

**Objective.** The purpose of this paper is to develop a model of nonalcoholic beverage with specified chemical composition, on the basis of which the technology and formulation of gerodietetical nonalcoholic whey-based juice-containing beverage have been proposed.

**Methods.** The study used the method of multi-level mathematical modeling and the method of technological system function optimization.

**Results.** On the basis of the research made, the evident tendency of food market was shown to expend the range of special, prophylactic, and medical food products. The model of gerodietetical nonalcoholic beverage was proposed in accordance with FAO / WHO daily physiological requirements for elderly people. This model served the basis for working out a technology of gerodietetical nonalcoholic juice-containing whey-based beverages: the receipt of the beverages «Laif», «Polunichka» and «Naslazhdenie» was proposed. Development of gerodietetical nonalcoholic juice-containing beverages employed technological system optimization on the basis of system approach. The developed beverages can be used in aged people's diet to prevent metabolic processes in aging organisms, to regulate functions of blood formation organs, bowels, and liver, to support immune system, to stimulate leukocyte formation and functioning.

**Academic novelty.** Theoretical and methodological basis for developing gerodietetical food technologies has been given a further advance. For the first time, we proposed the model of gerodietetical nonalcoholic beverage which formalizes requirements for nonalcoholic beverages with directive effect and preset chemical composition.

**Practical importance.** The obtained results expend the range of gerodietetical nonalcoholic beverages.

**Key words:** nonalcoholic drinks, gero-dietetical food, food model, the daily physiological norm.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук  
О.Б. Скородумовою.

Дата надходження рукопису 14.02.2013 р.

УДК 637.514.5:66.083.2

Сукманов В.А., д-р техн. наук, проф.,  
Громов С.В., Кристя Д.А., Моисеева В.К.

Донецкий национальный университет экономики  
и торговли имени Михаила Туган-Барановского,  
г. Донецк, Украина,  
e-mail: Sukmanov53@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА, ОБРАБОТАННОГО ВЫСОКИМ ЦИКЛИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Sukmanov V.A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.,  
Gromov S.V., Kristia D.A., Moiseeva V.K.

Donetsk National University of Economics and  
Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky,  
Donetsk, Ukraine, e-mail: Sukmanov53@mail.ru

## INVESTIGATION OF THERMOSTABILITY AND MELTING TEMPERATURE OF BUTTER, PROCESSED BY HIGH CYCLIC PRESSURE

**Цель.** Экспериментальное определение влияния параметров процесса обработки сливочного масла высоким циклическим давлением на его термостойкость и температуру плавления.

**Методика.** Анализ экспериментальных данных позволил впервые констатировать, что обработка сливочного масла высоким циклическим давлением приводит к некоторому

улучшению показателя термоустойчивости. Так, при стандартной температуре ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ), предусмотренной ГОСТом 52253-2004, термостойкость контрольного образца составила 0,84, что соответствует удовлетворительной термоустойчивости (диапазон значений показателя составляет  $0,70 \div 0,85$ ). Плавление образца масла началось при температуре  $27^\circ\text{C}$ , и кривая, описывающая изменение показателя термоустойчивости при повышении температуры, носит ярко выраженный степенной характер. Характер кривых, описывающих изменение данного показателя для образцов, которые обработаны высоким циклическим давлением, имеют более прямолинейный характер. Температура начала плавления образца 1 ( $P_{\max} = 230 \text{ МПа}$ ;  $n = 3$ ;  $v_{u\uparrow} = 5 \text{ МПа/с}$ ;  $v_{u\downarrow} = 10 \text{ МПа/с}$ ) равна  $28^\circ\text{C}$ , образца 2 ( $P_{\max} = 290 \text{ МПа}$ ;  $n = 3$ ;  $v_{u\uparrow} = 5 \text{ МПа/с}$ ;  $v_{u\downarrow} = 10 \text{ МПа/с}$ ) –  $29^\circ\text{C}$ , образца 3 ( $P_{\max} = 350 \text{ МПа}$ ;  $n = 3$ ;  $v_{u\uparrow} = 5 \text{ МПа/с}$ ;  $v_{u\downarrow} = 10 \text{ МПа/с}$ ) –  $29,5^\circ\text{C}$ . При температуре  $30^\circ\text{C}$  показатель термоустойчивости для вышеперечисленных образцов составил 0,88; 0,92 и 0,96 соответственно, что характеризует термоустойчивость данных образцов СМ как хорошую.

**Результат.** Обработка сливочного масла высоким циклическим давлением (параметры процесса: максимальное давление в каждом цикле –  $P_{\max}$ , количество циклов нагружения –  $n = 3$ , скорость импульса при возрастании давления –  $v_{u\uparrow}$ , скорость импульса при снижении давления –  $v_{u\downarrow}$ ) позволяет увеличить срок его хранения, снизить скорость окислительных процессов и повысить качество. Термостойкость и температура плавления масла являются показателями, характеризующими как потребительские, так и технологические свойства.

