

ZBIÓR
ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH

INŻYNIERIA I TECHNOLOGIA.
TEORETYCZNE I PRAKTYCZNE
ASPEKTY ROZWOJU
WSPÓŁCZESNEJ NAUKI

Poznan

30.09.2015 - 01.10.2015

СБОРНИК
НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИ-
ЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Познань

30.09.2015 - 01.10.2015

U.D.C. 004+62+54+66+082

B.B.C. 94

Z 40

Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Druk i oprawa: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Adres wydawcy i redakcji: 00-728 Warszawa, ul. S. Kierbedzia, 4 lok.103

e-mail: info@conferenc.pl

Cena (zl.): bezpłatnie

Zbiór raportów naukowych.

Z 40 Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Inżynieria i technologia. Teoretyczne i praktyczne aspekty rozwoju współczesnej nauki (30.09.2015 - 01.10.2015) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2015. - 36 str.

ISBN: 978-83-65207-41-8

U.D.C. 004+62+54+66+082

B.B.C. 94

Komitet Organizacyjny Konferencji:

1. *W. Okulicz-Kozaryn – (Przewodniczący), dr. hab, Polska;*
2. *A. Murza, (Zastępca Przewodniczącego), Ukraina;*
3. *E. Ageev, dr. hab, Rosja;*
4. *E. Чекунова, dr. hab, Rosja;*
5. *L. Nechaeva, dr, Ukraina;*
6. *A. Горохов, dr, Rosja;*
7. *B. Подобед, dr, Białoruś;*
8. *A. Prokopiuk, dr, Polska;*
9. *M. Ордынская, profesor, Rosja.*

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i kopiowanie materiałów bez zgody autora jest zakazane. Wszelkie prawa do materiałów konferencji należą do ich autorów. Pisownia oryginalna jest zachowana. Wszelkie prawa do materiałów w formie elektronicznej opublikowanych w zbiorach należą Sp. z o.o. «Diamond trading tour». Obowiązkiem jest odniesienie do zbioru.

SPIS /СОДЕРЖАНИЕ

СЕКСЈА 18. ТЕСННІКА.(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

1. Козловская В. А., Котова А. Б., Белов В. М. 4
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ПСИХИЧЕСКОГО СТАТУСА ЗДОРОВЬЯ
2. Бойко Ю.М., Стецюк В.І. 8
РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ БЛОКУ ОБРОБЛЕННЯ
СИГНАЛІВ СУПУТНИКОВИХ ЗАСОБІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
3. Дробот В.І., Іжевська О.П.,Бондаренко Ю.В..... 13
ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ
ШРОТУ НАСІННЯ ЛЬОНУ У ХЛІБОПЕЧЕННІ
4. Белінська К.О. , Фалендиш Н.О. 21
СУХЕ ОВЕЧЕ МОЛОКО У ВИРОБНИЦТВІ ДИТЯЧОГО ХАР-
ЧУВАННЯ
5. Дишкант І.О., Полевик В.В., Корецька І.Л. 27
МАЛЬТОДЕКСТРИНИ. НЬУАНСИ ВИКОРИСТАННЯ

**СЕКСЈА 21. FІЗУКІ І МАТЕМАТУКІ.
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

6. Надточій В. О., Бугаєвська Д. О. 30
РОЗРАХУНКИ ПОЛІВ ТЕМПЕРАТУР І ТЕРМІЧНИХ НАПРУ-
ЖЕНЬ У ПРИПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ GAAS, ІНІЦІЙОВАНИХ
ІМПУЛЬСНИМ ЛАЗЕРНИМ ОПРОМІНЕННЯМ



Козловская В. А.

аспирантка,
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем
НАН и МОН Украины,
г. Киев

Котова А. Б.

профессор, доктор биологических наук,
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем
НАН и МОН Украины,
г. Киев

Белов В. М.

профессор, доктор медицинских наук,
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем
НАН и МОН Украины,
г. Киев

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХИЧЕСКОГО СТАТУСА ЗДОРОВЬЯ

Ключевые слова: разработка программного обеспечения, психический статус здоровья, информационно-структурная модель.

