баланса с учетом содержания жира, белка и других показателей, а также с учетом норм расхода и предельно допустимых потерь сырья и жира.

Продуктовый расчет включает в себя три раздела: схему технологических направлений переработки молока, собственно продуктовый расчет и сводную таблицу продуктового расчета.

В схеме технологических направлений переработки молока указывается последовательный переход сырья в полуфабрикаты, готовую продукцию и отходы производства (вторичное сырье), получаемые на разных стадиях производства (рис. 1).

Схема технологических направлений переработки молока на городском молочном заводе

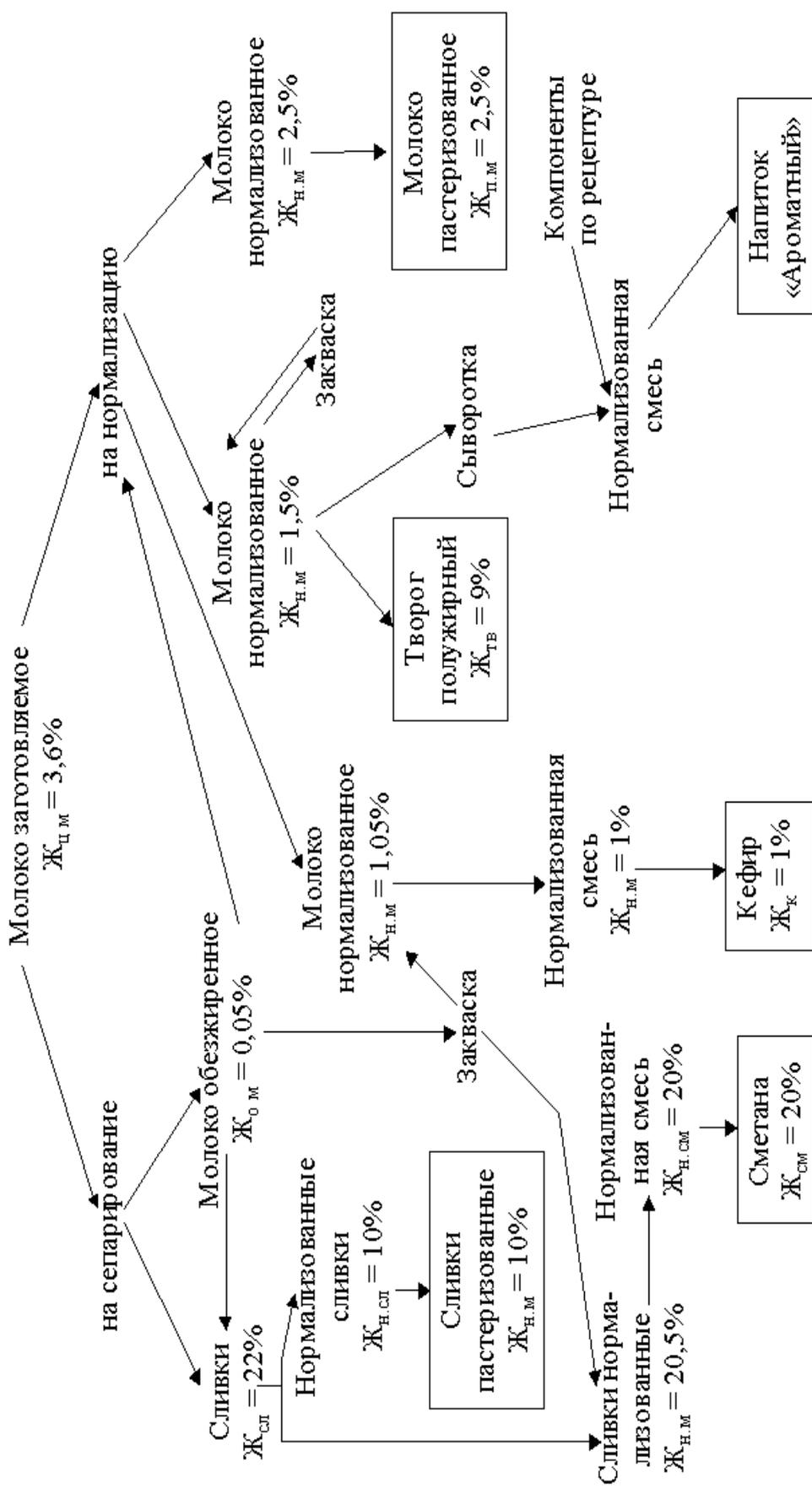


Рис.1

РАСЧЕТЫ ПРОДУКТОВ ГОРОДСКИХ МОЛОЧНЫХ ЗАВОДОВ

Как указывалось выше, расчеты для продуктов городских молочных заводов обычно производят от готового продукта к сырью, исходя из потребности в них населения. Массу готового продукта определяют по экономическому обоснованию в зависимости от численности населения и принятых норм потребления молочных продуктов.

Аналогично выполняют расчеты для таких продуктов на других предприятиях.

На городских молочных заводах вырабатывают все виды пастеризованного молока, жидкие кисломолочные продукты, творог, сметану, творожные изделия.

Пастеризованное молоко

Прежде чем приступить к расчету, все количество пастеризованного молока, которое должно быть выработано, делят в зависимости от вида расфасовки на количество молока во флягах, цистернах, пакетах и так далее, поскольку от вида расфасовки зависят нормы расхода сырья.

