

УДК 665.1

**В. С. МАЗАЕВА, И. Н. ДЕМИДОВ, В. О. ГОЛОДНЯК****ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ТРЁХКОМПОНЕНТНОЙ ЖИРОВОЙ СМЕСИ МЕТОДОМ ДСК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ «STATISTICA»**

В статье приведены исследования процессов плавления и кристаллизации трехкомпонентных жировых смесей. При помощи симплекса-решотчатого плана Шеффе для многокомпонентных систем были получены регрессионные зависимости, между температурой плавления (застывания) и концентрацией компонентов в смеси. Для полученных моделей была произведена проверка на адекватность с помощью дисперсионного анализа. А также получены поверхности для всех моделей. Полученные таким методом необходимые соотношения компонентов, обеспечивают быстрое нахождения нужного сырья и получение жировых основ маргаринов или специальных жиров с заданными свойствами.

**Ключевые слова:** переэтерифицированные жиры, температура плавления, температура застывания, математическое планирование, дисперсионный анализ.

У статті наведено дослідження процесів плавлення і кристалізації трикомпонентних жирових сумішей. За допомогою симплекса-решотчатого плану Шеффе для багатокомпонентних систем були отримані регресійні залежності, між температурою плавлення (застигання) і концентрацією компонентів в суміші. Для отриманих моделей була проведена перевірка на адекватність за допомогою дисперсійного аналізу. А також отримані поверхні для всіх моделей. Отримані таким методом необхідні співвідношення компонентів, забезпечують швидке знаходження необхідної сировини і отримання жирових основ маргаринів або спеціальних жирів із заданими властивостями.

**Ключові слова:** переетерифіцированні жири, температура плавлення, температура застигання, математичне планування, дисперсійний аналіз.

In the article studies of melting and crystallization processes of three-component fat mixtures are given. With the help of the Sheffe simplex-lattice plan for multicomponent systems, regression dependences were obtained, between the melting point (solidification) and the concentration of the components in the mixture. For the obtained models, the adequacy test was carried out by means of analysis of variance. And also surfaces for all models are received. The necessary proportions of components obtained by this method ensure the rapid finding of the necessary raw materials and the production of fatty bases of margarines or special fats with specified properties.

**Key words:** interesterified fats, melting point, solidification point, mathematical planning, dispersion analysis.

**1. Введение.**

Жиры и масла играют очень важную роль в процессах изготовления самых разных пищевых продуктов. Большое число пищевых продуктов нельзя произвести без жира или масла. Многие характеристики таких продуктов как кондитерские, хлебобулочные изделия, маргарины, продукция молочной, пищевконцентратной, кулинарной и других отраслей определяются масложировым составом и ингредиентами в их рецептурах. Жиры и масла влияют на структуру, стабильность, вкус, сроки хранения, органолептические характеристики и товарный вид готового изделия.

Разработка новых видов масложировой продукции для различных отраслей пищевой промышленности зависит от множества взаимодействующих факторов. В настоящее время многие масложировые продукты вырабатываются под заказ в целях удовлетворения требований определенного заказчика, а также для обеспечения привлекательного товарного вида готовых продуктов. [1]

Глубокое знание функций и свойств различных масложировых продуктов является основным ключом к созданию рецептур продуктов с желаемыми свойствами. Жиры и масла получают из очень разных видов сырья, для которых были созданы методы переработки, позволяющие получить продукты максимально пригодные для нужд пищевой промышленности [2].

**2. Постановка проблемы**

В последнее время на рынке Украины наблюдается ограниченный ассортимент жировой продукции. Работы по получению жиров с

заданными свойствами ведутся давно и являются приоритетными в жировой промышленности. В основном, усилия направлены на создание рецептур различных жиров, таких как кондитерские, кулинарные, жировые основы маргаринов и др.

Жиры и масла обладают особыми физическими свойствами, важными для технологического процесса обработки и конечного использования как природных, так и предварительно обработанных пищевых продуктов. Состав жиров влияет на функциональные свойства пищевых продуктов и пищевых ингредиентов даже при умеренном содержании жира.