Keywords: software development, mental health status, information-structural model.

В наше время информационные технологии предоставляют значительные возможности для разработки новых подходов к оцениванию психического здоровья. В связи с этим вопрос о разработке программного обеспечения для оценки психического статуса здоровья является весьма актуальным.

Анализ литературы по данному вопросу показал, что разработка программного обеспечения для оценки психического статуса здоровья, имея ряд дополнительных преимуществ, сохраняет в то же время все существующие достоинства традиционного подхода: объективность, меньшую зависимость от субъективных особенностей экспериментатора и надежность.

Приблизиться к осуществлению целостной оценки психического здо-



Рис. 1. Модуль получения оценки психического статуса здоровья при разработке программного обеспечения

ровья человека можно с помощью системного подхода. Отметим, что система представляет собой совокупность элементов и связей между ними, функционирующих как единое целое и имеющих единую цель функционирования [1]. Результатом такого подхода является информационно-структурная модель психического статуса здоровья, предложенная группой ученых Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем НАН и МОН Украины [2], усовершенствованная версия которой легла в основу разработки программного обеспечения для оценки психического статуса здоровья. Более подробно эта модель была описана в предыдущем исследовании авторов [3].

Исходя из предложенной модели, модуль получения оценки психического статуса здоровья при разработке программного обеспечения можно представить в виде, поданном на рисунке 1, а саму оценку представить в виде интегрального показателя компонент психического статуса здоровья, который будет рассчитываться как линейно-взвешенная сумма относительных

обобщенных значений оценок с соответствующими весовыми коэффициентами. Этот метод носит название *метода иерархической свертки показателей*. Он позволяет получить унифицированную количественную меру состояния (обобщенную оценку) иерархических уровней психического здоровья в виде линейно-взвешенной суммы:

$$\delta = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i$$

где α_i – весовые коэффициенты показателей, x_i – информационные показатели, n – число информационных показателей [4].

Особенностью показателей психического статуса здоровья является разнообразие форм их представления. Для формализации данной предметной области необходимо привести первичные показатели, представленные вербальным описанием, качественными и интервальными шкалами к точечному количественному виду, т.е. перевод показателя в относительную форму без потери его смысловой нагрузки. Этот прием носит название *метода нормированной унификации разнокачественной информации* (МНУРИ) [5].

Согласно данному методу, в случае, когда показатели компонент выражены в баллах, перевод балльных значений в информационные показатели проводится по формуле

$$\begin{cases} X_{отн} = 0, & X_{\min}^H \leq X \leq X_{\max}^H, \\ X_{отн} = \frac{X_{\min}^H - X}{X_{\min}^H - X_{\min}}, & X_{\min} \leq X < X_{\min}^H \end{cases}$$

где X – натурный показатель, выраженный в баллах, X_{\max}^H и X_{\min}^H – верхняя и нижняя границы нормы натурального показателя, X_{\min} – минимально возможное значение показателя в баллах.

Выводы. Программное обеспечение для оценки психического статуса здоровья, разработанное с помощью предложенного модуля, позволяет не только хранить индивидуальные данные каждого человека, но и накапливать информацию для возможности ее дальнейшей статистической обработки.

Литература

1. Батоврин В.К. Толковый словарь по системной и программной инженерии. – М.: ДМК Пресс., 2012 г. – 280 с.

2. Белов В.М. Опыт моделирования личности. Итоги и перспективы: Материалы школы-семинара Междунар. центра биокибернетики АН Соц-стран. – Варшава, 1988. – С. 213-252.
3. Козловская В.А. Информационный профиль психического статуса здоровья / В.А. Козловская, А.Б. Котова // Управляющие системы и машины. – К.: МНУЦ ИТиС. – Вып. 2. – 2014. – С. 77-83.
4. Гриценко В.І., Котова А.Б., Вовк М.І. та ін. Інформаційні технології в біології та медицині. – К.: Наукова думка, 2007. – 382 с.
5. Гриценко В.И., Вовк М.И., Котова А.Б. и др. Введение в архитектонику информационного пространства. – К.: Наукова думка, 2003. – 168 с.

