

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГУДЗЬ ОЛЬГА МИКОЛАЇВНА

УДК 665.383:664.31

ДИСЕРТАЦІЯ

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЖИРОВИХ СИСТЕМ
ЗІ ЗНИЖЕНИМ ВМІСТОМ ТРАНС-ІЗОМЕРІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ
ДЛЯ МАРГАРИНІВ

05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних
продуктів

18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Гудзь О.М. Гудзь

Науковий керівник: Некрасов Павло Олександрович, д-р техн. наук,
професор.

*Згідно з змістом з першого
приписання дисертації за вказу
Вчений секретар вченої
ради*



Андрієв Т.В.
Харків – 2019

АНОТАЦІЯ

Гудзь О.М. Удосконалення технології жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів жирних кислот для маргаринів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» МОН України, Харків, 2019.

У дисертаційній роботі теоретично та експериментально обґрунтовано необхідність удосконалення технології виробництва жирових систем для маргаринів з мінімальним вмістом транс-ізомерів і визначено необхідні технологічні прийоми щодо її реалізації.

Жирові системи є невід’ємною складовою харчування людини. Тому сучасні вимоги до підвищення якості та безпеки обумовлюють вдосконалення відповідних технологій їх виробництва.

Сформована кон’юнктура зовнішнього і внутрішнього ринків диктує необхідність нарощування темпів виробництва основних олійно-жирових продуктів з високою доданою собівартістю, зокрема маргаринів.

В залежності від виключення або впровадження того чи іншого компонента в рецептуру жирового продукту, покращується або значно змінюється його властивість. Необхідність корегування харчового раціону сучасної людини в напрямку зниження в ньому частки жирів, які в своєму складі містять надмірну кількість транс-ізомерів жирних кислот, обумовлена соціальним ефектом споживання жирових продуктів підвищеної якості та спрямована на оздоровлення населення України.

Доцільність зниження вмісту транс-ізомерів в жирових системах ґрунтується на доведеному зв'язку між кількістю вказаних ізомерів у складі жирових харчових продуктів і підвищенням ризику розвитку серцево-судинних захворювань, а також хвороб порушення метаболізму. Зокрема, підвищений вміст транс-ізомерів блокує дію ліпопротеїдів високої щільності, ініціюючи відкладення холестеринових бляшок на стінках кровоносних судин людини та провокуючи розвиток атеросклерозу.

В роботі досліджено кінетику процесів біокаталітичного переестерифікування та гліцеролізу, на яких ґрунтується технологія виробництва жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів.

З використанням математичного моделювання встановлено основні закономірності кінетики біокаталітичного переестерифікування триацилгліцеринів під дією ферментного препарату Novozym 40086 та біокаталітичного гліцеролізу триацилгліцеринів, збагачених омега-3 поліненасиченими жирними кислотами.

Визначено константи швидкостей прямих і зворотних реакцій, що протікають у реакційних системах, а також константи рівноваги кожної з них.

На основі отриманих даних розраховано термодинамічні параметри та зроблено висновки про внесок кожної з реакцій в загальний процес у цілому.

Отримані результати слугуватимуть науковим підґрунтям для встановлення технологічних параметрів виробництва жирових систем з мінімальним вмістом транс-ізомерів.

Досліджено закономірності процесу біокаталітичного переестерифікування жирів під впливом препарату Novozym 40086 та встановлено раціональні параметри технології виробництва жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів.

Отримано математичну модель, яка дозволяє на основі даних про компонентний склад жирової основи прогнозувати вміст твердої фази в продуктах біокаталітичного переестерифікування, що є одним із найважливіших способів оцінки їх консистенції. Розроблена модель дозволяє вирішувати зворотну задачу – виходячи з цільової консистенції жирового продукту знаходити його рецептуру.

Показана можливість удосконалення складу та властивостей жирових систем зі зниженим вміст транс-ізомерів шляхом фракціонування продукту біокаталітичного переестерифікування.

Розроблено математичну модель, яка дозволяє, виходячи з даних про компонентний склад олеогелів прогнозувати їх термостабільність. При цьому було застосовано методологію поверхні відклику, а визначення невідомих значень вектора параметрів здійснювалось шляхом застосування алгоритмів регресійного аналізу.

Аналіз отриманих залежностей дозволив зробити висновок, що збільшення в рецептурі олеогелів вмісту бджолиного воску від 0,30 до 3,30 % мас. обумовлює зростання термостабільності. Подальше підвищення вмісту вказаного компонента не є раціональним, оскільки практично не впливає на відклик. Разом з тим при варіюванні вмісту трипальмітину від 0,30 до 3,10 % мас. спостерігається збільшення термостабільності, а при подальшому підвищенні – зменшення цього показника.