Разработка нового продукта для определенного применения начинается с определения ключевых функциональных свойств, которые этот продукт должен обеспечить в конечном пищевом продукте. Использование имеющихся знаний для оценки и определения физических и химических показателей, которые с наибольшей вероятностью обеспечат наличие предполагаемых функциональных свойств. Выделение первоочередных и второстепенных функциональных свойств и пренебрежение незначимыми свойствами является важным моментом в разработке продукта или его жировой основы. В процессе исследований получают информацию по физико-химическим показателям, которые сравнивают со стандартными показателями, для уже существующих продуктов или жировых основ. Но разработанный продукт должен иметь улучшенные характеристики по сравнению с уже существующим продуктами или оригиналом. Так же

© Мазаева В.С., Демидов И.Н., Голодняк В.В., 2017

существует ограничения по некоторым показателям для готовой продукции или жировых основ, которые должны обязательно учитываются при составлении рецептур пищевого или его жировых основ [1].

### 3. Литературный обзор

Пальмовое масло обладает несколькими весьма полезными свойствами, такими как низкая цена, простота формирования кристалла  $\beta$ -типа, высокая термическая устойчивость к окислению и пластичность при комнатной температуре [2]. Поэтому пальмовое масло и его фракции считается наиболее экономичным и распространенным во всем мире пищевым маслом [3] и широко используется в качестве масла для приготовления пищи, маргарина, разрыхлителя в кулинарии, кондитерской, хлебобулочной промышленности и т.д. Пальмовый стеарин (ПС) и пальмовый олеин (ПО), произведенные сухим фракционированием имеют различный состав триацилглицеролов. В результате чего, маргарин и разрыхлитель на основе масла представляют сложное поведение кристаллизации и различные физические свойства.

Достаточно большой спектр показателей для жиров можно получить с помощью термоаналитических методов. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) представляет собой термоаналитический метод, широко используемый в исследованиях жиров и масел, а так же их смесей [4]. Басфилд и Прошого наблюдали несколько тепловых переходов пальмового стеарина в пределах их профилей ДСК [5]. В [6] проводились исследования ПО и ПС методом ДСК, которые показали что жирнокислотный состав имеет существенное влияние на процесс кристаллизации.

В [7, 8] показаны ДСК граммы различных масел. А также возможности применения этого метода в разработке рецептур и составление жировых смесей для различных продуктов питания. Использование этих масел в разных продуктах питания и влияние на их структуру.

#### Основная часть. Цель и задачи исследования.

При перэтерификации жиров их состав заметно усложняется. Такое усложнение, способствует решению задач настоящего исследования. С целью усложнения системы в состав смеси был включён компонент, содержащий транс-жирные кислоты.

Изучение процессов плавления и кристаллизации перэтерифицированной трехкомпонентной смеси, методом ДСК и получение регрессионных зависимостей между составом жировой смеси и некоторыми её свойствами – цель данного исследования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- получить смеси с заданной концентрацией и провести перэтерификацию этих смесей в одинаковых условиях;
- определить такие показатели как, температура плавления и застывания стандартными методами и методом ДСК;

- получить математическую модель «состав-свойство» с помощью программы STATISTICA;

#### Материалы и методы.

В данной работе использовались такие материалы как: пальмовый олеин (рафинированный, дезодорированный согласно с ДСТУ 4438:2005), пальмовый стеарин (рафинированный, дезодорированный – ДСТУ 4439:2005) и саломас МЗ (рафинированный, дезодорированный – ДСТУ 5040:2008)

Процесс перэтерификации проводился при следующих условиях:

- температура 105 – 115 °С;
- остаточное давление (0,4–0,9) кПа;
- продолжительность 1,5 ч.;
- дозирование катализатора 0,1 % в пересчете на метал.

Остатки катализатора были удалены с помощью адсорбционной очистки с использованием адсорбента Tonsil Standard 310 FF при температуре 90 °С, дозировка адсорбента 2% от массы трехкомпонентной смеси [9].

