

О.В. Дымар, Н.Н. Фурик, М.В. Зубик
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ОПТИМИЗАЦИЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ ПРОДУКТА МОЛОЧНО-ЖИРОВОГО СУХОГО С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЖИРАМИ

(Поступила в редакцию 01.04.2011)

Разработан оптимальный состав жировой фазы продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами по критерию максимального подобия жирнокислотному составу молочного жира с учетом ограничивающих условий. Разработана технология производства продукта молочно-жирового сухого с его использованием.

Введение. Перспективной группой продуктов, предназначенных для освоения на молокоперерабатывающих предприятиях, являются продукты на основе вторичного молочного сырья. Особый интерес в этом случае представляют сухие продукты на основе молочной сыворотки. Выпуск таких продуктов позволит расширить ассортимент молочной продукции, получать продукты с широкой сферой применения, повысить экологическую безопасность работы предприятия [1].

На сегодняшний день предприятия молочной промышленности наряду с традиционными выпускают продукты с частичной или полной заменой молочного жира немолочным. Это обусловлено полезными свойствами растительных жиров и масел: они являются ценными ингредиентами, регулирующими жирнокислотный состав продуктов и обогащающими их полиненасыщенными жирными кислотами и жирорастворимыми витаминами, а также низкой себестоимостью [2].

В этом случае перспективным является выпуск сывороточно-жировых концентратов, главными направлениями использования которых могут быть пищевые и кормовые цели.

При использовании на пищевые цели концентраты выступают в роли сухих «растительных сливок», в которых молочный жир заменяется растительным. При этом сохраняются пищевая ценность и традиционные качества продукта, улучшаются диетические свойства, увеличиваются

сроки годности продукта, снижается себестоимость. «Растительные сливки» помимо использования в качестве добавки при приготовлении горячих напитков могут применяться в виде ингредиентов, используемых при производстве широкого спектра пищевых продуктов (супов, каш, картофельного пюре, хлебопекарных и кондитерских сухих смесей, десертов, мороженого, майонезов и жировых соусов, мясных продуктов, спредов).

При использовании на кормовые цели концентраты выступают в роли основного ингредиента в составе заменителей цельного молока. Если исходить из 50% содержания жира в продукте, то при производстве заменителей цельного молока его можно включать в количестве до 35% от компонентного состава рецептур.

Цель работы – разработка оптимального состава жировой фазы продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами по критерию максимального подобия жирнокислотному составу молочного жира с учетом ограничивающих условий и разработка технологии производства продукта молочно-жирового сухого с его использованием.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования в работе являются: молочный жир, растительные масла, продукт молочно-жировой сухой. Предмет исследования – жирнокислотный состав молочного жира и растительных масел, физико-химические показатели продукта молочно-жирового сухого.

Молочный жир представляет собой смесь триацилглицеринов. Он выполняет энергетическую функцию, обуславливает определенный вкус и консистенцию молочных продуктов, является источником биологически ценных полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов, провитаминов и других важных для организма соединений.

Растительные масла и жиры являются ценными ингредиентами, регулирующими жирнокислотный состав продуктов и обогащающими их полиненасыщенными жирными кислотами и жирорастворимыми витаминами.

Основной характеристикой ценности конкретного масла или жира является жирнокислотный состав. В связи с этим в ходе работы были исследованы жирнокислотные составы различных масел и жиров.

В процессе работы применяли стандартные физико-химические и биохимические методы исследований.

Жирнокислотный анализ молочного жира и растительных масел и жиров исследовали с помощью хроматографа газового Perkin Elmer согласно: СТБ ИСО 15304–2007 «Жиры и масла животные и растительные. Определение содержания трансизомеров жирных кислот в растительных жирах и маслах методом газовой хроматографии»; СТБ ИСО 5509–2007 «Жиры и масла животные и растительные. Методики получения метиловых эфиров жирных кислот».

Для получения оптимального состава жировой основы продукта была разработана компьютерная методика, основанная на методе наименьших квадратов с учетом ограничивающих условий. Критерием оптимальности являлось максимальное подобие жирнокислотного состава композиции растительных масел и жиров молочному жиру. Подобие жирнокислотного состава полученной композиции оценивали по сумме квадратов разностей S доли каждой кислоты в полученной композиции и в молочном жире, чем меньше данная величина, тем более точно состав композиции подобен составу молочного жира.