**Научная новизна.** Обработка масла высоким циклическим давлением не приводит к существенным изменениям его температуры плавления. Увеличение значений параметров процесса ( $P_{\max}$ ,  $v_{u\uparrow}$ ,  $v_{u\downarrow}$ ) приводит к незначительному увеличению как  $t_1$  – на  $1^\circ\text{C}$ , так и  $t_2$  –  $0,9^\circ\text{C}$ .

**Практическая значимость.** Высказано предположение, что данные изменения показателей сливочного масла – это результат уменьшения содержания газовой фазы и уплотнения его структуры.

**Ключевые слова:** сливочное масло, высокое циклическое давление, термоустойчивость, температура плавления, потребительские свойства.

**Постановка проблемы.** Сливочное масло (СМ) является одним из наиболее ценных продуктов питания человека, однако данный продукт в процессе хранения существенным образом теряет свои потребительские качества и пищевую ценность. Отдельные пороки СМ могут формироваться уже на стадиях его производства. Обработка СМ на одной из стадий его производства высоким циклическим давлением (ВЦД) позволяет стабилизировать качество СМ в процессе его длительного хранения [1]. При этом остается не решенной задача установления характера влияния ВЦД на отдельные потребительские и технологические свойства СМ. Исследования в данной области позволяют обоснованно рекомендовать параметры процесса обработки СМ ВЦД при стабилизации или улучшении его потребительских и технологических свойств.

**Анализ последних исследований и публикаций.** СМ представляет собой полидисперсную, многофазную и многокомпонентную систему переменного состава [2]. Полидисперсность СМ обусловлена тем, что твердая фаза молочного жира, водная и газовая фаза находятся в виде раздробленных частиц, размеры которых меняются в определенных пределах.

Многофазность СМ проявляется в том, что компоненты масла находятся в твердом, жидком и газообразном состоянии. При этом фазу масла будем определять как совокупность всех гомогенных частиц системы, одинаковых во всех точках по составу и всем химическим и физическим свойствам и ограниченных от других частей некоторой видимой поверхностью (поверхность раз-

дела). Твердая фаза масла представлена смешанными кристаллами молочного жира, белками оболочек жировых шариков и белками плазмы молока. Жидкая фаза состоит из жидких фракций молочного жира, свободной воды, находящейся в виде капель, и связанной воды в капиллярах, пронизывающих непрерывную жировую фазу. Газообразная фаза представлена пузырьками воздуха и растворенным воздухом [5; 6].

Физические свойства СМ определяются преимущественно его структурой и степенью дисперсности его компонентов. С последней тесным образом связаны консистенция, вкус, цвет, стойкость масла при хранении, термоустойчивость и формоустойчивость СМ, температуры плавления, отвердевания, физико-химические и другие потребительские свойства.

Свойства структуры СМ зависят от содержания и характера взаимосвязей отдельных компонентов, находящихся в различном физическом состоянии, а также от степени дисперсности и формируются на различных стадиях его производства.

В Литовском филиале ВНИИМСа была создана технология дополнительной механической обработки (гомогенизации) свежеработанного масла. Гомогенизацию свежеработанного СМ можно считать продолжением механической обработки, осуществляемой в маслоизготовителе. Данный процесс является одной из стадий образования вторичной структуры в готовом продукте, цель которого состоит в том, чтобы обеспечить в масле превалирование коагуляционной структуры, обладающей выраженными тиксотропными свойствами, и таким образом улучшить консистенцию масла, его структурно-механические свойства: эластичность, пластичность и др. [3].

Во время термостатирования свежеработанного масла создаются условия, благоприятные для завершения фазовых превращений молочного жира и формирования его структуры. Различают две стадии формирования структуры СМ после выхода его из маслообразователя: вторичное структурообразование и окончательное формирование структуры СМ [4]. Вторичное структурообразование продолжается около 1,5-3 ч, окончательное формирование структуры масла – три-четыре недели при  $+5 \div -10^{\circ}\text{C}$ . На этой стадии происходит в основном кристаллизация низкоплавких глицеридов и упрочнение структуры масла [5-7].

От условий термостатирования в значительной степени зависят консистенция продукта и его товарные свойства. Термостатирование масла в течение первых пяти дней при  $5^{\circ}\text{C}$  способствует значительному дополнительному отвердеванию жира, а также тиксотропному восстановлению коагуляционной структуры. Термостатирование свежеработанного масла при  $-10 \div +5^{\circ}\text{C}$  в течение 3-5 дней приводит к дополнительной кристаллизации и образованию дополнительных легкоплавких и высокоплавких групп смешанных кристаллов. В последующие три-четыре недели образуются новые самостоятельные группы смешанных кристаллов глицеридов в результате перераспределения глицеридов между группами по плавкости. Конечное их число – пять, шесть.