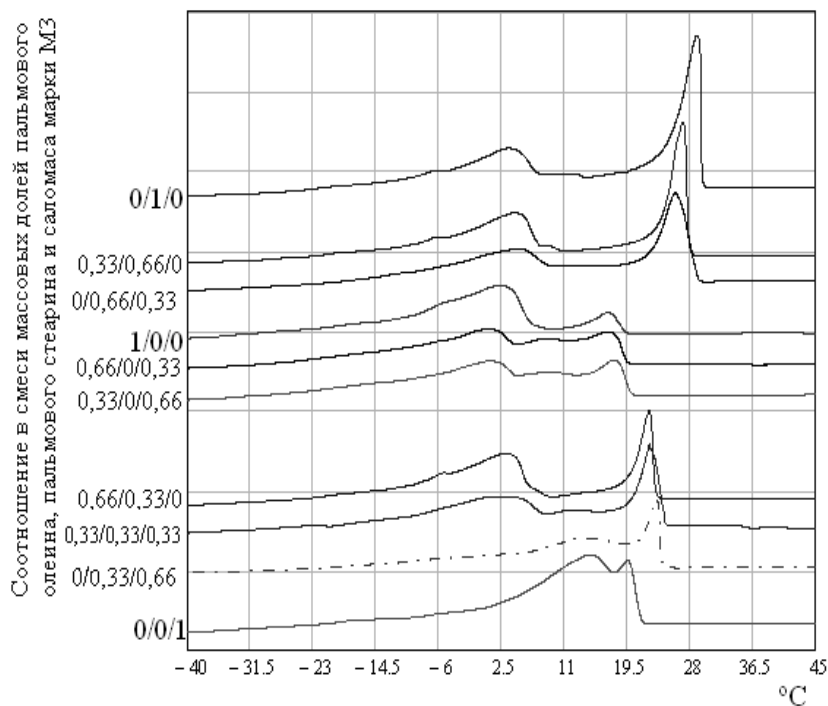
Для изучения процессов плавления и кристаллизации был выбран метод ДСК. Процессы проводились согласно с ISO 11357-3 в температурном режиме от -45 до 85 °С. Скорость нагрева и охлаждения для всех образцов была 7,5 °С/мин.

Так же были получены точки плавления методом открытого капилляра согласно с ДСТУ ISO 6321:2003 и температуры застывания с помощью прибора Жукова – ДСТУ 4463:2005.

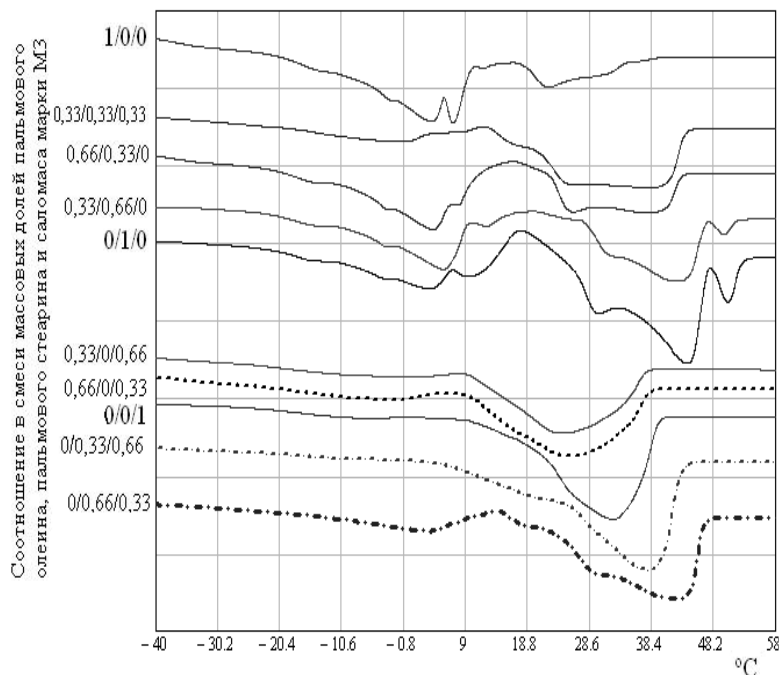
Определения ТАГ состава выполнены на газовом хроматографе HP-6890 производства Agilent Technologies с пламенно-ионизационным детектором и автосамплером [10].