Визначено раціональні значення масових часток компонентів олеогелів: вміст бджолиного воску 3,27 % мас.; вміст трипальмітину 3,07 % мас. та вміст моноацилгліцеринів 4,70 % мас. При цих значеннях досягається максимальне значення коефіцієнта термостабільності.

Показано, що кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів в м'яких маргаринах на основі жирових систем зі зніженим вмістом транс-ізомерів протягом 60 діб зберігання була нижче за

встановлені стандартом норми і знаходились на рівні не вище ніж $3,4 \cdot 10^3$, тобто більш ніж на порядок менше за нормативний показник. Крім того, у 0,01 г досліджених зразків не виявлено БГКП, а кількісні показники наявності пліснявих грибів та дріжджів також не перевищували норми.

Запропоновано технологічну схему виробництва м'яких маргаринів зі зниженим вмістом транс-ізомерів жирних кислот.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що вперше:

- встановлено основні закономірності перебігу біокаталітичних процесів, що лежать в основі технології виробництва жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів;
- визначено раціональні параметри біокаталітичного переетерифікування жирів під дією ферментного препарату Novozym 40086;
- розроблено математичну модель, яка дозволяє на основі даних про компонентний склад жирової сировини прогнозувати вміст твердої фази за різних температур в продуктах біокаталітичного переетерифікування;
- встановлено кількісні залежності термостабільності олеогелів від рецептурного складу їх дисперсної фази.

Практичне значення отриманих результатів для олійно-жирової галузі полягає у створенні перспективної технології жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів з використанням продуктів біокаталітичних реакцій та олеогелів. Запропоновано рецептури емульсійних продуктів на основі розроблених жирових систем. Розроблено нормативний матеріал: ТУ У 10.4 – 02071180 – 155 : 2019 на новий вид продукту – маргарин м'який «Новел» з подовженим терміном зберігання.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Ключові слова: біокаталіз, переетерифікування, кінетика, оптимізація, олеогель, маргарин.

Список публікацій здобувача за темою дисертації.

1. Гудзь О.М. Математичне моделювання властивостей жирових систем з нульовим вмістом транс-ізомерів / П.О. Некрасов, О.М. Гудзь, В.В. Созоник // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Харків: НТУ “ХПІ”. – 2018. – № 39. – С. 90–93.
2. Gudz O. Kinetics and thermodynamics of biocatalytic glycerolysis of triacylglycerols enriched with omega-3 polyunsaturated fatty acids / P. Nekrasov, O. Piven, O. Gudz, N. Kryvonis // Питання хімії та хімічної технології. – Дніпро: ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет. – 2018. – №5. – С. 31 – 36.
3. Гудзь О.М. Кінетика і термодинаміка ферментативного процесу виробництва жирових систем з мінімальним вмістом транс-ізомерів / П.О. Некрасов, О.М. Гудзь, С.І. Руднєва, О.П. Некрасов // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2019. – №2. – С. 11 – 20.
4. Гудзь О.М. Жирові системи зі зниженим вмістом транс-ізомерів жирних кислот / П.О. Некрасов, О.М.Гудзь, О.П. Некрасов, В.А. Кіщенко // Питання хімії та хімічної технології. – Дніпро: ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет. – 2019. – №3. – С. 132 – 138.
5. Gudz O. Optimization of the composition of fat systems of new generation / P. Nekrasov, O. Gudz, O. Nekrasov, T. Berezka // Technology audit and production reserves – 2019. – № 1/3 (45) – P. 18 – 22.
6. Гудзь О.М. Дослідження мікробіологічних показників м'яких маргаринів на основі олеогелів / П.О. Некрасов, О.М. Гудзь // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal) – 2019. – № 5 (45) – P. 38 – 41.

7. Гудзь О.М. Жирові системи оздоровчого призначення зі зниженим та нульовим вмістом транс-ізомерів жирних кислот / П.О. Некрасов, Н.А. Ткаченко, О.М. Гудзь // Матеріали XXV Міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я “. – Харків: НТУ “ХПІ”. 2017. Ч.2 – С. 321.

8. Гудзь О.М. Розробка технології отримання жирів зі зниженим вмістом транс-ізомерів жирних кислот / П.О. Некрасов, О.М. Гудзь, С.М. Шкаруба // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції “Наукові проблеми харчових технології та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції”. – Київ: НУХТ. – 2018. С. 249 – 250.