Результаты и их обсуждение. В ходе работы определен жирнокислотный состав молочного жира и растительных масел и жиров, создана композиция растительных масел, оптимизированная по жирнокислотному составу по критерию максимального подобия составу молочного жира, разработана технология продукта молочно-жирового сухого.

Определение жирнокислотного состава масел и жиров. Исследования состава проводили методом газовой хроматографии, кроме того, изучены литературные данные. Наряду с изучением жирнокислотного состава растительных масел, определяли состав молочного жира, а также свиного жира и маргарина как возможных компонентов в составе жировой основы для производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами.

Жирнокислотный состав различных масел и жиров, представленный в табл. 1, показывает, что по содержанию каприловой и каприновой кислот молочному жиру наиболее подобно пальмоядровое масло (3,3% каприловой кислоты против 0,8% в молочном жире, 3,8% каприновой кислоты против 2,7% в молочном жире). Лауриновая кислота кроме мо-

лочного жира определена в пальмовом и кокосовом масле, причем по критерию содержания данной кислоты молочному жиру более подобно пальмовое масло (0,4% против 3,3% в молочном жире).

По содержанию миристиновой кислоты наиболее близки молочному жиру пальмовое масло. По ряду жирных кислот (пальмитиновая, пальмитолеиновая, стеариновая, линоленовая) молочный жир близок свиному жиру. Олеиновая кислота присутствует во всех перечисленных маслах, однако наиболее близки молочному жиру подсолнечное, льняное, хлопковое, кукурузное и соевое масла.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав масел и жиров

Вид масла или жира	Жирная кислота										
	каприловая	каприновая	лауриновая	миристиновая	пальмитиновая	пальмитолеиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	арахиновая
Молочный жир	0,8	2,7	3,3	11,1	27,8	1,8	11,2	22,5	1,5	1,0	0,1
Молочный жир*	1,0	2,5	2,1	8,0	30,0	3,2	9,0	24,0	3,6	2,0	1,0
Пальмовое	-	-	0,4	13,0	39,1	0,2	3,5	42,2	12,0	0,3	0,2
Пальмовое*	-	-	0,3	1,5	38,0	0,2	5,0	45,0	8,0	0,3	0,3
Кокосовое	7,7	6,3	51,0	18,3	7,5	-	2,5	5,0	1,2	-	-
Кокосовое*	7,3	6,3	44,7	16,2	8,0	-	1,9	7,8	1,7	-	-
Подсолнечное	-	-	-	0,1	6,7	0,1	4,3	18,5	68,8	0,1	0,2
Подсолнечное*	-	-	-	-	6,2	-	4,1	23,7	59,8	-	-
Льняное	-	-	-	-	6,2	0,1	3,2	14,9	17,8	57,2	0,4
Льняное*	-	-	-	0,5	5,5	0,6	5,4	20,0	20,1	58,5	0,7
Рапсовое	-	-	-	0,1	5,1	0,2	1,7	61,3	20,0	10,3	0,5
Рапсовое*	-	-	-	-	4,8	0,3	1,4	54,0	22,5	9,9	-
Хлопковое*	-	-	-	0,8	20,8	0,8	3,1	18,6	50,8	-	-
Соевое*	-	-	-	-	10,3	-	3,5	19,8	50,9	10,3	-
Кукурузное*	-	-	-	-	11,1	-	2,2	24,0	57,0	0,6	-
Оливковое*	-	-	-	-	12,9	1,5	2,5	64,9	12	-	0,35
Пальмоядровое*	3,3	3,8	-	-	6,3	0,5	7,4	14,0	2,4	-	1,1
Свиной жир	-	-	-	2,0	31,3	2,1	16,3	38,8	7,0	1,1	0,1
Маргарин	-	0,5	7,4	2,9	26,7	0,1	3,4	30,3	28,0	0,1	0,1

* Литературные данные [3].