По массе пастеризованного молока определяют массу нормализованного молока с учетом предельно допустимых потерь при приемке, обработке и розливе молока

$$M_{н.м} = \frac{M_{п.м} P_{н.м}}{1000},$$

где $M_{п.м}$ – масса пастеризованного молока, кг; $P_{н.м}$ – норма расхода нормализованного молока на 1 т пастеризованного молока в зависимости от вида расфасовки и мощности завода, кг.

Потери нормализованного молока при производстве пастеризованного молока составят

$$П_{н.м} = M_{н.м} - M_{п.м}.$$

Дальнейший порядок расчета зависит от выбранной схемы нормализации: смешением (схема № 1) или в потоке (схема № 2).

Схема № 1

По массе нормализованного молока определяют его составляющие: цельное $M_{ц.м}$ и обезжиренное $M_{о.м}$ молоко или цельное молоко и сливки $M_{сл}$, кг

$$M_{н.м} = M_{ц.м} + M_{о.м}, \text{ если } Ж_{н.м} < Ж_{ц.м};$$

$$M_{н.м} = M_{ц.м} + M_{сл}, \text{ если } Ж_{н.м} > Ж_{ц.м},$$

где $Ж_{ц.м}$ – массовая доля жира в цельном молоке, %; $Ж_{н.м}$ – массовая доля жира в нормализованном молоке, %.

В первом случае массу цельного и обезжиренного молока определяют по следующим формулам:

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} (Ж_{н.м} - Ж_{о.м})}{Ж_{ц.м} - Ж_{о.м}};$$

$$M_{о.м} = \frac{M_{н.м} (Ж_{ц.м} - Ж_{н.м})}{Ж_{ц.м} - Ж_{о.м}},$$

где $Ж_{о.м}$ – массовая доля жира в обезжиренном молоке, %.

Во втором случае массу цельного молока и сливок определяют по формулам:

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} (Ж_{сл} - Ж_{н.м})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м}};$$

$$M_{сл} = \frac{M_{н.м} (Ж_{н.м} - Ж_{ц.м})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м}},$$

где $Ж_{сл}$ – массовая доля жира в сливках, %.

Схема № 2

По массе нормализованного молока устанавливают массу цельного молока, необходимого для нормализации, и массу сливок (обезжиренного молока), полученных при этом,

$$M_{ц.м} = M_{н.м} + M_{сл}, \text{ если } Ж_{н.м} < Ж_{ц.м};$$

$$M_{ц.м} = M_{н.м} + M_{о.м}, \text{ если } Ж_{н.м} > Ж_{ц.м}.$$

В первом случае

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} (Ж_{сл} - Ж_{н.м})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м}};$$

$$M_{сл} = \frac{M_{ц.м} (Ж_{ц.м} - Ж_{н.м})}{Ж_{сл} - Ж_{н.м}} \frac{100 - п_{сл}}{100},$$

где $п_{сл}$ – предельно допустимые потери сливок при нормализации, %.

Потери сливок составят

$$П_{сл} = M_{сл} \frac{п_{сл}}{100 - п_{сл}}.$$

Во втором случае

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} (Ж_{н.м} - Ж_{о.м})}{Ж_{ц.м} - Ж_{о.м}};$$

$$M_{о.м} = \frac{M_{ц.м} (Ж_{н.м} - Ж_{ц.м})}{Ж_{н.м} - Ж_{о.м}} \frac{100 - п_{о.м}}{100},$$

где $п_{о.м}$ – предельно допустимые потери обезжиренного молока, %.

Потери обезжиренного молока составят

$$П_{о.м} = M_{о.м} \frac{П_{о.м}}{100 - П_{о.м}}.$$

В расчетах массовую долю жира в нормализованном молоке принимают равной массовой доле жира в продукте, в обезжиренном молоке – 0,05 %, в сливках – в зависимости от их дальнейшей переработки.

В производстве топленого молока массовую долю жира в нормализованном молоке рассчитывают с учетом потерь влаги при испарении в процессе топления

$$Ж_{н.м} = \frac{Ж_{т.м} \cdot 1000}{P_t},$$

где $Ж_{т.м}$ – массовая доля жира в нормализованном молоке после его топления (в топленной смеси), равная массовой доле жира в готовом продукте, %; P_t – норма расхода нормализованного молока на получение 1 т топленной смеси, кг (при топлении в закрытой емкости составляет 1014 кг, в открытой – 1055 кг).

При расчете топленого молока, зная массу готового продукта, определяют массу топленной смеси

$$M_{т.см} = \frac{M_{т.м} P_{т.см}}{1000},$$

где $M_{т.м}$ – масса топленого молока по экономическому обоснованию, кг; $P_{т.см}$ – норма расхода топленной смеси на 1 т топленого молока в зависимости от вида расфасовки и мощности завода, кг.

Затем рассчитывают массу нормализованного молока (перед топлением)

$$M_{н.м} = \frac{M_{т.см} P_t}{1000}.$$

Дальнейший расчет обусловлен выбранной схемой нормализации.