При выработке СМ методом преобразования высокожирных сливок (ПВС) масло чаще идентифицируют как нетермостойкое. Причинами данного

порока могут быть низкая производительность маслообразователя при нормальном охлаждении, занижение температуры охлаждения, увеличение частоты вращения вытеснительных барабанов и др. Образующаяся первичная кристаллизационная структура при этом необратимо разрушается, а дополнительное интенсивное перемешивание кристаллизирующейся массы продукта способствует активизации процесса кристаллизации глицеридов жира в аппарате. Скорость отвердевания масла на выходе из аппарата при этом снижается, и продукт постепенно теряет способность образовывать вторичную структуру. Доказательством этому является длительное отвердевание масла на выходе из маслообразователя и незначительный прирост его температуры в монолите [2]. Порок «мягкое (нетермоустойчивое) масло» обнаруживается, как правило, после завершения стабилизации структуры. При производстве СМ пониженной жирности дополнительным фактором, способствующим повышению термоустойчивости продукта, является применение эмульгаторов и стабилизаторов консистенции [2].

Все свойства (температура плавления и отвердевания, поведение при кристаллизации, реологические свойства, способность эмульгироваться, растворимость, поверхностная активность, стойкость к действию липазы и окислению, молочного жира, а также специфичность структуры оболочек жировых шариков и др.) зависят от состава жирных кислот и характера распределения их между молекулами триглицеридов.

Важной физической константой молочного жира является температура плавления, которая зависит от содержания наиболее высокоплавких триглицеридов. Одной из основных высокомолекулярных кислот молочного жира является пальмитиновая, имеющая температуру плавления  $61,1^{\circ}\text{C}$ . Увеличение ее концентрации значительно повышает степень отвердевания жира. Низкомолекулярные насыщенные и ненасыщенные кислоты имеют низкие точки плавления и при комнатных температурах находятся в жидком состоянии. Повышенная концентрация их в жире снижает содержание твердой фазы.

Теплофизические свойства СМ характеризуются рядом показателей, наиболее важными из которых являются удельная теплоемкость, коэффициенты тепло- и температуропроводности.

Теплоемкость характеризует количество тепла, необходимое для повышения температуры объекта определенной массы в определенном интервале температур. Показателем теплоемкости служит удельная массовая теплоемкость, которая определяется количеством тепла, необходимого для повышения температуры 1 кг продукта на  $1^{\circ}\text{C}$ . Удельная массовая теплоемкость жиров составляет  $1,76 \text{ кДж/кг}\times\text{K}$ .

Теплоемкость СМ зависит от его химического состава и температуры. С увеличением влажности и температуры теплоемкость увеличивается. Удельная теплоемкость СМ уменьшается с увеличением жирности.

Теплопроводность – свойство материала проводить тепло. Показателем этого свойства является коэффициент теплопроводности, который характеризуется количеством тепла, проходящего через слой продукта толщиной 1 м на площади  $1 \text{ м}^2$  за 1 с при разности температур на противоположных поверхнос-

тях в один градус. Чем ниже содержание влаги в СМ, тем меньше его теплопроводность.

Температуропроводность характеризует скорость изменения (выравнивания) температуры продуктов. Коэффициент температуропроводности ( $\text{м}^2/\text{с}$ ) зависит от теплоемкости, теплопроводности и плотности продукта. Коэффициент температуропроводности обуславливает скорость прогрева или охлаждения СМ и зависит от содержания влаги. На температуропроводность влияют влажность, температура, плотность, пористость, жирность и другие свойства СМ. Коэффициент температуропроводности СМ уменьшается с увеличением жирности и возрастает с повышением температуры.

Теплофизические показатели связаны между собой соотношением  $a = I(C\rho)$ , где  $a$  – коэффициент температуропроводности,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $I$  – коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ;  $C$  – удельная теплоемкость,  $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ;  $\rho$  – плотность продукта,  $\text{кг}/\text{м}^3$ . Для СМ, полученного методом ПВС,  $C = 5200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ,  $I = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  и  $a = 4,3 \cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}$ .

Из вышеперечисленных теплофизических показателей наибольший интерес представляют термоустойчивость и температура плавления СМ, как показатели, непосредственно влияющие на потребительские и технологические свойства СМ.

Термоустойчивость ( $K_T$ ) – способность масла сохранять форму при повышенных температурах. Она определяется термостатированием цилиндрического образца масла диаметром 20 мм и высотой 20 мм при температуре  $30^\circ\text{C}$  в течение 2 ч. Мерой термоустойчивости служит отношение начального диаметра образца масла к среднему диаметру основания образца  $D_1$ , полученному после термостатирования.

В связи с тем, что СМ, произведенное в осенне-зимний период при высокоплавком молочном жире, имеет очень высокую термоустойчивость, его консистенция отличается хорошей пластичностью, однородностью и связностью структуры. При  $28\text{--}30^\circ\text{C}$  значения коэффициента термоустойчивости составляют от 1 до 0,95, а затем они снижаются. При  $32^\circ\text{C}$  значение коэффициента равно 0,75.