Анализ данных табл. 1 позволяет сделать вывод о преобладании в составе молочного жира насыщенных жирных кислот (среднее содержание 65%) – пальмитиновой, стеариновой и миристиновой. Среди ненасыщенных кислот преобладает олеиновая. Кроме того, для молочного жира характерен дефицит незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (менее 5%), таких как линолевая, линоленовая, арахидоновая, которыми богаты масла и жиры растительного происхождения.

Оптимизация жирнокислотного состава жировой фазы продукта молочно-жирового сухого. В качестве исходных компонентов при составлении композиции масел, выступающих в роли жировой основы при производстве продукта молочно-жирового сухого, были выбраны растительные масла: кокосовое, пальмовое, подсолнечное, соевое, рапсовое, кукурузное, оливковое. Кроме того, оценен вариант использования маргарина и свиного жира (табл. 2).

Таблица 2 – Рецептуры продукта молочно-жирового сухого

Растительное масло	Доля в составе рецептуры, %			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Хлопковое	2,1	-	3,6	-
Рапсовое	13,0	-	4,4	20,0
Кокосовое	21,6	26,1	20,6	30,0
Пальмовое	63,3	71,6	54,3	50,0
Подсолнечное	-	2,3	-	-
Свиной жир	-	-	17,1	-
Сумма квадратов разностей S				
	283,7	306,1	272,1	436,3

Анализ данных табл. 2 показывает возможность создания различных композиций, выступающих в роли жировой основы продукта молочно-жирового сухого. При этом наиболее близкой по жирнокислотному составу является рецептура на основе хлопкового, рапсового, кокосового, пальмового масла и свиного жира (квадрат разности $S = 272,1$). В случае использования только растительных масел оптимальной является рецептура № 1 (на основе хлопкового, рапсового, кокосового и пальмового масла). При учете таких факторов, как цена и доступность масла, получили рецептуру № 3 на основе кокосового, пальмового и под-

солнечного масел. Квадрат разности S при этом равен 306,1, что свидетельствует о снижении уровня подобия состава полученной смеси состава молочного жира по сравнению с рецептурами № 1 и № 3. Учитывая фактор включения в состав рецептуры для производства продукта молочно-жирового сухого растительных масел отечественного изготовления, получили рецептуру № 4, в состав которой входят кокосовое, пальмовое и рапсовое масла в соотношении 3 : 5 : 2 ($S = 436,3$). Включение рапсового масла отечественного изготовления в состав рецептуры оптимизирует жирнокислотный состав продукта по содержанию полиненасыщенных жирных кислот, кроме того, снижается себестоимость готового продукта.

На основании полученных данных и с учетом ограничивающих условий в качестве масел для жировой основы вырабатываемого продукта, как наиболее оптимальные, были выбраны пальмовое, кокосовое и рапсовое масла.

По данным табл. 1 пальмовое масло и молочный жир содержат следующие жирные кислоты: миристиновую, пальмитиновую, стеариновую, лауриновую, олеиновую, линолевую, линоленовую, арахидоновую. При этом отмечены наиболее близкие масла по содержанию миристиновой кислоты (11,1% в молочном жире против 13% в пальмовом масле), пальмитиновой (27,8% в молочном жире против 39,1% в пальмовом масле) и олеиновой кислоты (0,1% в молочном жире против 0,2% в пальмовом масле). Кокосовое масло и молочный жир имеют следующие общие жирные кислоты: каприловую, каприновую, лауриновую, миристиновую, пальмитиновую, стеариновую, олеиновую, линолевую. Наиболее близок жирнокислотный состав кокосового масла и молочного жира по содержанию миристиновой кислоты (11,1% в молочном жире против 18,3% в кокосовом масле) и линолевой кислоты (1,5% в молочном жире против 1,2% в кокосовом масле). Рапсовое масло по содержанию арахидоновой кислоты близко к молочному жиру (0,1% в молочном жире против 0,5% в рапсовом масле), содержание лигноцериновой кислоты в рапсовом масле и молочном жире одинаковое (0,1%). Кроме того, рапсовое масло богато олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами.