Расчет сырья для производства белкового молока производят по рецептурам, при этом вначале определяют количество каждого компонента, после чего находят количество цельного и обезжиренно-

го молока, необходимого для получения рассчитанного количества молока указанной в рецептуре жирности.

Пример

Рассчитать состав смеси для получения 2000 кг белкового молока с массовой долей жира 1 %. Содержание жира в цельном молоке 3,7 %. Норма расхода нормализованного молока при производстве белкового молока с розливом в пакеты «Тетра Брик» по 0,5 л составляет 1008,2 кг на 1 т.

Решение

С учетом предельно допустимых потерь для получения 2000 кг белкового молока требуется нормализованное молоко массой

$$M_{н.м} = \frac{2000 \cdot 1008,2}{1000} = 2016,4 \text{ кг.}$$

По рецептуре для получения 1 т белкового молока без учета потерь требуется: 669,5 кг молока обезжиренного; 296,8 кг молока цельного с массовой долей жира 3,2 %; 33,7 кг молока сухого обезжиренного с массовой долей жира 0,5 %, содержащего 95 % сухих веществ, 100 %-й растворимости.

Для получения 2016,4 кг нормализованного молока потребуется соответственно молока:

– обезжиренного

$$\frac{669,5 \cdot 2016,4}{1000} = 1350,0 \text{ кг;}$$

– с массовой долей жира 3,2 %

$$\frac{296,8 \cdot 2016,4}{1000} = 598,4 \text{ кг;}$$

– сухого обезжиренного

$$\frac{33,7 \cdot 2016,4}{1000} = 68,0 \text{ кг.}$$

Для получения 598,4 кг молока с массовой долей жира 3,2 % необходимо:

– цельное молоко с массовой долей жира 3,7 %

$$M_{ц.м} = \frac{598,4(3,2 - 0,05)}{3,7 - 0,05} = 516,4 \text{ кг};$$

– обезжиренное молоко

$$M_{о.м} = \frac{598,4(3,7 - 3,2)}{3,7 - 0,05} = 82,0 \text{ кг}.$$

Общее количество обезжиренного молока, необходимого для получения 2000 кг белкового молока, составит: $1350,0 + 82,0 = 1432,0$ кг.

Жидкие кисломолочные продукты

По количеству намеченных к выпуску кисломолочных продуктов определяют количество нормализованной смеси $M_{н.см}$ отдельно для каждого продукта и вида его расфасовки:

$$M_{н.см} = \frac{M_{к.пр} P_{н.см}}{1000},$$

где $M_{к.пр}$ – масса кисломолочного продукта, кг; $P_{н.см}$ – норма расхода нормализованной смеси на 1 т продукта в зависимости от мощности завода, вида расфасовки и способа производства, кг.

Под массой нормализованной смеси понимают общую массу всех компонентов, предусмотренных рецептурой: нормализованного по массовой доле жира молока, закваски, сухого обезжиренного молока, вкусовых наполнителей и т. д.

Потери нормализованной смеси при производстве жидких кисломолочных продуктов $\Pi_{н.см}$ составят

$$\Pi_{н.см} = M_{н.см} - M_{к.п.}$$

Количество бактериальной закваски $M_{зак}$ при пересадочном способе ее производства рассчитывают по формуле

$$M_{зак} = \frac{M_{н.см} K_{зак}}{100},$$

где $K_{зак}$ – количество закваски по технологической инструкции, %.

Если в состав смеси входят только нормализованное по массовой доле жира молоко и закваска, приготовленная на молоке такой же жирности, то

$$Ж_{н.м} = Ж_{зак} = Ж_{к.пр},$$

где $Ж_{н.м}$, $Ж_{зак}$ и $Ж_{к.пр}$ – массовая доля жира в нормализованном молоке, закваске и кисломолочном продукте, соответственно, %.

В этом случае масса нормализованной смеси численно равна массе нормализованного молока (с учетом входящей в нее массы закваски).

Если же закваска приготовлена на обезжиренном молоке или на молоке с другой (по сравнению с нормализованным молоком) жирностью ($Ж_{зак} \neq Ж_{н.м}$), то массовую долю жира в нормализованном молоке до внесения закваски рассчитывают по формуле

$$Ж_{н.м} = \frac{100 \cdot Ж_{к.пр} - K_{зак} Ж_{зак}}{100 - K_{зак}}.$$

Массу нормализованного молока определяют по разности между массой нормализованной смеси и массой закваски

$$M_{н.м} = M_{н.см} - M_{зак}.$$

Далее расчет ведут как для питьевого молока.

Если в состав нормализованной смеси помимо нормализованного по массовой доле жира молока и бактериальной закваски входят и другие компоненты (сухое обезжиренное молоко, сахар-песок, плодово-ягодный сироп и т. д.), то расчет массы компонентов производят по рецептуре кисломолочного продукта (так же, как и для белкового молока).

В продуктовом расчете ряженки после определения массы нормализованной смеси, состоящей из топленого молока (далее именуемого топленой смесью) и бактериальной закваски, определяют массу закваски, а затем массу топленой смеси

$$M_{т.см} = M_{н.см} - M_{зак}.$$

Массовую долю жира в топленой смеси рассчитывают по формуле

$$Ж_{т.см} = \frac{100 \cdot Ж_p - K_{зак} Ж_{зак}}{100 - K_{зак}},$$

где $Ж_p$ – массовая доля жира в ряженке, %.