Учитывая вышеизложенные обстоятельства, объектом исследования термоустойчивости было масло, произведенное в весенне-летний период, так как именно в этот период оно имеет более низкую термоустойчивость, нежели масло, произведенное в осенне-зимний период.

У СМ, полученного из сливок с низкоплавким молочным жиром, более низкая термоустойчивость. Снижение коэффициента начинается уже с температуры  $26^\circ\text{C}$ . При  $30^\circ\text{C}$  он равен 0,75, а при  $32^\circ\text{C}$  – 0,53. Особенно резко уменьшается  $K_m$  при  $28\text{--}30^\circ\text{C}$ . При  $29^\circ\text{C}$  термоустойчивость оценивается как удовлетворительная, а при  $30^\circ\text{C}$  – как неудовлетворительная. Таким образом, при низкоплавком молочном жире для выработки масла с хорошей термоустойчивостью особо важно поддерживать оптимальный технологический режим [6].

Для характеристики термоустойчивости масла пользуются следующей шкалой: при  $K_T = 1,0\text{--}0,86$  термоустойчивость хорошая,  $K_T = 0,85\text{--}0,70$  – удовлетворительная,  $K_T$  менее 0,7 – неудовлетворительная.

**Постановка задачи.** Анализ априорной информации позволил нам выдвинуть предположение, что в связи с тем, что обработка СМ ВЦД после его выхода из маслообразователя приводит к существенным изменениям его структуры и дисперсности, консистенции, изменениям физико-химических показателей. Данные изменения потенциально могут повлиять на его термостойкость и повлиять на величину температуры плавления.

**Цель работы** – исследование влияния параметров процесса обработки СМ ВЦД на его термоустойчивость и температуру плавления.

**Изложение основного материала исследования.** В качестве объекта исследования было принято масло сладкосливочное крестьянское пониженной жирности (72,5%), выпускаемое на Марьинском молокозаводе ОАО «Лактис». Масло производится в соответствии с ДСТУ 4399:2005 «Масло сливочное. Технические условия».

В связи с тем, что содержание сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), включающего все вещества плазмы, кроме жира, зависит как от метода производства, вида вырабатываемого масла, так и от периода года, в исследованиях использовалось масло, производимое только в летний период года (июнь-август).

Отбор образцов СМ производился в летний период (июнь 2011 г. и повторные контрольные измерения – июнь 2012 г.).

Измерение термоустойчивости сливочного масла было выполнено согласно ГОСТу 52253-2004 «Масло и паста масляная из коровьего молока. Общие технические требования». Данный показатель в диапазоне от 0,86 до 1,00 усл. ед. считается приемлемым для СМ и включен в ГОСТ Р 52969-2008 как обязательный, требующий периодического контроля на производстве.

Метод основан на определении способности продукта сохранять форму (не деформироваться под воздействием собственной массы при температуре  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

В качестве объекта исследования при изучении термоустойчивости было использовано СМ после 3 месяцев его хранения, в течение которых завершается формирование его структуры и влияние ВЦД на изменение его свойств, описываемых химическими числами максимально. Перед измерением исследуемые образцы выдерживали в течение 1 суток в морозильной камере при температуре не выше минус  $5^\circ\text{C}$ , а затем дефростировали при комнатной температуре до температуры пробы  $10-14^\circ\text{C}$ .

Согласно рисунку 1 в соответствии с вышеприведенной методикой была выполнена оценка термостойкости СМ.

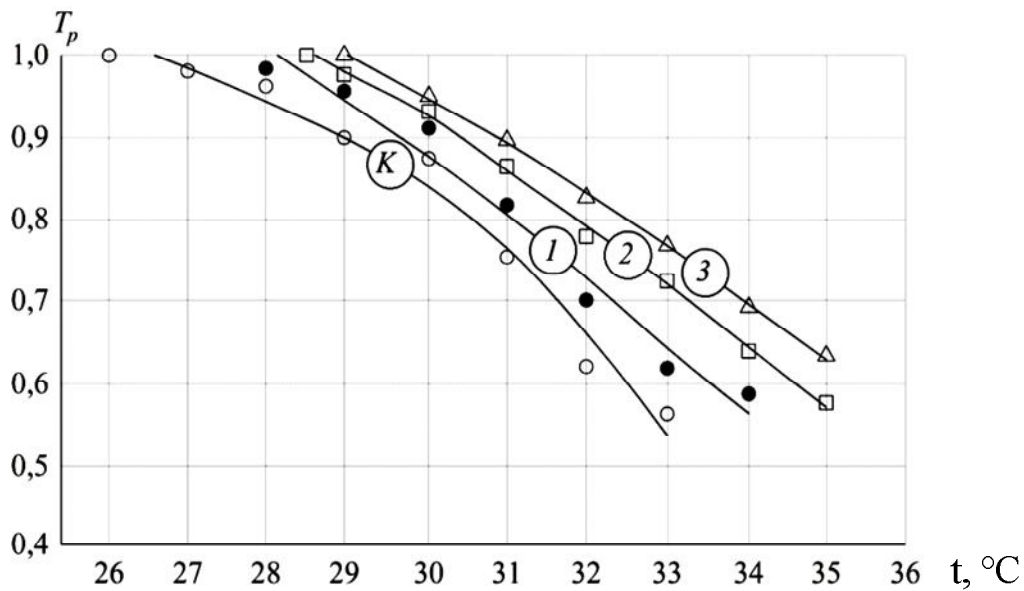
Обработка результатов измерений осуществлялась с использованием стандартных методов анализа экспериментальных данных.