9. Гудзь О.М. Дослідження кінетики біокаталітичного процесу технології виробництва жирів з нульовим вмістом транс-ізомерів жирних кислот / П.О. Некрасов, О.М. Гудзь, О.П. Некрасов, Н.О. Кривоніс // Матеріали XXVI Міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я “. – Харків: НТУ “ХПІ”. 2018. Ч. 2 – С. 273.

10. Гудзь О.М. Майонезные соусы повышенной пищевой ценности на основе соевого масла / П.О. Некрасов, О.М. Гудзь, Е.Ю. Торпан // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні технології соєвої індустрії. – Київ., 2018. – С. 36 – 37.

11. Гудзь О.М. Олеогелі – жирові системи нового покоління / П.О. Некрасов, О.М. Гудзь, О.П. Некрасов, С.І. Руднева // Матеріали XXVII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я» – Харків: НТУ «ХПІ». 2019. Ч. 2. – С. 304.

ABSTRACT

Gudz O.M. The improvement of the technology of fatty systems with the reduced content of trans fatty acids for margarines. – Qualification scientific work with manuscript copyright.

The thesis for a candidate of technical science degree by speciality 05.18.06 – technology of fats, essential oils and perfume-cosmetic products. – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», The Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2019.

In the dissertation the need of improvement of the production technology of fatty systems for margarines with minimal content of trans-isomers has been theoretically and experimentally substantiated and the necessary technological techniques for its implementation have been determined.

Fatty systems are the integral part of human nutrition. Therefore, the modern demands for quality and safety require the improvement of the respective technologies for their production.

The formed conjuncture of the foreign and domestic markets dictates the need to increase the production rate of major fat-and-oil products with high added cost, in particular margarines.

Depending on the exclusion or introduction of a component in the formulation of the fatty product, its property is improved or significantly changed. The need to adjust the diet of modern humans in the direction of reducing the proportion of fats, which in their composition contain an excessive amount of trans-isomers of fatty acids, arises from the social effect of consumption of high-quality fatty products and aims at improving the health of the population of Ukraine.

The feasibility of reducing the content of trans-isomers in fatty systems is based on the proven relationship between the content of these isomers in the composition of fatty foods and the increased risk of cardiovascular disease, as well

as diseases of metabolic disorders. In particular, the increased content of trans-isomers blocks the action of high density lipoproteins, initiating the deposition of cholesterol plaques on the walls of human blood vessels and provoking the development of atherosclerosis.

The kinetics of the processes of biocatalytic interesterification and glycerolysis, on which the technology of production of fatty systems with reduced content of trans isomers is based, has been investigated.

The basic regularities of kinetics of biocatalytic interesterification of triacylglycerols under the action of the enzymatic preparation Novozym 40086 and biocatalytic glycerolysis of triacylglycerols enriched with omega-3 polyunsaturated fatty acids have been determined using mathematical modeling.

The rate constants of the forward and reverse reactions occurring in the reaction systems and the equilibrium constants of each of them have been determined.

Based on the obtained data, the thermodynamic parameters have been calculated and conclusions have been made about the contribution of each of the reactions to the overall process as a whole.

The results obtained will serve as the scientific basis for the determination of technological parameters for the production of fatty systems with a minimal content of trans-isomers.

The regularities of the process of biocatalytic interesterification of fats under the influence of Novozym 40086 have been investigated and rational parameters of technology of production of fatty systems with reduced content of trans-isomers have been established.

A mathematical model has been obtained, which allows to predict the solid phase content of biocatalytic interesterification products, which is one of the most important ways of estimating their consistency, based on data of the fat base

composition. The developed model allows to solve the inverse problem – based on the target consistency of the fat product to find its formula.

The possibility of improving the composition and properties of fat systems with reduced content of trans-isomers by fractionation of the product of biocatalytic interesterification has been shown.

A mathematical model has been developed that allows to predict oleogels thermal stability based on the their component composition. The response surface methodology was applied, and the unknown values of the parameter vector have been determined by applying regression analysis algorithms.

The analysis of the obtained dependences made it possible to conclude that the increase in the oleogel formulation of the content of beeswax from 0.30 to 3.30% of the mass. causes an increase in thermal stability. Further enhancement of the content of the specified component is not rational, as it practically does not affect the response. However, when varying the content of tripalmitin from 0.30 to 3.10% of the mass. there is an increase in thermal stability, and with a further increase – a decrease in this indicator.