Далее расчет производят так же, как и для топленого молока.

Творог

По массе готового продукта рассчитывают массу творога с учетом предельно допустимых потерь на расфасовку $M_{ТВ}$ по формуле

$$M_{ТВ} = \frac{M_{ТВ}^1 P_p}{1000},$$

где $M_{ТВ}^1$ – масса готового продукта, кг; P_p – норма расхода творога при расфасовке на 1 т готового продукта, кг.

При выработке творога из нормализованного молока вначале определяют массовую долю жира в нормализованной смеси по формулам:

$Ж_{н.см} = Б + К$ – для творога с массовой долей жира 18 %;

$Ж_{н.см} = Б К$ – для творога с массовой долей жира 5–9 %,

где $Б$ – массовая доля белка в цельном молоке, %; $К$ – коэффициент нормализации, зависящий от вида творога, способа производства и конкретных условий производства (табл. 2).

Таблица 2

Значение коэффициента нормализации при производстве творога на различном оборудовании

Способ производства творога (оборудование)	Вид творога					
	18 %-й жирности		9 %-й жирности		5 %-й жирности	
	Весна–лето	Осень–зима	Весна–лето	Осень–зима	Весна–лето	Осень–зима
ГО–2,5	0,15–0,30	0,30–0,40	0,40–0,50	0,50–0,55	0,20–0,28	
ТИ–4000	0,15–0,25	0,25–0,35	0,40–0,47	0,47–0,55	0,20–0,28	
Я9–ОПТ	–	–	0,50	0,53	0,28	
Линии с ваннами-сетками	–	–	0,50	0,52	0,25–0,29	0,30–0,32

Количество нормализованной смеси на выработку творога $M_{н.см}$ рассчитывают по формуле

$$M_{н.см} = \frac{M_{тв} P_{н.см}}{1000},$$

где $P_{н.см}$ – норма расхода нормализованной смеси на 1 т творога, кг.

Массу закваски, приготовленной из нормализованного молока и необходимой для выработки творога, находят по формуле

$$M_{зак} = \frac{M_{н.см} K_{зак}}{100}.$$

Потери нормализованной смеси при производстве творога $\Pi_{н.см}$ рассчитывают по формуле

$$\Pi_{н.см} = \frac{M_{н.см} \Pi_{н.см}}{100},$$

где $\Pi_{н.см}$ – нормативные производственные потери жира, %.

По массе нормализованной смеси определяют массу входящего в нее цельного и обезжиренного молока (схема № 1) или цельного молока и сливок, полученных при нормализации (схема № 2).

В случае приготовления закваски на обезжиренном молоке считают, что она в количестве $M_{зак}$ будет произведена из части обезжиренного молока, необходимого для нормализации цельного молока.

Нормативную массу сыворотки $M_{сыв.н}$ рассчитывают, исходя из норм сбора сыворотки в зависимости от вида творога и способа его выработки (табл. 3).

Таблица 3

**Норма сбора сыворотки при производстве творога
на различном оборудовании**

Способ производства творога (оборудование)	Норма сбора сыворотки, %			
	Вид творога			
	18 %-й жирности	9 %-й жирности	5 %-й жирности «Крестьянский»	Нежирный
ТО–2,5 и ТИ–4000	75	75	78	80
Линии с ваннами-сетками	–	75	78	80
Я9–ОПТ	–	80	82	84

Теоретическую массу сыворотки $M_{\text{СЫВ.Т}}$ определяют по разности между массой нормализованной смеси и массой творага (до фасования)

$$M_{\text{СЫВ.Т}} = M_{\text{Н.СМ}} - M_{\text{ТВ.}}$$

Потери сыворотки $\Pi_{\text{СЫВ}}$ рассчитывают по формуле

$$\Pi_{\text{СЫВ}} = M_{\text{СЫВ.Т}} - M_{\text{СЫВ.Н.}}$$

При производстве творага отдельным способом продуктовый расчет производят согласно рис. 2.

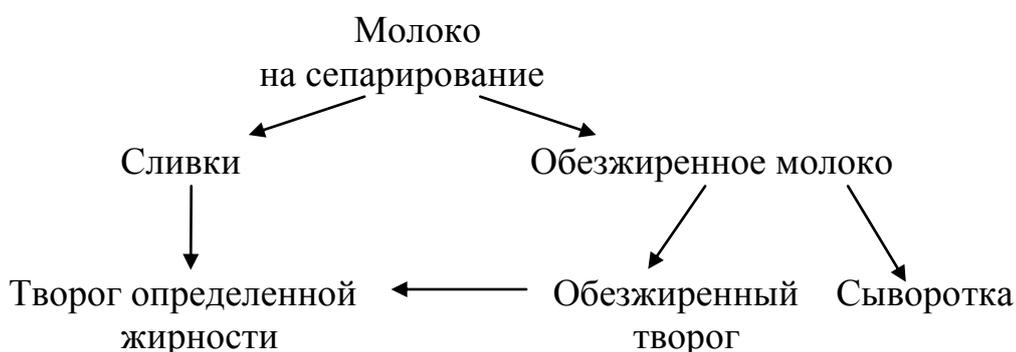


Рис. 2. Переработка молока при производстве творага отдельным способом

Массовую долю жира в сливках принимают равной 50–55 %.