В процессе измерений абсолютное расхождение между результатами двух параллельных измерений не превышало 0,025 при доверительной вероятности 0,95.

Результаты исследований приведены на рисунке 2, а результаты статистической обработки данных экспериментальных исследований – в таблице 1.



Рисунок 1 – Образцы СМ в процессе определения их термостойкости



1 –  $P_{max} = 230$  МПа;  $n = 3$ ;  $v_{u\uparrow} = 5$  МПа/с;  $v_{u\downarrow} = 10$  МПа/с;  
 2 –  $P_{max} = 290$  МПа;  $n = 3$ ;  $v_{u\uparrow} = 5$  МПа/с;  $v_{u\downarrow} = 10$  МПа/с;  
 3 –  $P_{max} = 350$  МПа;  $n = 3$ ;  $v_{u\uparrow} = 5$  МПа/с;  $v_{u\downarrow} = 10$  МПа/с.

Рисунок 2 – Термоустойчивость СМ контрольного К и обработанных ВЦД образцов

Таблица 1 – Результаты статистической обработки исследований термоустойчивости образцов СМ контрольного и обработанных ВЦД образцов

Образец	Вид функции	$a$	$b$	$c$	$R^2$	Стандартная ошибка	Критерий Фишера $F$
К	$y = a + b \cdot e^{\frac{x}{c}}$	1,119	-0,000197	4,131	0,98	0,029	113
1		1,968	-0,1653	15,88	0,97	0,034	66,97
2		1,924	-0,1688	16,8	0,99	0,011	764
3		1,741	-0,1046	14,79	0,99	0,006	1398

Анализ полученных результатов позволил нам констатировать, что обработка СМ ВЦД приводит к некоторому улучшению показателя термоустойчивости. Так, при стандартной температуре ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ), предусмотренной ГОСТом 52253-2004, термостойкость контрольного образца составила 0,84, что соответствует удовлетворительной термоустойчивости (диапазон значений показателя  $0,70 \div 0,85$ ). Плавление образца СМ началось при температуре  $27^\circ\text{C}$ , и кривая, описывающая изменение показателя термоустойчивости при повышении температуры, носит ярко выраженный степенной характер. Характер кривых, которые описывают изменение данного показателя для образцов, обработанных ВЦД, имеет более прямолинейный характер (значения коэффициентов  $b$  и  $c$  существенно меньше). Температура начала плавления образца 1 равна  $28^\circ\text{C}$ , образца 2 –  $29^\circ\text{C}$ , образца 3 –  $29,5^\circ\text{C}$ . При температуре  $30^\circ\text{C}$  показатель термоустойчивости для вышеперечисленных образцов составил 0,88; 0,92 и 0,96 соответственно, что характеризует термоустойчивость данных образцов СМ как хорошую.

Улучшение показателя термоустойчивости в образцах СМ, обработанных ВЦД, может быть результатом изменения его дисперсности на макро- и наноровне и увеличения его плотности.

Температура плавления – это температура, при которой твердый гидролизированный жир переходит в капельно-жидкое состояние и становится совершенно прозрачным. Переход в такое состояние при нагревании происходит не мгновенно, а в пределах некоторого интервала температур, в котором плавятся отдельные глицериды.

В связи с тем, что жиры не имеют резко выраженной температуры плавления, их характеризуют по двум показателям: температуре плавления  $t_1$ , при которой жир становится подвижным, и температуре полного расплавления  $t_2$ , когда жир становится совершенно прозрачным.