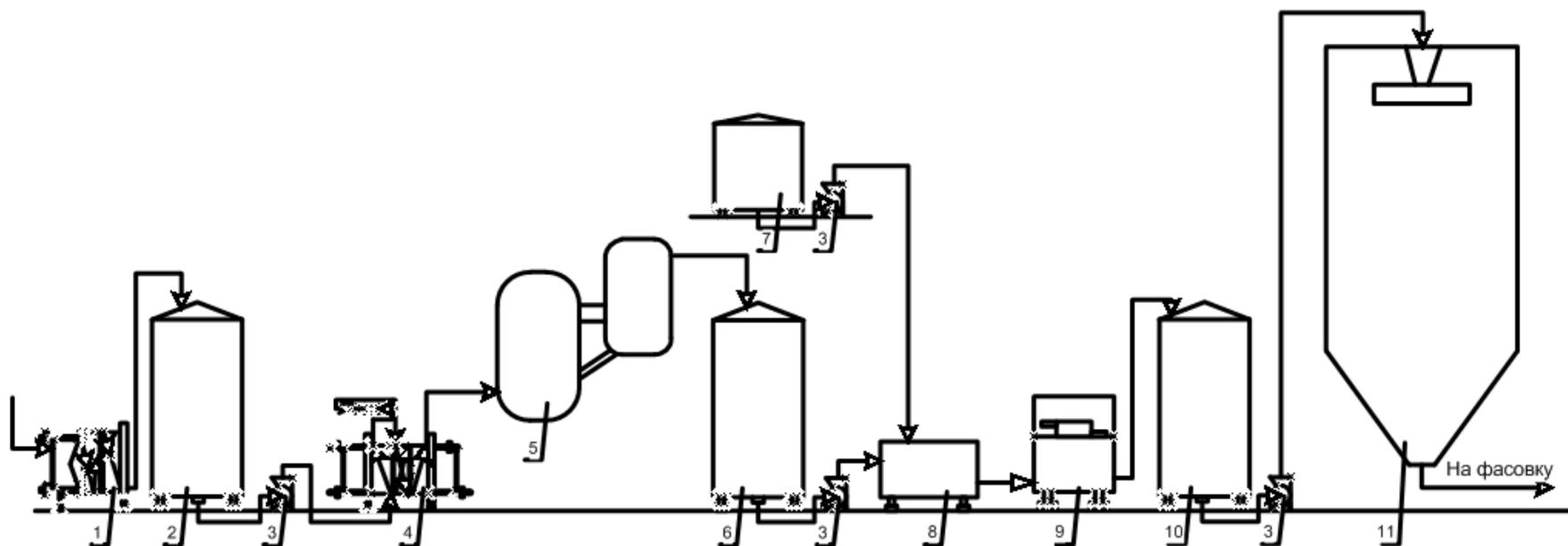
Разработка технологии производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами. На основании данных по определению состава жировой основы продукта, как наиболее оптимальную с учетом ограничивающих условий, приняли смесь кокосового, пальмового и рапсового масла в соотношении 3:5:2. В качестве молочной основы может выступать обезжиренное молоко, молочная сыворотка, а также их смесь.

Технологический процесс производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами включает операции приемки, подготовки и хранения сырья, пастеризации молочного сырья, сгущения молочного сырья, составления молочно-жировой основы, гомогенизации молочно-жировой основы, сушки продукта. Технологическая схема производства продукта представлена на рис. 1. Блок-схема представлена на рис. 2.

В ходе выполнения работы была разработана документация на продукт молочно-жировой сухой с растительными жирами: ТУ 100098867.257–2010 «Продукт молочно-жировой сухой. Технические условия», ТИ РБ 100098867.222–2010 «Продукт молочно-жировой сухой. Технологическая инструкция». Сборник рецептов (РЦ ВУ 100098867.2264 – РЦ ВУ 100098867.2281–2010) включает 18 рецептов в зависимости от вида молочной основы и содержания жира в готовом продукте.

В ходе работ была изготовлена опытная партия продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами.