Бойко Ю.М.

к.т.н, доцент кафедри
радіотехніки та зв'язку,
Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна

Стецюк В.І.

к.т.н, доцент кафедри
радіотехніки та зв'язку,
Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна

РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ БЛОКУ ОБРОБЛЕННЯ СИГНАЛІВ СУПУТНИКОВИХ ЗАСОБІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Ключові слова: синтезатор сітки частот, інтерполяція, децимація, тактова синхронізація.

Метою дослідження була розробка та виготовлення приймального модуля даних з космічних апаратів (КА) дистанційного зондування Землі (NOOA, METOP, Fengyun та аналогічних) які працюють на частотах 137 МГц (передають інформацію в форматі АНРРТ) та на частоті 1,7 ГГц (передають інформацію в форматі HRPT) із швидкістю прийому даних від 2 до 4,5 Мбіт/с використовуючи згорткове кодування та BPSK (QPSK) модуляцію.

Розробку приймального пристрою проведено з допомогою концепції SDR (Software Defined Radio) – програмно кероване радіо.

Схема електрична принципова приймального модуля базується на запропонованій авторами структурній схемі блоку оброблення сигналів з космічних апаратів, рис. 1. Крім того, у схемі електричній принциповій використані запропоновані авторами способи формування високостабільних квадратурних опор на основі синтезатора прямого цифрового синтезу сітки частот (Digital direct Synthesis) DDS, пристрої тактової синхронізації на основі модифікованих ресемплінгових конструкцій (з передискретизацією) на поліфазних фільтрах, що є новим в порівнянні з іншими модулями такого типу рис. 2. [1].

Основою приймача є спеціалізований DSP процесор типу RTL2832U, який здійснює керування роботою ресивера R820T через шину I²C. Він містить дві подібних шини, інша з яких під'єднана до ППЗП (EEPROM) типу AT24C08,