Анализ данных, приведенных в таблице 1, позволяет констатировать, что обработка СМ ВЦД не приводит к существенным изменениям его температуры плавления. При этом следует отметить, что увеличение значений параметров процесса ( $P_{max}$ ,  $v_{u\uparrow}$ ,  $v_{u\downarrow}$ ) приводит к незначительному увеличению как  $t_1$  – на  $1^\circ\text{C}$ , так и  $t_2$  –  $0,9^\circ\text{C}$ . Данные результаты не противоречат информации о том, что «с увеличением йодных чисел (ЙЧ) существует тенденция к снижению точек плавления, хотя корреляция между йодными числами жира и его температурами плавления недостаточно высокая» [8] и хорошо согласуются с результатами, ранее полученными авторами о влиянии параметров процесса обработки СМ ВЦД на величину ЙЧ, которое наиболее существенно зависит от  $n$  и  $P_{max}$ . Так, после 1-го цикла данный показатель в образцах с параметрами процесса 230-1-5 уменьшился на 2,7%; в образцах с параметрами процесса 350-10-25 эта величина уменьшилась на 7,3%. В этих же образцах после 2-го цикла по сравнению с контрольным образцом ЙЧ уменьшилось на 3,2 и 26,7% и после 3-го цикла – на 4,1 и 28,3% соответственно. В дальнейшем при увеличении количества циклов в образцах с невысокими значениями  $P_{max}$ ,  $v_{u\uparrow}$  и  $v_{u\downarrow}$  величина ЙЧ продолжает незначительно снижаться, в то же время в образце с параметрами 350-10-25 величина ЙЧ практически не изменяется.



Исследуемые образцы СМ нагревали на водяной бане в фарфоровой чашке до полного расплавления и фильтровали. Чистую, сухую, открытую с двух концов капиллярную трубочку погружали одним концом в фильтрованный раствор. Капилляр с жиром выдерживали на льду в течение 10 мин. После этого капилляр прикрепляли к термометру тонким резиновым кольцом. Затем термометр с капилляром погружали в стакан с водой. Воду в стакане нагревали со скоростью приблизительно 1°С в минуту. Температурой плавления считали ту температуру, при которой жир в капилляре начинает подниматься. Определения производили три раза, за результат принимали среднее арифметическое из двух параллельных опытов, которые различались не более чем на 0,5°С.

Результаты исследований температуры плавления образцов СМ приведены в таблице 2. Для контрольного образца  $t_1 = 30,1 \pm 0,4^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 45 \pm 0,3^\circ\text{C}$ .

Таблица 2 – Температура плавления образцов СМ, обработанных ВЦД

Номер образца		1	2	3	4	5	6	7	8
Параметры процесса	$P_{max}$ , МПа	230	230	230	290	290	290	350	350
	$v_{u\uparrow}$ , МПа/с	1	5	10	1	5	10	1	5
	$v_{u\downarrow}$ , МПа/с	5	10	25	5	10	25	5	10
Температура $t_1$		30,1±0,5	30,2±0,4	30,8±0,7	30,3±0,4	30,6±0,2	30,4±0,7	30,5±0,4	31,1±0,8
Температура $t_2$		45,2±0,4	45,4±0,5	45,3±0,4	45,7±0,4	45,6±0,5	45,8±0,3	45,9±0,6	46,1±0,7

Обнаруженное улучшение показателя термостойкости и незначительное повышение температуры плавления СМ, обработанного ВЦД, связано, по-видимому, с уменьшением содержания газовой фазы и уплотнением структуры [7; 8]. При этом увеличивается как температура, при которой масло становится подвижным ( $t_1$ ), так и температура полного расплавления ( $t_2$ ), когда масло становится совершенно прозрачным.

**Выводы.** Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что обработка СМ ВЦД приводит к улучшению показателя его термостойкости. Для контрольного образца данная величина составила 0,84, что соответствует удовлетворительной термоустойчивости. Показатель термоустойчивости для опытных образцов составил 0,88; 0,92 и 0,96 соответственно, что характеризует термоустойчивость данных образцов СМ как хорошую. Кроме того, обработка СМ ВЦД приводит к незначительному повышению температуры плавления СМ, что связано, по-видимому, с уменьшением содержания газовой фазы и уплотнением структуры. Перспективами дальнейших исследований станут исследования в данном направлении, которые будут сосредоточены

на более глубоком изучении динамики данных показателей СМ в процессе его длительного хранения.