#### Результаты исследований.

Использование методов планирования эксперимента позволяет значительно сократить объем эксперимента при изучении многокомпонентных систем, так как свойства можно определять из уравнений. Симплекс-решотчатый планы Шеффе обеспечивают равномерный разброс экспериментальных точек по симплексу, что позволяет брать все возможные комбинации уравнений с заданными значениями концентраций. [11]. Для получения зависимости в виде состав-свойство в виде уравнений регрессии был выбран симплекс-решотчатый план Шеффе третьего порядка для трехкомпонентной смеси в котором  $x$  – это пальмовый олеин (ПО),  $y$  – пальмовый стеарин (ПС),  $z$  – саломас МЗ (С). После перэтерификации были определены такие показатели как температура плавления методом открытого капилляра ( $y_1$ ) и температура застывания на приборе Жукова ( $y_2$ ). Для этих же смесей были сделаны ДСК граммы которые представлены на рисунке 1, на которых были выбраны пики, которые соответствуют процессу плавления ( $y_3, y_4, y_5$ ) и кристаллизации ( $y_6, y_7, y_8$ ).



а



б

Рис. 1. Графики ДСК для а – процесса кристаллизации, б – процесса плавления.

На графиках ДСК кристаллизации смесей (рис 1а) видно, что полученные смеси для выбранного симплекс-решётчатого плана Шеффе делятся на четыре группы по содержанию компонентов. Первая группа сверху содержит в себе пальмовый олеин, который превышает 50%. Это количество влияет на физико-химические показатели, а так же на кривые ДСК грамм. Влияние саломаса марки МЗ на кристаллизацию смесей, которые содержат в себе

фракции пальмового масла незначительное, несмотря на его немалое содержание.

Полученная температуры застывания с помощью прибора Жукова не всегда попадает в пределы первого пика кристаллизации. Это можно объяснить тем, что в приборе ДСК навеска находится в запечатанной кювете, в которой не происходит перемешивания исследуемого образца. Это все позволяет минимизировать влияние дополнительных факторов на процесс

кристаллизации. Но при этом процесс кристаллизации может происходить с небольшим переохлаждением. Потому что высокоплавкие ТАГ быстро переохлаждаются и стихийно кристаллизуются, образуя твердую фазу в жидкой. Что можно наблюдать по углу наклона первого экзотермического пика.

При плавлении (рис. 1б) влияние саломаса марки МЗ в смеси достаточно заметно на графиках ДСК. При добавлении к пальмовому oleину или стеарины саломаса МЗ в количестве от 33% и выше вид ДСК грамм меняется. Для таких смесей имеет

место четкий один пик, который присущий саломасу МЗ. Так же была определена температура плавления метода открытого капилляра. Эта температура на диаграммах ДСК находится в пределах последнего пика плавления. На участке от максимума до конца плавления.

После обработки графиков ДСК, из них были взяты начальные ( $y_5$ ,  $y_6$ ) конечные ( $y_3$ ,  $y_8$ ) и максимальные ( $y_4$ ,  $y_7$ ) температуры. Эти температуры были взяты с того тика, на котором находится температура сделанная по стандартному образцу. Эти все данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Симплекс-решетчатый план Шеффе третьего порядка для трехкомпонентной смеси и результаты эксперимента.

№ опыта	x	y	z	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$	$y_8$
1	1	0	0	28.5	19	35,26	22,14	16,55	19,71	16,97	9,5
2	0	1	0	50	36.6	52,64	50,45	47,69	29,71	29,03	24,66
3	0	0	1	35.5	30.5	39,76	32,33	-0,57	21,51	19,56	17,71
4	0.33	0.67	0	44.4	32	47,47	42,98	34,88	27,93	27,11	23,59
5	0.33	0	0.67	31.2	22	37,42	24,45	8,29	20,08	17,81	12,56
6	0	0.33	0.67	38.8	30.8	43,28	37,7	25,37	24,17	23,54	19,42
7	0.67	0.33	0	40	27	43,68	38,11	30,78	23,42	22,51	19,62
8	0.67	0	0.33	31.3	26	38,11	25,93	6,8	19,5	16,98	11,23
9	0	0.67	0.33	43.6	33.3	46,55	43,06	32,08	29,17	26,09	22,28
10	0.33	0.33	0.33	40.3	29.3	43,62	38,52	29,6	24,78	22,62	20,24

По результатам исследований была произведена математическая обработка данных с помощью программы STATISTICA [11]. Для всех данных были получены математические модели в виде уравнений регрессии. Результаты, представленные в табл. 2 и характеризуют отклики системы. Как видно из табл. 2 для первых 6-и уравнений характерна модель

первого порядка, для двух последних – модель второго порядка. Для всех моделей была проверена адекватность с помощью дисперсионного анализа. Все модели адекватны, так как коэффициенты детерминации достаточно близки к единице, а p-критерий не превышает 0,05.