The rational values of the mass fractions of oleogel components have been determined: the content of beeswax is 3.27 wt%; the content of tripalmitin 3.07% of the mass. and the content of monoacylglycerols 4.70% wt. At these values, the maximum value of the coefficient of thermal stability is reached.

It has been shown that the number of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms in soft margarines based on fatty systems with reduced content of trans-isomers during 60 days of storage was below the standard and were not higher than $3.4 \cdot 10^3$, i.e. more than an order of magnitude less than the norm. In addition, 0.01 g of the tested samples did not show CGB, and quantitative indicators of the presence of molds and yeast also did not exceed the norm.

The process operational diagram for the production of soft margarines with reduced content of trans-isomers of fatty acids has been proposed.

The scientific novelty of the obtained results is that for the first time:

- the basic regularities of the course of biocatalytic processes underlying the technology of production of fat systems with reduced content of trans-isomers have been established;
- rational parameters of biocatalytic interesterification of fats under the action of the enzyme preparation Novozym 40086 have been determined;
- a mathematical model has been developed that allows to predict the content of the solid phase at different temperatures in the products of biocatalytic interesterification on the basis of data on the component composition of fatty raw materials;
- quantitative dependences of thermal stability of oleogels on the formulation composition of their dispersed phase have been established.

The practical significance of the results for the fat-and-oil industry consists in the developing of promising technology of fatty systems with reduced content of trans-isomers using products of biocatalytic reactions and oleogels. Formulations of emulsion products based on developed fat systems have been offered. The standard manual has been developed: TUU 10.4-02071180-087: 2019 for a new type of product – soft margarine "Novel" with extended shelf life.

The results of the dissertation have been introduced into the educational process of the Department of Technology of Fats and Fermentation Products of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

Keywords: biocatalyst, interesterification, kinetics, optimization, oleogel, margarine.

List of publications of the applicant on the topic of the dissertation.

1. Gudz O.M. Matematychni modeliuvannia vlastyvostei zhyrovnykh system z nulovym vmistom trans-izomeriv / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz, V.V. Sozonymk // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KhPI". Kharkiv: NTU "KhPI". – 2018. – № 39. – S. 90–93.

2. Gudz O. Kinetics and thermodynamics of biocatalytic glycerolysis of triacylglycerols enriched with omega-3 polyunsaturated fatty acids / P. Nekrasov, O. Piven, O. Gudz, N. Kryvonis // *Pytannia khimii ta khimichnoi tekhnolohii*. – Dnipro: DVNZ Ukrainnyi derzhavnyi khimiko-tekhnolohichnyi universytet. – 2018. – №5. – S. 31 – 36.

3. Gudz O.M. Kinetyka i termodynamika fermentatyvnoho protsesu vyrobnytstva zhyrovyykh system z minimalnym vmistom trans-izomeriv / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz, S.I. Rudnieva, O.P. Nekrasov // *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*. – 2019. – №2. – S. 11 – 20.

4. Gudz O.M. Zhyrovi systemy zi znyzhenym vmistom trans-izomeriv zhyrnykh kyslot / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz, O.P. Nekrasov, V.A. Kishchenko // *Pytannia khimii ta khimichnoi tekhnolohii*. – Dnipro: DVNZ Ukrainnyi derzhavnyi khimiko-tekhnolohichnyi universytet. – 2019. – №3. – S. 132 – 138.

5. Gudz O. Optimization of the composition of fat systems of new generation / P. Nekrasov, O. Gudz, O. Nekrasov, T. Berezka // *Technology audit and production reserves* – 2019. – № 1/3 (45) – P. 18 – 22.

6. Gudz O.M. Doslidzhennia mikrobiolohichnykh pokaznykiv miakykh marharyniv na osnovi oleoheliv / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz // *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)* – 2019. – № 5 (45) – P. 38 – 41.

7. Gudz O.M. Doslidzhennia mikrobiolohichnykh pokaznykiv miakykh marharyniv na osnovi oleoheliv / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz // *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)* – 2019. – № 5 (45) – P. 38 – 41.

8. Gudz O.M. Rozrobka tekhnolohii otrymannia zhyriv zi znyzhenym vmistom trans-izomeriv zhyrnykh kyslot / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz, S.M. Shkaruba // *Materialy VII Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii*

“Naukovi problemy kharchovykh tekhnolohii ta promyslovoi biotekhnolohii v konteksti Yevrointehratsii”. – Kyiv: NUKhT. – 2018. S. 249 – 250.