### Список литературы / References:

1. Сукманов В.А. Особенности применения циклической обработки сливочного масла высоким давлением / В.А. Сукманов, В.Б. Гаркуша, С.В. Громов // Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку: тези доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф., 2011 р., 9 верес., м. Донецьк. – Донецьк, 2011. – С. 283-287.  
Sukmanov, V.A., Garkusha, V.B. and Gromov, S.V. (2011), “Features of high cyclic pressure treatment of butter”, *Proceedings of 7 th International scientific conference. Problems of food technology and nutrition. Current Challenges and prospects*, 9 September, 2011, pp. 283-287, Donetsk.
2. Вышемирский Ф.А. Консистенция сливочного масла как показатель качества / Ф.А. Вышемирский, Е.В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – № 1. – С. 41-44.  
Vyshemirsky, F.A. and Topnikova, E.V. (2010), “The consistency of butter as an indicator of quality”, *Syrodeliie i maslodeliie*, no. 1, pp. 41-44.
3. Гуляева Г.И. Влияние интенсивности механической обработки масляного зерна на структурно-механические свойства готового масла / Г.И. Гуляева, А.Д. Грищенко // Интенсификация процессов маслодельного производства: сб. тр. УкрНИИмясомолпрома. – К., 1981. – С. 130-135.  
Guliayeva, G.I. and Grishchenko, A.D. (1981), “Effect of extensive machining oil corn on the structural and mechanical properties of the finished oil, in the book”, *Intensification of dairies production*, Kiev, pp. 130-135.
4. Вергелесов В.М. Стадийность физико-химических процессов преобразования высокожирных сливок в масло / В.М. Вергелесов // XIX Междунар. конгресс по молочному делу. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – С. 318-320.  
Vergelesov, V.M. (1978), “Stages of physical and chemical processes of transformation of high fat cream into butter”, *Proceedings of 19 th International Congress on dairy business*, Moscow, pp. 318-320.
5. Вергелесов В.М. Некоторые количественные и кинетические закономерности кристаллизации высокоплавких глицеридов в молочном жире / В.М. Вергелесов, Э.А. Ильченко // Молочная промышленность. – 1972. – № 8. – С. 18-21.  
Vergelesov, V.M. and Ilchenko, E.A. (1972), “Some quantitative and kinetic laws of crystallization of high melting glycerides in milk fat”, *Molochnaia promyshlennost*, no. 8, pp. 18-21.
6. Андрианов Ю.П. Кристаллизация молочного жира в изотермических условиях // Ю.П. Андрианов, Б.В. Корнелиук // XIX Междунар. конгресс по молоч. делу. – М.: Пищ. пром., 1978. – С. 94-95.  
Andrianov, Yu.P. and Korneliuk, B.V. (1978), “Crystallization of milk fat in isothermal conditions”, *Proceedings of 19 th International Congress on dairy business, Moscow*, pp. 94-95.
7. Аввакумов А.К. Влияние участия различных групп глицеридов в составе твердого жира на показатели консистенции сливочного масла / А.К. Аввакумов,

В.А. Березко, Н.Ф. Богатая // Биохимические и технологические процессы в пищевой промышленности. – Улан-Удэ, 1974. – С. 56-57.

Avvakumov, A.K., Berezko, V.A. and Bogataia, N.F. (1974), "Influence of participation of different groups in the glycerides of tallow on the performance consistency of butter", *Biochemical and technological processes: in food industry*, Ulan-Ude, pp. 56-57.

8. Грищенко А.Д. Сливочное масло / А.Д. Грищенко. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 294 с.

Grishchenko, A.D. (1983), *Slivochnoye maslo* [Cream butter], Lyegkaia i pishchevaia promyshlennost, Moscow, Russia.

**Мета.** Експериментальне визначення впливу параметрів процесу обробки вершкового масла високим циклічним тиском на його термостійкість і температуру плавлення.

**Методика.** Аналіз експериментальних даних дозволив вперше констатувати, що обробка вершкового масла високим циклічним тиском дозволяє поліпшити показник термостійкості. Так, за стандартної температури ( $30\pm 1^\circ\text{C}$ ), передбаченої ГОСТом 52253-2004, термостійкість контрольного зразка складала 0,84, що відповідає задовільній термостійкості (діапазон значень показника складає  $0,70\div 0,85$ ). Плавлення зразка олії почалося за температури  $27^\circ\text{C}$ , і крива, що описує зміну показника термостійкості в разі підвищення температури, має яскраво виявлений степеневий характер. Характер кривих описує зміну цього показника для зразків, оброблених високим циклічним тиском, які мають більш прямолінійний характер. Температура початку плавлення зразка 1 ( $P_{\text{max}} = 230 \text{ МПа}$ ;  $n = 3$ ;  $v_{i\uparrow} = 5 \text{ МПа/с}$ ;  $v_{i\downarrow} = 10 \text{ МПа/с}$ ) дорівнює  $28^\circ\text{C}$ , зразка 2 ( $P_{\text{max}} = 290 \text{ МПа}$ ;  $n = 3$ ;  $v_{i\uparrow} = 5 \text{ МПа/с}$ ;  $v_{i\downarrow} = 10 \text{ МПа/с}$ ) –  $29^\circ\text{C}$ , зразка 3 ( $P_{\text{max}} = 350 \text{ МПа}$ ;  $n = 3$ ;  $v_{i\uparrow} = 5 \text{ МПа/с}$ ;  $v_{i\downarrow} = 10 \text{ МПа/с}$ ) –  $29,5^\circ\text{C}$ . За температури  $30^\circ\text{C}$  показник термостійкості для вищезгаданих зразків становив 0,88; 0,92 і 0,96 відповідно, що характеризує термостійкість цих зразків ВМ як задовільну.