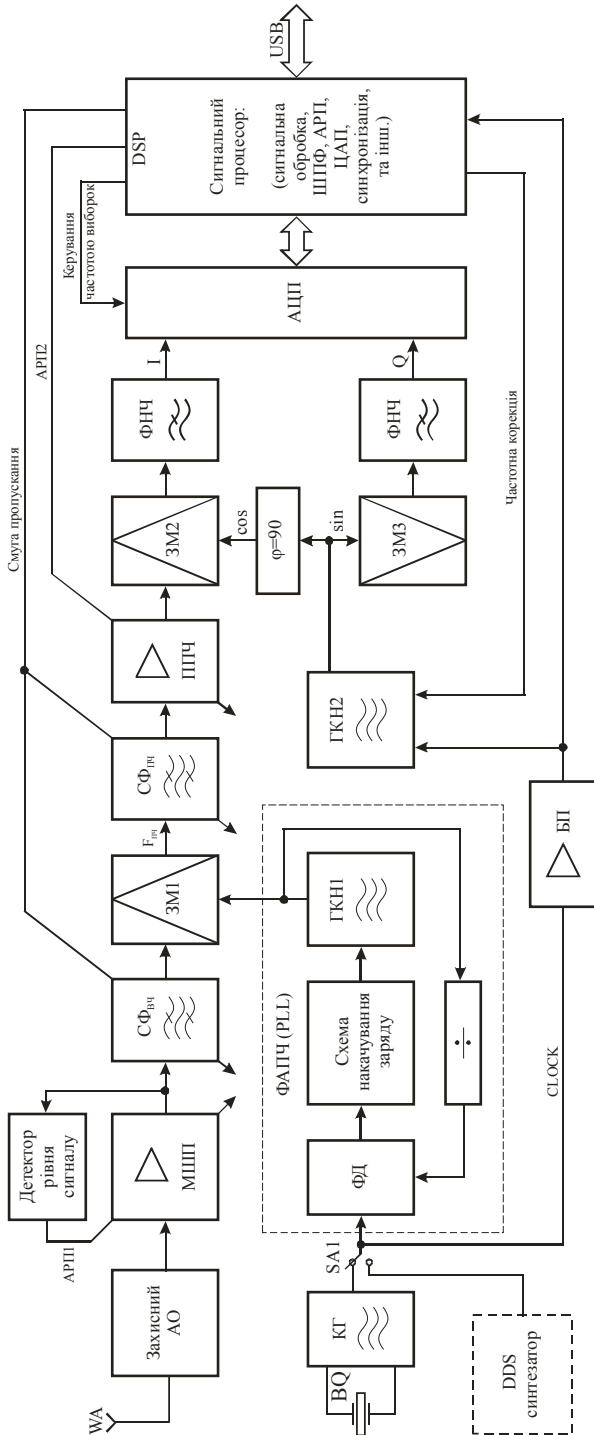


Рисунок 1. Функціональна схема приймача сигналів метеорологічних супутників: АО – амплітудний обмежувач; МШП – маломощний підсилювач; СФ – смуговий фільтр; ФНЧ – фільтр низьких частот; ФД – фазовий детектор; ГКН – генератор керування напругою; ЗМ – змішувач; БП – буферний підсилювач; АЦП – аналого-цифровий перетворювач

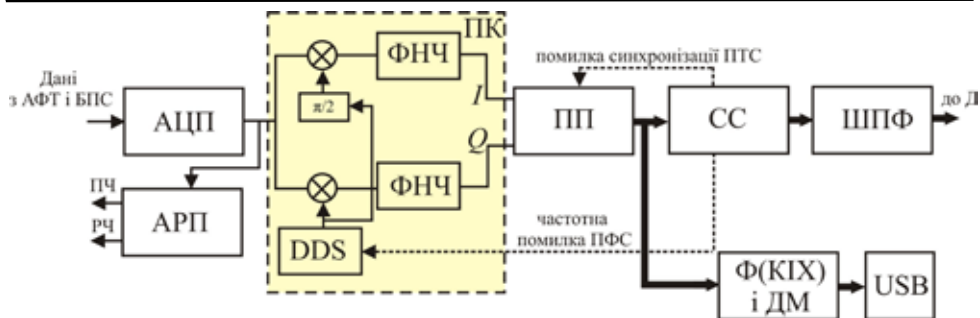


Рисунок 2. Узагальнена синтезована структурна схема блоку оброблення сигналів на основі SDR: АПП – схема автоматичного регулювання підсилення; ПК – понижуючий конвертер; ПП – пристрій передискретизації; СС – системи синхронізації; Ф (KIX) і ДМ – трансверсальний фільтр і дециматор; USB - порт

яка містить усі технічні дані, поточні налаштування, журнали проходження супутників, записи сигналів, карти, тощо. Частота кварцового резонатора внутрішнього КГ може бути обрана із ряду частот, або сформована зовнішнім DDS синтезатором з можливістю плавного перелаштування частоти у вказаних межах, рис. 3. Особливістю даного сигнального процесора є наявність інтерфейсу USB. Сформовані 8-розрядні квадратурні сигнали I і Q передаються через USB порт до ПК для подальшої обробки, яка вже відбувається програмно.

Розглянемо більш детально запропоновані принципи оброблення сигналів. На рис. 4 представлено загальну структурну схему блоку оброблення сигналів на основі концепції SDR. У відповідності до рис. 1 данні з антенно-фідерного тракту (АФТ) та блоку підсилення та попередньої селекції потрапляє (БПС) потрапляє на аналого-цифровий перетворювач (АЦП), далі на понижуючий квадратурний конвертер, до складу якого входить опорний синтезатор (DDS), фільтри низьких частот (ФНЧ) в квадратурних каналах, наступний блок включає пристрій передискретизації (ПП), система синхронізації до складу якої входить (СФС і СТС), блок швидкого перетворення Фур'є.