9. Gudz O.M. Doslidzhennia kinetyky biokatalitychnoho protsesu tekhnolohii vyrobnytstva zhyriv z nulovym vmistom trans-izomeriv zhyrnykh kyslot / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz, O.P. Nekrasov, N.O. Kryvonis // Materialy XXVI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia “. – Kharkiv: NTU “KhPI”. 2018. Ch. 2 – S. 273.

10. Gudz O.M. Maioneznye sousy povyshennoi pyshchevoi tsennosti na osnove soevoho masla / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz, E.Iu. Torpan // Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Suchasni tekhnolohii soievoi industrii. – Kyiv., 2018. – S. 36 – 37.

11. Gudz O.M. Oleoheli – zhyrovi systemy novoho pokolinnia / P.O. Nekrasov, O.M. Gudz, O.P. Nekrasov, S.I. Rudnieva // Materialy XXVII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia» – Kharkiv: NTU «KhPI». 2019. Ch. 2. – S. 304.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 Аналіз сучасних тенденцій в галузі розробки технологій отримання жирових систем та її використання.....	11
1.1 Сучасні уявлення про наявність у складі харчових жирів транс-ізомерів жирних кислот та необхідність зниження їх вмісту.....	11
1.2 Огляд сучасних методів модифікування харчових жирів.....	18
1.2.1 Гідрогенізування як один із методів модифікування харчових жирів.....	20
1.2.2 Хімічне переетирифікування олій та жирів	21
1.2.3 Каталізатори процесу хімічного переетирифікування.....	24
1.2.4 Переетирифікування сумішей жирів та олій	25
1.2.5 Біокаталітичне переетирифікування як спосіб отримання жирових систем нового покоління	27
1.2.6 Загальні відомості щодо каталізаторів біокаталітичного переетирифікування	29
1.2.7 Фракціонування жирів як метод, що виключає утворення транс-ізомерів жирних кислот.....	34
1.2.8 Отримання жирових систем на основі олегалів як альтернатива структурованим системам нового покоління.....	38
1.3. Висновки за розділом 1 та постановка задач досліджень	45
РОЗДІЛ 2 Об'єкти і методи досліджень	47
2.1 Основні об'єкти та структурна схема досліджень.....	47
2.2 Характеристика сировини	48
2.3 Метод визначення кислотного числа	49
2.4 Методи газорідинної хроматографії.....	49

2.4.1	Метод дослідження жирнокислотного складу жирів.....	49
2.4.2	Метод аналізу триацилгліцеринового складу жирів	50
2.4.3	Метод дослідження ацилгліцеринового складу жирів	50
2.5	Метод диференційної скануючої калориметрії.....	51
2.6	Метод ядерного магнітного резонансу.....	52
2.7	Математичні методи планування та моделювання факторних просторів експериментів	52
2.7.1	Методологія поверхні відклику.....	52
2.7.2	Метод симплекс-центроїдних планів	53
2.7.3	Метод оптимізації нелінійних багатомірних систем.....	54
2.8	Методи мікробіологічних досліджень.....	54
2.8.1	Визначення загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ).....	54
2.8.2	Визначення вмісту коліформних бактерій групи кишкових паличок (БГКП)	55
2.8.3	Метод визначення дріжджів і пліснявих грибів в жирових системах.....	56
РОЗДІЛ 3 Дослідження кінетики біокаталітичних процесів технології жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів жирних кислот.....		58
3.1	Дослідження кінетики біокаталітичної перетерифікації триацилгліцеринів	58
3.2	Дослідження кінетики біокаталітичного процесу гліцеролізу триацилгліцеринів, збагачених омега-3 поліненасиченими жирними кислотами	65
Висновки за розділом 3.....		70
РОЗДІЛ 4 Наукове обґрунтування біокаталітичної технології		72

виробництва жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів	
4.1 Дослідження біокаталітичного процесу виробництва жирових систем та оптимізація його параметрів	72
4.2 Оптимізація рецептурного складу сировини для процесу біокаталітичного переестерифікування.....	80
4.3 Дослідження особливостей процесу фракціонування продукту біокаталітичного переестерифікування жирів.....	87
Висновки за розділом .4.....	89
РОЗДІЛ 5 Наукове обґрунтування рецептурного складу олеогелів як жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів	91
Висновки за розділом 5.....	99
РОЗДІЛ 6 Розробка технології м'яких маргаринів на основі жирових систем зі зниженим вмістом транс-ізомерів.....	100
6.1 Дослідження мікробіологічних показників нових видів маргаринів	100
6.2 Технологічний процес виробництва м'яких маргаринів нового покоління	103
Висновки за розділом 6.....	105
ВИСНОВКИ	106
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	108
ДОДАТКИ.....	120