**Результат.** Обробка вершкового масла високим циклічним тиском (параметри процесу: максимальний тиск в кожному циклі –  $P_{\text{max}}$ ; кількість циклів навантаження –  $n = 3$ ; швидкість імпульсу за умови зростання тиску –  $v_{i\uparrow}$ ; швидкість імпульсу в разі зниження тиску –  $v_{i\downarrow}$ ) дозволяє збільшити термін його зберігання, знизити швидкість окислювальних процесів і підвищити якість. Термостійкість і температура плавлення масла є показниками, що характеризують як споживчі, так і технологічні властивості.

**Наукова новизна.** Обробка масла високим циклічним тиском суттєво не змінює його температуру плавлення. Збільшення значень параметрів процесу ( $P_{\text{max}}$ ,  $v_{i\uparrow}$ ,  $v_{i\downarrow}$ ) дозволяє трохи збільшити як  $t_1$  – на  $1^\circ\text{C}$ , так і  $t_2$  –  $0,9^\circ\text{C}$ .

**Практична значущість.** Можна припустити, що ці зміни показників вершкового масла є результатом зменшення вмісту газової фази й ущільнення його структури.

**Ключові слова:** вершкове масло, високий циклічний тиск, термостійкість, температура плавлення, споживчі властивості.

**Objective.** Experimental determination of the effect of processing parameters butter by high cyclic pressure on its thermal stability and melting temperature.

**Methods.** The analysis of the experimental data for the first time was under fact that processing of butter high cyclic pressure leads to some improvement in the thermal stability. So, at a standard temperature prescribed in GOST 52253-2004 –  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  temperature resistance of test sample was 0.84, which corresponds to a «satisfactory» of thermal stability (range of values of the  $0,70\div 0,85$ ). Oil sample began to melt at  $27^\circ\text{C}$  and the curve describing the change in the thermal stability at higher temperatures has a pronounced power-law. Natures of the curves describing the change in the indicator for the samples treated with high cyclic pressure have more direct nature. Initial melting point of the sample 1 ( $P_{\text{max}} = 230 \text{ МПа}$ ,  $n = 3$ ,  $v_{i\uparrow} = 5 \text{ МПа/с}$ ,  $v_{i\downarrow} = 10 \text{ МПа/с}$ ;) is

28°C, sample 2 ( $P_{max} = 290$  MPa,  $n = 3$ ,  $v_{i\uparrow} = 5$  MPa/s,  $v_{i\downarrow} = 10$  MPa/s) – 29°C and sample 3 ( $P_{max} = 350$  MPa,  $n = 3$ ,  $v_{i\uparrow} = 5$  MPa/s,  $v_{i\downarrow} = 10$  MPa/s) – 29,5°C. At a temperature of 30°C heat resistance index for the above samples was 0,88, 0,92 and 0,96, respectively, which characterizes the thermal stability of these samples of butter as «good».

**Results.** Processing of butter by high cyclic pressure (process parameters: maximum pressure in each cycle –  $P_{max}$  the number of loading cycles –  $n = 3$ , the pulse velocity with increasing pressure –  $v_{i\uparrow}$ , pulse velocity at lower pressure –  $v_{i\downarrow}$ ) can increase its shelf life, reduce the rate of oxidation and improve quality. Thermal stability and melting point of oils are indicators of the consumer as well as technological properties.

**Scientific novelty.** Processing of oil by high cyclic pressure does not lead to significant changes in its melting point. Increase in the values of the process parameters ( $P_{max}$ ,  $v_{i\uparrow}$ ,  $v_{i\downarrow}$ ) resulted in a slight increase in both  $t_1$  – at 1°C, and  $t_2$  – 0,9°C.

**Practical significance.** It is suggested that the data of the change in performance is the result of butter to reduce the content of the gas phase and seal its structure.

**Key words:** butter, high cyclic pressure, heat, melting point, consumer properties.

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук,  
проф., Погожим Н.И.

Дата поступления рукописи 15.02.2013 г.

УДК 663.5:637.523

Топольник В.Г.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
Стукальська Н.М.<sup>2</sup>

1 – Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк, Україна,  
2 – Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна,  
e-mail: Nata84Iv@mail.ru.

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ СУМІШІ БІЛОГО І ЧЕРВОНОГО М'ЯСА КУРЯТИНИ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ВОЛОГОЗВ'ЯЗУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ФАРШІВ

Topol'nik V.G.<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Tech.), Prof.,  
Stukalskaya N.M.<sup>2</sup>

1 – Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine.  
2 – Kyiv National of Trade and Economics University, Kyiv, Ukraine,  
e-mail: Nata84Iv@mail.ru.

## DETERMINATION OF CHICKEN WHITE AND RED MEAT MIXTURE GRINDING PROCESS OPTIMAL CONDITIONS TO INCREASE MINCE-MEAT WATER FIXING ABILITY

**Мета.** Метою статті є пошук математичної моделі залежності показників вологозв'язуючої здатності фаршу з суміші білого і червоного м'яса курятини (філе + гомілка) у співвідношенні 1:1 від умов проведення процесу, яку можна використовувати для обґрунту-