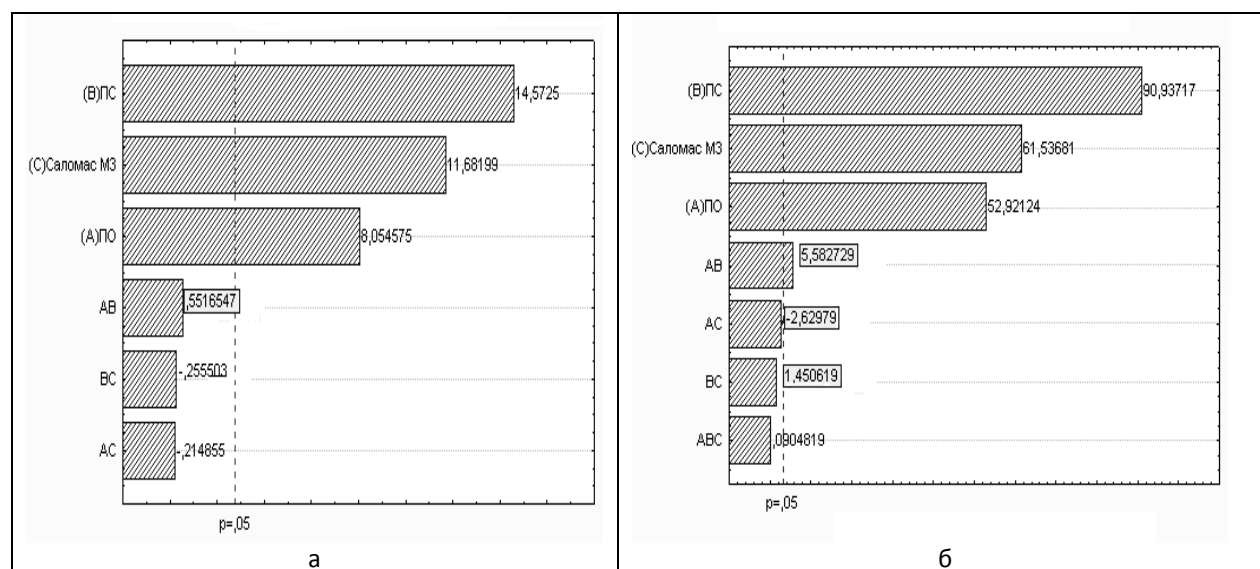


Рис. 2. Диаграммы Парето (а – температура застывания стандартным методом  $y_2$ , б – максимум пика на ДСК грамме  $y_7$ )

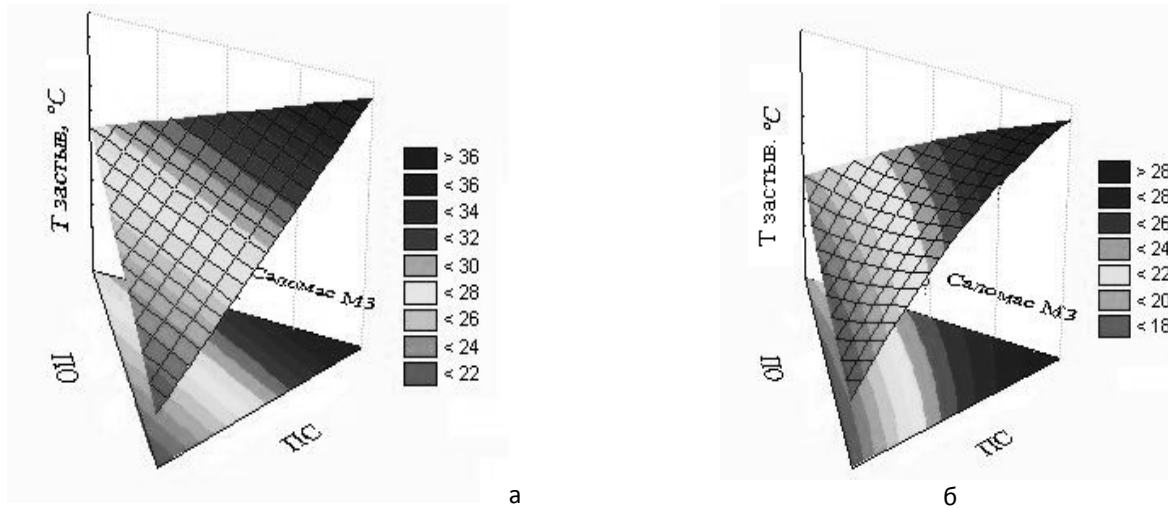


Рис. 3. Зависимость температуры застывания от содержания компонентов в смеси (а – температура застывания стандартным методом  $y_2$ , б – максимум пика на ДСК грамме  $y_7$ )