Далее по массе готового творага рассчитывают массу творажной смеси (нежирного творага и сливок) $M_{\text{ТВ.СМ}}$ с учетом потерь при расфасовке и производстве творага отдельным способом

$$M_{\text{ТВ.СМ}} = \frac{M_{\text{ТВ}} P_p P_{\text{ТВ.СМ}}}{1000 \cdot 1000},$$

где $M_{\text{ТВ}}$ – масса готового творага, кг; $P_{\text{ТВ.СМ}}$ – норма расхода нежирного творага и сливок на 1 т готового продукта при производстве творага отдельным способом, кг; P_p – норма расхода творага на 1 т при расфасовке, кг.

Потери творажной смеси при производстве творага отдельным способом и его расфасовке $\Pi_{\text{Т.СМ}}$ составят

$$\Pi_{\text{Т.СМ}} = M_{\text{ТВ.СМ}} - M_{\text{ТВ.}}$$

Массу сливок определяют по формуле

$$M_{\text{сл}} = \frac{M_{\text{тв.см}} \cdot \text{Ж}_{\text{тв}}}{\text{Ж}_{\text{сл}}},$$

где $\text{Ж}_{\text{тв}}$ – массовая доля жира в готовом твороге, %; $\text{Ж}_{\text{сл}}$ – массовая доля жира в сливках, %.

Массу обезжиренного творога рассчитывают по разности

$$M_{\text{н.тв}} = M_{\text{тв.см}} - M_{\text{сл}}.$$

Массу обезжиренного молока для выработки обезжиренного творога $M_{\text{о.м1}}$ определяют по формуле

$$M_{\text{о.м1}} = \frac{M_{\text{н.тв}} \cdot P_{\text{o}}}{1000},$$

где P_{o} – норма расхода обезжиренного молока на выработку 1 т обезжиренного творога, кг/т (берут по действующим нормам в зависимости от мощности завода и массовой доли белка $B_{\text{о.м}}$ в обезжиренном молоке).

$$B_{\text{о.м}} = \frac{B_{\text{ц.м}} \cdot 100}{100 - \text{Ж}_{\text{ц.м}}},$$

где $B_{\text{ц.м}}$ – массовая доля белка в цельном молоке, %; $\text{Ж}_{\text{ц.м}}$ – массовая доля жира в цельном молоке, %.

По массе сливок рассчитывают массу цельного молока

$$M_{\text{ц.м}} = \frac{M_{\text{сл}} (\text{Ж}_{\text{сл}} - \text{Ж}_{\text{о.м}})}{\text{Ж}_{\text{ц.м}} - \text{Ж}_{\text{о.м}}} \frac{100}{100 - \text{п}_{\text{ц.м}}},$$

где $\text{п}_{\text{ц.м}}$ – предельно допустимые потери молока при сепарировании, %.

Массу обезжиренного молока, полученного при сепарировании $M_{\text{о.м2}}$, определяют по формуле

$$M_{\text{о.м2}} = \frac{M_{\text{ц.м}} (\text{Ж}_{\text{сл}} - \text{Ж}_{\text{ц.м}})}{\text{Ж}_{\text{сл}} - \text{Ж}_{\text{о.м}}} \frac{100 - \text{п}_{\text{о.м}}}{100},$$

где $\text{п}_{\text{о.м}}$ – предельно допустимые потери обезжиренного молока, %.

Массу обезжиренного молока, полученного при сепарировании, сравнивают с массой, требующейся для производства обезжиренного творога, а затем определяют недостающую массу обезжиренного молока

$$M_{o,m} = M_{om1} - M_{o,m2}.$$

Таким образом получают необходимую массу цельного и обезжиренного молока для производства творога. Расчет массы сыворотки аналогичен рассмотренному ранее.

Расчеты производства творожных изделий выполняют, исходя из заданной их массы или массы творога, выделенного для производства, по утвержденным рецептурам с учетом норм расхода сырья.

Сметана

По массе готовой сметаны определяют массу нормализованной смеси (сливок и закваски) с учетом потерь при производстве:

$$M_{н.см} = \frac{M_{см} P_{н.см}}{1000},$$

где $M_{см}$ – масса сметаны по экономическому обоснованию, кг;
 $P_{н.см}$ – норма расхода нормализованной смеси на 1 т сметаны в зависимости от массовой доли жира в ней, способа производства, вида расфасовки, мощности завода, кг.

Потери нормализованной смеси при производстве сметаны $\Pi_{н.см}$ составят

$$\Pi_{н.см} = M_{н.см} - M_{см}.$$

По количеству нормализованной смеси рассчитывают массу бактериальной закваски

$$M_{зак} = \frac{M_{н.см} K_{зак}}{100}.$$

Определяют массу заквашиваемых сливок

$$M_{сл} = M_{н.см} - M_{зак}.$$

Массовую долю жира в сливках перед внесением закваски $J_{сл}$ рассчитывают по формуле

$$J_{сл} = \frac{100 \cdot J_{н.см} - K_{зак} J_{зак}}{100 - J_{зак}},$$

где $J_{н.см}$ – массовая доля жира в заквашенных сливках, соответствующая жирности готового продукта, %.