Рисунок 3. Зовнішній вигляд приймача

У відповідності до блок-схеми представлені на рис. 4 відбувається зчитування да-

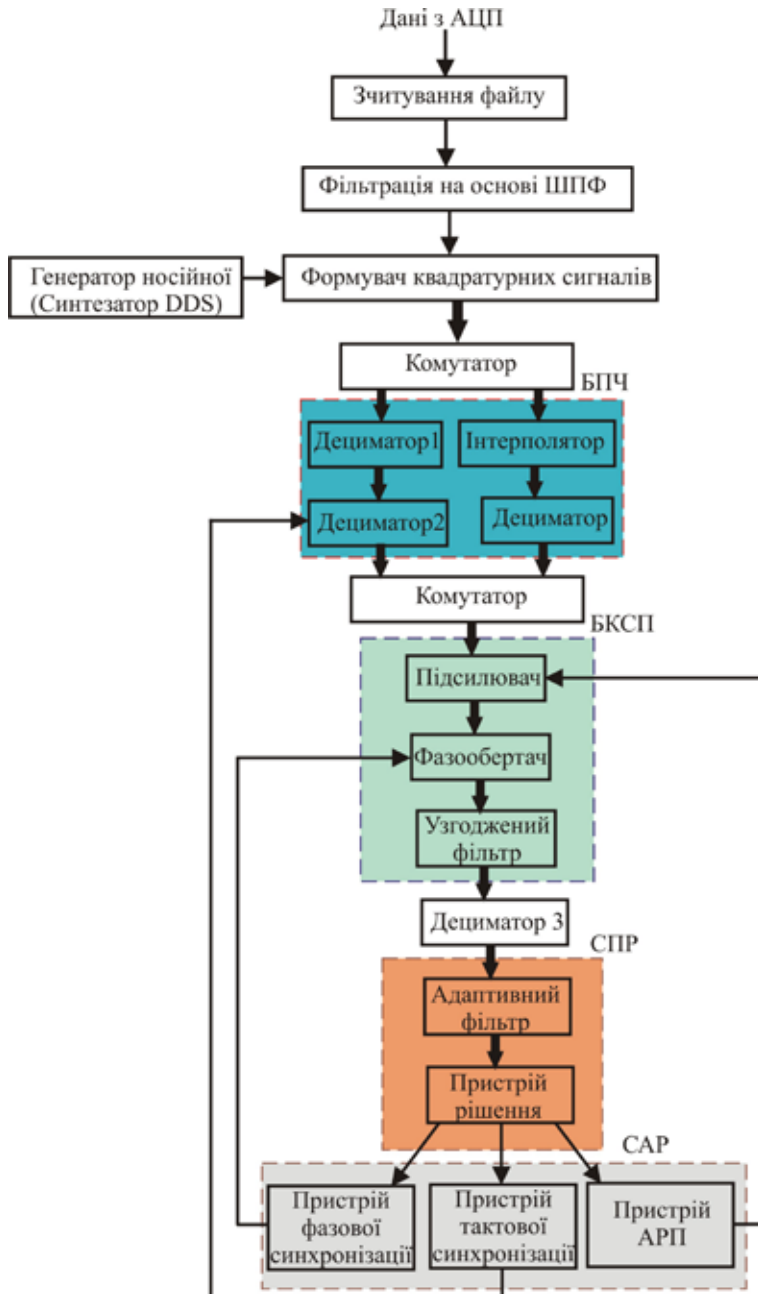


Рисунок 4. Розгорнута блок-схема функціонування пристрою оброблення супутникових сигналів: БПЧ – блок перетворення частоти; БКСП – блок компенсації сигнальної помилки; СПР – схема прийняття рішення; САР – схеми автоматичного регулювання; АРП – автоматичне регулювання підсилення