Табл. 2. Уравнение регрессии для полученных данных.

№	Уравнения регрессии,
$y_1$	$v=30,44 \cdot x+50,66 \cdot y+33,98 \cdot z; (R^2=0,94 p<0.05)$
$y_2$	$v=20,61 \cdot x+36,85 \cdot y+28,49 \cdot z; (R^2=0,87 p<0.05)$
$y_3$	$v=36,795 \cdot x+52,529 \cdot y+39,013 \cdot z; (R^2=0,96 p<0.05)$
$y_4$	$v=24,523 \cdot x+51,985 \cdot y+30,193 \cdot z; (R^2=0,92 p<0.05)$
$y_5$	$v=30,44 \cdot x+50,66 \cdot y+33,98 \cdot z; (R^2=0,94 p<0.05)$
$y_6$	$v=19,554 \cdot x+31,142 \cdot y+21,298 \cdot z; (R^2=0,96 p<0.05)$
$y_7$	$v=16,89 \cdot x+29,02 \cdot y+19,64 \cdot z+8,38 \cdot x \cdot y-3,88 \cdot x \cdot z+2,21 \cdot y \cdot z; (R^2=0,998 p<0.005)$
$y_8$	$v=9,66 \cdot x+24,39 \cdot y+17,24 \cdot z+21,93 \cdot x \cdot y-5,67 \cdot x \cdot z+1,49 \cdot y \cdot z; (R^2=0,99 p<0.005)$

Так же для всех моделей были построены карты Парето, на которых в графической форме показано значимые и не значимые коэффициенты, входящие в уравнение регрессии. Те коэффициенты, которые пересекают вертикальную линию, которая представляет собой 95-процентную доверительную вероятность, считаются значимые. Все остальные, которые не пересекают, эту линию считаются не значимыми и на систему влияют не значительно. На рис. 2 приведены диаграммы Парето для линейной и квадратичной модели. Как видно на рис. 2а, только три параметра пересекают доверительную вероятность, остальные три являются не значимыми. Из этого можно сделать вывод, что это модель первого порядка. На рис. 2б незначительными являются всего два параметра, и это свидетельствует о более сложной модели. Так же были построены зависимости температуры застывания от содержания

компонентов в смеси рис. 3, для изучения влияния факторов на показатели смеси. Полученные уравнения позволяют решить и обратную задачу. По этим поверхностям и уравнениям регрессии можно определить содержание компонентов для смеси, с нужной температурой плавления и застывания, которая находится в любой точки поверхности.

**Выводы**

Выбор симплекс-решётчатого плана Шеффе для многокомпонентных систем позволяет сократить экспериментальную часть и обеспечить достоверность полученных результатов. По этому плану были определены температуры плавления и застывания методом ДСК, а также стандартными методами. Программа STATISTICA позволяет получить уравнения регрессии, а также провести ее проверку на адекватность различными методами в рекордно быстрые сроки. Так были получены уравнения регрессии для всех температур плавления и застывания. Адекватность моделей проверена с помощью дисперсионного анализа, который показал, что все уравнения адекватны.

Полученные таким методом необходимые соотношения компонентов, обеспечивают быстрое нахождения нужного сырья и получение жировых основ маргаринов или специальных жиров с заданными свойствами. Это позволяет сократить затраты времени на подбор сырья для получения жировых смесевых систем с заданными свойствами.

**Список литературы**

1. O'Brien, Richard D. Fats and oils: formulating and processing for applications / by Richard D. O'Brien. – 3rd ed. Second Edition, Inc. USA. 2008, p. 744.
2. Hodate, Y.; Ueno, S.; Yano, J.; Katsuragi, T.; Tezuka, Y.; Tagawa, T.; Yoshimoto, N.; Sato, K. Ultrasonic velocity measurement of crystallization rates of palm oil in oil-water emulsions / Colloid. Surf. A 1997, 128, p. 217–224.