Массу молока, которое надо просепарировать для сметаны $M_{ц.м}$, находят по формуле

$$M_{ц.м} = \frac{M_{сл} (J_{сл} - J_{о.м})}{J_{ц.м} - J_{о.м}} \frac{100}{100 - \Pi_{ц.м}},$$

где $\Pi_{ц.м}$ – предельно допустимые потери молока при получении сливок, %.

Потери молока при получении сливок $\Pi_{ц.м}$ составляют

$$\Pi_{ц.м} = M_{ц.м} \frac{100 - \Pi_{ц.м}}{100}.$$

Определяют массу обезжиренного молока $M_{о.м}$, полученного при сепарировании,

$$M_{о.м} = \frac{M_{ц.м} (J_{сл} - J_{ц.м})}{J_{сл} - J_{о.м}} \frac{100 - \Pi_{о.м}}{100},$$

где $\Pi_{о.м}$ – предельно допустимые потери обезжиренного молока, %.

Потери обезжиренного молока при сепарировании составят

$$\Pi_{о.м} = M_{о.м} \frac{\Pi_{о.м}}{100 - \Pi_{о.м}}.$$

Полученные данные по продуктовому расчету сводят в табл. 4.

Таблица 4

Сводная таблица продуктового расчета

Наименование сырья, полуфабрикатов, готовой продукции	Масса, кг	В том числе жира, %	В том числе жира, кг	Потери сырья		
				Масса, кг	В том числе жира, %	В том числе жира, кг
Приход молока от поставщиков Расход молока: на сепарирование; питьевое молоко; ряженку; кефир; творог и т. д.			А			
Итого						
Приход сливок от сепарирования Расход сливок: на ряженку; сметану и т. д.						
Итого						
Приход обезжиренного молока от сепарирования Расход обезжиренного молока: на питьевое молоко; сметану; кефир; творог и т.д.						
Итого						
Приход жирной сыворотки Приход обезжиренной сыворотки						
Итого приход						

Наименование сырья, полуфабрикатов, готовой продукции	Масса, кг	В том числе жира, %	В том числе жира, кг	Потери сырья		
				Масса, кг	В том числе жира, %	В том числе жира, кг
Расход сыворотки на напитки						
Осталось от производства: сыворотка			С			
Выработано продуктов: молоко питьевое; кефир; ряженка; творог; творог обезжиренный; напиток из сыворотки и т. д.						
Итого			В			Д

Примечание. А – масса жира в исходном сырье, кг; В – масса жира в выработанных продуктах, кг; С – масса жира в остатках от производства, кг; Д – масса жира в потерях, кг,

Необходимо проанализировать сводную таблицу продуктового расчета для определения сверхнормативных потерь:

$$E = A - (B + C + D).$$

ВАРИАНТЫ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Вариант № 1

1. Предпроектные работы.
2. Выполнить продуктовый расчет питьевого пастеризованного молока с массовой долей жира 2,5 %. Масса готового продукта 8000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке 3,4 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого резервуарным способом в пакетах вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 60 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 2

1. Проектные работы.

2. Рассчитать необходимое количество компонентов смеси, испаренной влаги при сгущении и сушке при производстве молока цельного сухого с массовой долей жира 25 %. $M_{\text{сух.мол}} = 2000$ кг; $J_{\text{пр}} = 26,1$; $\text{СОМО}_{\text{пр}} = 71,0$ %; $J_{\text{ц.м}} = 3,5$ %; $\rho_{\text{ц.м}} = 1028$ кг/м³; $\text{СВ}_{\text{сг.пр}} = 46$ %; $V_{\text{сух.пр}} = 4$ %; $P_{\text{ж}} = 1,1$ %; $P_{\text{СОМО}} = 0,9$ %.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 3

1. Типовое проектирование.

2. Рассчитать рецептуру 2000 кг смеси сливочного мороженого (молочного жира – 10,0 %; сахарозы – 14,0 %; СОМО – 10,0 %, сухих веществ стабилизатора – 1,5 %) из следующего сырья: цельное молоко (жира – 3,4 %; СОМО – 8,1 %), сливки (жира – 40,0 %, СОМО – 4,8 %), молоко сухое обезжиренное (СОМО – 96,0 %), сахар-песок, крахмал картофельный желирующий (сухих веществ – 80 %).

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 4

1. Перечень и состав основных и вспомогательных производств.

2. Выполнить продуктовый расчет сметаны с массовой долей жира 15 %. Масса готового продукта 5000 кг. Массовая доля жира в цельном молоке – 3,5 %, в закваске – 0,05 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого резервуарным способом в стаканчиках из полистирола на городском молочном заводе мощностью 60 т молока в смену. Норма потерь массы и жира молока при получении сливок – 0,12 %, потери обезжиренного молока – 0,4 %.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 5

1. Основные требования к размещению технологического оборудования и трубопроводов.

2. Определить количество готового продукта – творога с массовой долей жира 9 %, расфасованного в брикеты. Масса цельного молока – 10 000 кг, массовая доля жира в нем – 3,4 %, белка – 3,1 %. Произвести расчет для раздельного способа производства творога. Мощность предприятия составляет 80 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 6

1. Особенности одноэтажных производственных зданий.