Продукт вырабатывали 20%-ной жирности. В качестве молочной основы была использована сыворотка подсырная сухая, восстановленная до содержания сухих веществ 45%. В качестве жировой основы использовали кокосовое, пальмовое и рапсовое масла в соотношении 3 : 5 : 2. С целью получения однородной стабильной молочно-жировой эмульсии вносили пищевую добавку-эмульгатор «СТЭММ»-МС в количестве 0,3% от массы готового продукта.



1 – охлаждающая установка; 2 – резервуар для хранения сыворотки, обезжиренного молока или их смеси; 3 – насос; 4 – пастеризационно-охлаждающая установка; 5 – вакуум-выпарной аппарат; 6 – резервуар для промежуточного хранения сгущенной сыворотки или сгущенного обезжиренного молока или их смеси; 7 – резервуар для плавления жиров и составления смеси жиров, эмульгаторов и антиоксиданта; 8 – смеситель для приготовления молочно-жировой смеси в потоке; 9 – гомогенизатор; 10 – промежуточная емкость; 11 – распылительная сушильная установка

Рисунок 1 – Технологическая схема производства продукта молочно-жирового сухого

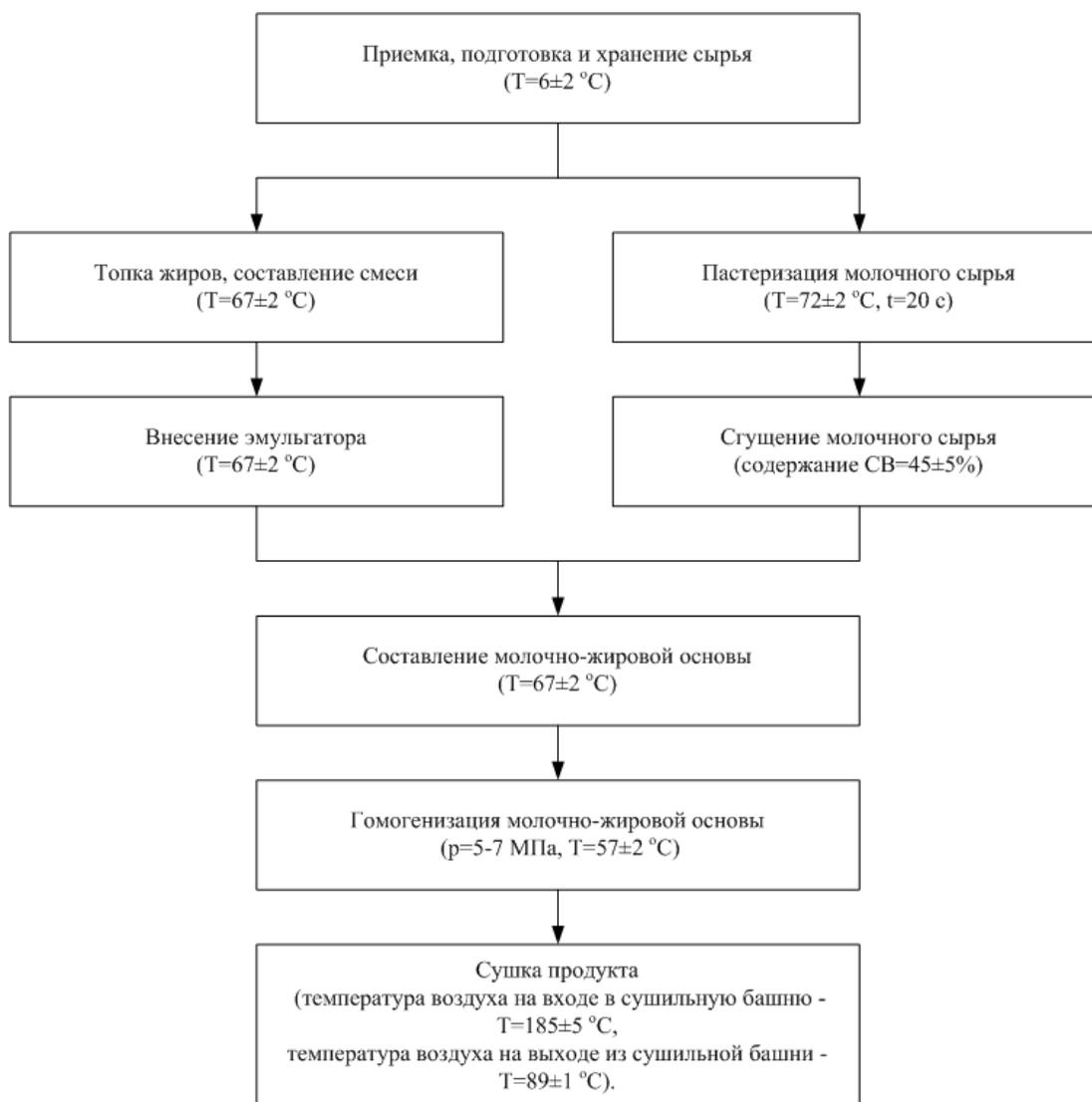


Рисунок 1 – Блок-схема процесса производства продукта молочно-жирового сухого

Таблица 3 – Рецептúra продукта ПМЖ-20С

Вид сыря	Расход на 1 т готового продукта, кг
Сыворотка молочная с массовой долей сухих веществ 6%	12594,92
Масло кокосовое с массовой долей жира 99,5%	60,30
Масло пальмовое с массовой долей жира 99,5%	100,50
Масло рапсовое с массовой долей жира 99,5%	40,20
Добавка пищевая «СТЭММ»	3,00
Кислота аскорбиновая (витамин С)	0,30

Образцы полученного продукта были проверены по показателям качества в отраслевой испытательной лаборатории качества мясной и молочной промышленности (табл. 4).

Таблица 4 – Физико-химические показатели продукта молочно-жирового сухого

Показатель	По требованиям технических условий	Фактические значения образца
Массовая доля влаги, %	Не более 4,0	3,6
Массовая доля белка, %	Не менее 11,0	12,3
Массовая доля жира, %	Не менее 20,0	22,0
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка	Не более 0,6	0,6
Кислотность, °Т	Не более 20,0	20,0

Таким образом, полученный продукт по всем показателям соответствует требованиям технических условий.