3. Tan, K.T.; Lee, K.T.; Mohamed, A.; Bhatia, S. Palm oil: Addressing issues and towards sustainable development./ Renew. Sust. Energy Rev. 2009, 13, p. 420 – 427.
4. Santana, A., Fernández, X., Larrayoz, M.A., & Recasens, F. Vegetable fat hydrogenation in supercritical-fluid solvents: Melting behavior analysis by DSC and NMR./ Journal of the Supercritical Fluids, 2008, 46, p. 322 – 328.
5. Busfield, W.K.; Proschogo, P.N. Thermal analysis of palm stearine by DSC./ J. Am. Oil Chem. Soc. 1990, 67, 171 – 175.
6. Xia Zhang, Lin Li, He Xie, Zhili Liang, Jianyu Su, Guoqin Liu and Bing Li. Comparative analysis of thermal behavior, isothermal

- crystallization kinetics and polymorphism of palm oil fractions./ *Molecules* 2013, 18, p. 1036 – 1052.
- Differential scanning calorimetry applications in fat and oil technology/ edited by Emma Chiavaro // CRC Press Taylor & Francis Group, Inc. USA. 2015, p. 272.
  - Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses / edited by Frank D. Gunstone. – 2nd ed. // CRC Press Taylor & Francis Group, Inc. USA. 2002, p. 337.
  - Ситнік Н. С., Дослідження ефективності нового каталізатору переетерифікації олій та жирів з використанням хроматографічного аналізу / Н. С. Ситнік, І. М. Демидов, К. В. Куніця // Технологічний аудит і резерви виробництва – № 6/4(26), 2015 с. 8 – 13.
  - Демидов І. Н., Мазаєва В. С., Ситнік Н. С., Голодняк В. А., Кищенко В. А., Голубець О. В. Ацилглицерольний состав жирів і реакція переетерифікації. «Масложировий комплекс». «Експерт-Агро». 2013. № 4(43). с. 28 – 29.
  - Криволапов О. М. Підвищення ефективності технології переетерифікації жирів. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Харків – 2007.
  - Ахназаров С. Л., Кафаров В. В., Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. с. 327, с. 268 – 273.
  - Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: 2-е изд. СПб.: Питер, 2003. с. 688.
  - Santana, A., Fernández, X., Larrayoz, M.A., & Recasens, F. Vegetable fat hydrogenation in supercritical-fluid solvents: Melting behavior analysis by DSC and NMR./ *Journal of the Supercritical Fluids*, 2008, 46, p. 322 – 328.
  - Busfield, W.K.; Proschogo, P.N. Thermal analysis of palm stearine by DSC / *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1990, 67, 171 – 175.
  - Xia Zhang, Lin Li, He Xie, Zhili Liang, Jianyu Su, Guoqin Liu and Bing Li. Comparative analysis of thermal behavior, isothermal crystallization kinetics and polymorphism of palm oil fractions./ *Molecules* 2013, 18, p. 1036 – 1052.
  - Differential scanning calorimetry applications in fat and oil technology/ edited by Emma Chiavaro// CRC Press Taylor & Francis Group, Inc. USA. 2015, p. 272.
  - Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses / edited by Frank D. Gunstone. – 2nd ed. // CRC Press Taylor & Francis Group, Inc. USA. 2002, p. 337.
  - Sitnik N.S. Doslidzhennja efektyvnosti novogo katalizatoru pereeterifikacii olij ta zhiriv z vikoristannjam hromatografichnogo analizu / N. S. Sitnik, I.M. Demidov, K.V. Kunicja // Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva – № 6/4(26), 2015 p. 8 – 13.
  - Demidov I. N., Mazaeva V. S., Sytnik N. S., Golodnyak V. A., Kishhenko V. A., Golubec O. V. Acilglicerol'nyj sostav zhiriv i reakcija pereeterifikacii. «Maslozhirovoj kompleks». «Jekspert-Agro». 2013. № 4(43). p. 28 – 29.
  - Krivozapov O. M. Pidvishhennja efektyvnosti tehnologii pereeterifikacii zhiriv. Disertacija na zdobuttja naukovogo stupenja kandidata tehnicnih nauk. Harkiv – 2007.
  - Ahnazarov S. L., Kafarov V. V. Metody optimizacii jeksperimenta v himicheskoj tehnologii: Ucheb. posobie dlja him.-tehnol. spec. vuzov. – 2-e pererab. i dop. – M.: Vyssh. shk., 1985. – p. 327, p. 268 – 273.
  - Borovikov V. STATISTICA. Iskusstvo analiza dannyh na komp'jutere: Dlja professionalov. 2-e izd. SPb.: Piter, s. 2003. p. 688.