2. Выполнить продуктовый расчет топленого молока с массовой долей жира 4 %. Масса готового продукта составляет 6000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,3 %, в сливках для нормализации – 25 %. Учесть потери на выпаривание влаги 14 кг на 1000 кг топленой смеси. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого в пакетах «Тетра-Пак» вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 80 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 7

1. Особенности многоэтажных производственных зданий.

2. Выполнить продуктовый расчет кефира (массовая доля жира – 3,2 %). Масса готового продукта 10 000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,4 %. Закваска на обезжиренном молоке. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого резервуарным способом в пакетах вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 60 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 8

1. Генеральный план предприятия.

2. Рассчитать рецептуру 2500 кг смеси молочного мороженого (молочного жира – 3,5 %; сахарозы – 15,5 %; СОМО – 10,0 %; сухих веществ стабилизатора – 1,5 %) из следующего сырья: цельное молоко (жира – 3,4 %; СОМО – 8,1 %), сливки (жира – 40,0 %; СОМО – 4,8 %), молоко сухое обезжиренное (СОМО – 96,0 %), сахар-песок, крахмал картофельный желирующий (сухих веществ 80 %).

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 9

1. Основные элементы и конструкции здания.

2. Определить количество готового продукта – сметаны с массовой долей жира 20 %. Масса исходного цельного молока 15 000 кг, массовая доля жира в нем – 3,5 %, в закваске – 0,05 %. Норма потерь массы и жира молока при получении сливок 0,12 %. Произвести расчет для сметаны, вырабатываемой резервуарным способом в стаканчиках из полистирола вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 80 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 10

1. Вспомогательные здания и помещения.

2. Выполнить продуктовый расчет ряженки с массовой долей жира 6 %. Масса готового продукта – 5000 кг. Массовая доля жира в цельном молоке – 3,4 %, в сливках для нормализации – 25 %, в закваске – 0,05 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого резервуарным способом в пакетах вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 80 т молока в смену. Учесть потери на выпаривание влаги 14 кг на 1000 кг топленной смеси.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 11

1. Система отопления предприятий молочной промышленности.
2. Выполнить продуктовый расчет простокваши «Мечниковская» с массовой долей жира 4 %. Масса готового продукта 6000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,5 %, в сливках для нормализации – 25 %, в закваске – 0,05 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого термостатным способом в бутылках вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 40 т молока в смену.
3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 12

1. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха предприятия.
2. Выполнить продуктовый расчет молока белкового с массовой долей жира 1,0 %. В состав рецептуры 1000 кг нормализованной смеси входит 33,6 кг молока сухого обезжиренного 100 %-й растворимости с массовой долей жира 0,5 %. Масса готового продукта – 4000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,4 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого в пакетах «Тетра-Пак» вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 60 т молока в смену.
3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 13

1. Водоснабжение предприятий молочной отрасли.
2. Выполнить продуктовый расчет сыра «Российский». Масса исходного цельного молока – 10 000 кг. Массовая доля жира в молоке – 3,5 %, белка – 3,2 %. Массовая доля жира в сухом веществе сыра – 50 %, коэффициент для расчета массовой доли жира в нормализованной смеси – 2,07. Естественная убыль при созревании в полимерных пленках – 4,3 %. Рассчитать массу: нормализующего компонента, смеси, закваски, сыворотки, сыра из-под пресса.
3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 14

1. Системы канализации предприятия.

2. Выполнить продуктовый расчет сливок пастеризованных с массовой долей жира 10 %. Масса готового продукта 5000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,4 %. Норма потерь массы и жира молока при получении сливок – 0,12 %, потери обезжиренного молока – 0,4 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого в пакетах «Пюр-Пак» вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 60 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 15

1. Охрана окружающей среды от загрязнения газовыми выбросами предприятия.

2. Рассчитать необходимое количество компонентов для производства сгущенного молока с сахаром в количестве 20 000 условных банок (1 усл. банка равна 400 г). $J_{ц.м} = 3,4 \%$; $\rho_{ц.м} = 1028 \text{ кг/м}^3$; $J_{пр} = 8,8 \%$; $СОМО_{пр} = 20,7 \%$; $СВ_{пр}^{мол} = 28,5 \%$; $В_{пр} = 26,5 \%$; $СВ_{сах}^{пр} = 44,6 \%$; $СВ_{сир} = 70 \%$; $П_{ж} = 0,3 \%$; $П_{сомо} = 0,7 \%$; $П_{сах} = 1,1 \%$; $J_{сл} = 30 \%$. Определить количество испаренной влаги при сгущении.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 16

1. Охрана окружающей среды от загрязнения сточными водами предприятия.