Заключение. В ходе исследований разработан оптимальный состав жировой фазы продукта молочно-жирового сухого на основе молочной сыворотки с растительными жирами по критерию максимального подобию молочному жиру с учетом ограничивающих условий, а также технология производства продукта с его использованием. Установлено, что оптимальным является жировой состав, включающий кокосовое, пальмовое и рапсовое масло в соотношении 2 : 5 : 3. В качестве молочной основы можно использовать обезжиренное молоко, молочную сыворотку или их смесь.

Разработана технология производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами и отработан технологический процесс производства. Определены параметры основных операций: приемка, подготовка и хранение сырья ($T=6\pm 2$ °С), пастеризация молочного сырья ($T=72\pm 2$ °С, выдержка $t=20$ с), сгущение молочного сырья ($CB=45\pm 5\%$), составление молочно-жировой основы ($T=67\pm 2$ °С), гомогенизация ($T=57\pm 2$ °С, $p=5-7$ МПа), сушка продукта (температура воздуха на входе в сушильную башню – $T=185\pm 5$ °С; температура воздуха на выходе из сушильной башни – $T=89\pm 1$ °С).

Литература

1. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки [Электронный ресурс] – 2011. – Режим доступа: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/21.html>. - Дата доступа: 15.02.2011.

2. Растительные жиры для молочных продуктов компании «Cargill» // МОЛОКОпереработка. – 2008. – №12(39). – С. 14–15.

3. Жирнокислотный состав растительных масел и маргариновой продукции [Электронный ресурс] – 2011. – Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new1074.html>. – Дата доступа: 17.02.2011.

O. Dymar, N. Furik, M. Zubik

**OPTIMIZATION FATTY-ACID STRUCTURE OF THE FATTY
PHASE OF THE PRODUCT DAIRY-FATTY DRY WITH
VEGETATIVE FATS**

Summary

The optimum structure of a fatty phase of a product dairy-fatty dry with vegetative fats by criterion of the maximum similarity to fatty-acid structure of dairy fat taking into account limiting conditions is developed. The "know-how" of a product dairy-fatty dry with its use is developed.