#### Bibliography (transliterated)

- O'Brien, Richard D. Fats and oils: formulating and processing for applications / by Richard D. O'Brien. – 3rd ed. Second Edition, Inc. USA. 2008, p. 744.
- Hodate, Y.; Ueno, S.; Yano, J.; Katsuragi, T.; Tezuka, Y.; Tagawa, T.; Yoshimoto, N.; Sato, K. Ultrasonic velocity measurement of crystallization rates of palm oil in oil-water emulsions/ *Colloid. Surf. A* 1997, 128, r. 217–224.
- Tan, K.T.; Lee, K.T.; Mohamed, A.; Bhatia, S. Palm oil: Addressing issues and towards sustainable development./ *Renew. Sust. Energy Rev.* 2009, 13, p. 420 – 427.

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Визначення властивостей трикомпонентної жирової суміші методом ДСК з використанням прикладних програм «STATISTICA» / В. С. Мазаєва, І. Н. Демидов, В. О. Голодняк // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 41(1263). – С. 98–103. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2220-4784.

Изучение свойств трёхкомпонентной жировой смеси методом ДСК с использованием прикладных программ «STATISTICA» / В. С. Мазаева, И. Н. Демидов, В. О. Голодняк // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 41(1263). – С. 98–103. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2220-4784.

Study of the properties of the three-component fatty mixture by DSC method with these of applied programs "STATISTICA" / V. S. Mazaeva, I. N. Demidov, V. O. Golodnyak // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2017. – № 41(1263). – p. 98–103. Bibliog.:13 titles. – ISSN 2220-4784.

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Мазаєва Вікторія Сергіївна** – м. н. сотрудник, лаб. исследований химии жиров масложировых производств, Украинский НИИМЖ Национальной академии аграрных наук Украины, тел.: 097-70-70-271; e-mail: [vika1988977@gmail.com](mailto:vika1988977@gmail.com)

**Мазаєва Вікторія Сергіївна** – молодший науковий співробітник, лабораторія досліджень хімії жирів олійно-жирових виробництв, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України тел.: 097-70-70-271; e-mail: [vika1988977@gmail.com](mailto:vika1988977@gmail.com)

**Mazaieva Viktoriia Sergeevna** – Jr . Researcher, laboratory of studies of fats chemistry of oils and fats production, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, tel .: 097-70-70-271, e-mail: [vika1988977@gmail.com](mailto:vika1988977@gmail.com)

**Демидов Ігорь Николаевич** – д. т. н., проф. кафедры технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: 098-44-28-614, e-mail: [demigon50@ukr.net](mailto:demigon50@ukr.net)

**Демидов Ігорь Николаевич** - доктор технічних наук, професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: 098-44-28-614, e-mail: [demigon50@ukr.net](mailto:demigon50@ukr.net)

**Demidov Igor Nikolaevich** - Phd, Doctor of technical sciences, Professor, Department of Technology of fats and fermentation products National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», тел.: 098-44-28-614, e-mail: [demigon50@ukr.net](mailto:demigon50@ukr.net)

**Голодняк Владимир Александрович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской части, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: 050-32-53-357, e-mail: [gol.saturn@gmail.com](mailto:gol.saturn@gmail.com)

**Голодняк Володимир Олександрович** – канд. техн. наук, ст. н. співробітник науково-дослідницька частини, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: 050-32-53-357, e-mail: [gol.saturn@gmail.com](mailto:gol.saturn@gmail.com)

**Golodnyak Vladimir Aleksandrovich** – Phd, Candidate of technical sciences, Sr. Researcher, Scientific research part National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», тел.: 050-32-53-357, e-mail: [gol.saturn@gmail.com](mailto:gol.saturn@gmail.com)