2. Выполнить продуктовый расчет сыра «Голландский». Масса исходного цельного молока 12 000 кг. Массовая доля жира в молоке – 3,4 %, белка – 3,2 %. Массовая доля жира в сухом веществе сыра – 45 %, коэффициент для расчета массовой доли жира в нормализованной смеси – 1,98. Естественная убыль при созревании в полимерных пленках – 6,4 %. Рассчитать массу нормализующего компонента, смеси, закваски, сыворотки, сыра из-под пресса.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 17

1. Автоматизация технологических процессов.
2. Выполнить продуктовый расчет питьевого пастеризованного молока «Российское» с массовой долей жира 3,2 %. Масса готового продукта – 10 000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,5 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого резервуарным способом в пакетах вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 60 т молока в смену.
3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 18

1. Пароснабжение предприятия.
2. Рассчитать необходимое количество сырья для производства сухого обезжиренного молока, количество испаренной влаги при сгущении и при сушке. $M_{\text{пр}} = 2000$ кг; $СВ_{\text{пр}}^{\text{сух}} = 95$ %; $K_{\text{пот}}^{\text{СВ}} = 0,96$; $СВ_{\text{пр}}^{\text{сг}} = 42$ %; $\rho_{\text{об.м}} = 1030$ кг/м³.
3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 19

1. Электроснабжение предприятия.
2. Выполнить продуктовый расчет масла «Любительское» при выработке его методом преобразования высокожирных сливок. Масса исходного цельного молока – 20 000 кг. Массовая доля жира в исходном молоке – 3,4 %, в пахте – 0,4 %. Предельно допустимые потери жира при получении сливок составляют 0,38 %, потери обезжиренного молока – 0,4 %, при производстве масла – 0,46 %, потери пахты – 2 %.
3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 20

1. Холодоснабжение предприятия.

2. Выполнить продуктовый расчет сметаны с массовой долей жира 15 %. Масса готового продукта – 3000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,4 %, в закваске – 0,05 %. Норма потерь массы и жира молока при его приемке и сепарировании – 0,12 %. Произвести расчет для сметаны, вырабатываемой резервуарным способом в стаканчиках из полистирола вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 60 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 21

1. Пути наращивания мощностей предприятий отрасли.

2. Выполнить продуктовый расчет масла «Крестьянское» при выработке его методом сбивания сливок. Масса исходного цельного молока – 25 000 кг. Массовая доля жира в исходном молоке – 3,4 %, в пахте – 0,7 %. Предельно допустимые потери жира при получении сливок составляют 0,38 %, при производстве масла – 0,58 %, а также потери пахты – 5 %.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 22

1. Техничко-экономическое обоснование проекта.

2. Выполнить продуктовый расчет ацидофилина с массовой долей жира 2,5 %. Масса готового продукта – 8000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,4 %. Закваска на обезжиренном молоке. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого резервуарным способом в пакетах «Пюр-Пак» вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 50 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 23

1. Основные типы предприятий молочной отрасли.

2. Рассчитать рецептуру 4000 кг смеси мороженого пломбир (молочного жира – 14,0 %, сахарозы – 8,0 %, СОМО – 10,5 %, сухих веществ стабилизатора – 1,5 %) из следующего вида сырья: цельное молоко (с массовой долей жира 3,4 %; СОМО – 8,1 %), сливки (с массовой долей жира 40,0 %; СОМО – 4,8 %), молоко сухое обезжиренное (с массовой долей жира 0 %, СОМО – 96,0 %), сахар-песок, крахмал картофельный желирующий (сухих веществ – 80 %).

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 24

1. Формы организации общественного производства.

2. Выполнить продуктовый расчет кефира обезжиренного. Масса готового продукта – 4000 кг. Массовая доля жира в исходном цельном молоке – 3,4 %. Потери массы и жира сливок при сепарировании молока составляют 0,12 %, потери обезжиренного молока – 0,4 %. Произвести расчет для продукта, вырабатываемого термостатным способом в бутылках вместимостью 500 см³ на городском молочном заводе мощностью 70 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

Вариант № 25

1. Стадии и этапы проектирования.

2. Выполнить продуктовый расчет творога с массовой долей жира 18 %, расфасованного в брикеты. Масса исходного цельного молока 8000 кг, массовая доля жира в нем – 3,4 %, белка – 3,0 %. Мощность городского молочного завода составляет 80 т молока в смену.

3. На основании результатов продуктового расчета подобрать технологическое оборудование и построить график его работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы технологического проектирования предприятий молочной промышленности ВНТП 645/11347–85. – М., 1986. – 102 с.
2. Об утверждении норм расхода и потерь сырья при производстве цельномолочной продукции на предприятиях молочной промышленности и организации работ по нормированию расхода сырья / Приказ № 1025 от 31.12.87 г. – М.: Госагропром, 1988. – 66 с.
3. Продуктовый расчет городских молочных заводов: Метод. указания по дипломному проектированию для студентов специальностей 260303 и 240902 / Т.П. Арсеньева, А.А. Брусенцев, В.Л. Гуляев, Т.Н. Евстигнеева. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 33 с.
4. Продуктовый расчет молочно-консервных, сыродельных и маслодельных заводов: Метод. указания по дипломному проектированию для студентов специальностей 260303 и 240902 / Т.П. Арсеньева, А.А. Брусенцев, В.Л. Гуляев, Т.Н. Евстигнеева. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 29 с.
5. Проектирование предприятий молочной отрасли с основами промстроительства: Учеб. пособие. / Л.В. Голубева, Л.Э. Глаголева, В.М. Степанов, Н.А. Тихомирова. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 285 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКТОВЫХ РАСЧЕТОВ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	3
РАСЧЕТЫ ПРОДУКТОВ ГОРОДСКИХ МОЛОЧНЫХ ЗАВОДОВ.....	8
ВАРИАНТЫ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ.....	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	31