них з АЦП. Отримані данні переводяться в двійковий масив. Далі слідує блок який виконує процедуру швидкого перетворення Фур'є. Приймання сигналів супроводжується розкидом тактових частот сигналів тому проводиться децимація сигналу (інтерполяція). При встановленні параметрів сигналу виникає помилка визначення носійної частоти і помилка початкової фази. Помилка визначення частоти сигналу призводить до того, що на сигнальному сузір'ї точки постійно обертаються. В результаті проходження сигналу через атмосферу на нього накладаються нелінійні завади характеристика яких тісно пов'язана з характеристикою каналу передачі даних. Метою адаптивного коректора, який слідує по схемі, є обчислення характеристики каналу передачі даних і усунення його впливу на якість сигналу (використовується адаптивний алгоритм LMS (Least Mean Square) – метод найменших квадратів). В пристрої рішення приймається рішення відносно прийнятої точки на сигнальному сузір'ї. Для блоків децимації пристрій тактової синхронізації (ПТС) обчислює помилку визначення тактової частоти, теорія якої розроблена в [1].

Для приймання даних з КА ДЗЗ і проведення експериментальних досліджень розроблена антенно-фідерна система типу квадрифіляр.

Література:

1. Бойко Ю. М. Підвищення завадостійкості блоків оброблення сигналів супутникових засобів телекомунікацій на основі модифікованих схем синхронізації //Ю. М. Бойко //Вісник НТУУ КПІ. Телекомунікації, радіолокація і навігація, електроакустика. – К., 2015. – № 61. – С. 91–107.

Дробот В.І.

професор, доктор технічних наук

Іжевська О.П.

аспірант

Бондаренко Ю.В.

доцент, кандидат технічних наук

Національний університет харчових технологій,

м. Київ, Україна

ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ШРОТУ НАСІННЯ ЛЬОНУ У ХЛІБОПЕЧЕННІ

Ключові слова: хліб, шрот льону, антиоксидантні властивості, в'язкість, тісто.

Keywords: bread, meal flax, antioxidant properties, viscosity, dough.

Природа подарувала людині різноманіття рослин, здатних покращувати її здоров'я. Однією із них є льон, насіння якого споживали в їжу ще в кам'яному віці. В свій час Авіцена та Гіпократ писали про цілющу здатність насіння льону, а сьогодні з поглибленням досліджень його складу розкрито оздоровлювальні властивості цієї рослини, обумовлені присутністю в ній біологічно-активних речовин. У складі насіння льону міститься 22-30% білків, 36-47% ліпідів, 22-28 % вуглеводів, низка мінеральних речовин та вітамінів, а також такі біологічно-активні речовини антиоксидантної дії як флавоноїди.

Білки насіння льону за біологічною повноцінністю аналогічні білкам сої, визнаним найбільш цінним рослинним білком. Їх харчова цінність за бальною оцінкою становить 92 одиниці, порівняно з білком казеїном який оцінюється в 100 одиниць. Вміст незамінних амінокислот складає більше 75 % від суми амінокислот білка. Лімітуючою амінокислотою є лізин, амінокислотний скор якої 0,79. У білках льону міститься більше, ніж у сої, сірководневих амінокислот – метіоніну, цистеїну, триптофану, які проявляють в організмі антиоксидантні властивості, а також тирозину та фенілаланіну, що позитивно діють на функціонування щитовидної залози та центральної нервової системи [1].

Ліпіди насіння льону є неперевершеним джерелом ненасичених жирних кислот з переважаючим вмістом α -ліноленової жирної кислоти (ω -3). Загальний вміст поліненасичених жирних кислот ω -3 та ω -6 складає більше 55

% суми всіх жирних кислот.

В організмі людини α -ліноленова кислота виконує низку важливих функцій: сприяє зниженню рівня холестерину та тригліцеридів, очищенню та відновленню еластичності судин, запобігає утворенню тромбів, нормалізації артеріального тиску, виконує функцію антиоксиданта та ін. [2].

Харчові волокна в насінні льону представлені розчинними та нерозчинними полісахаридами, які на суху масу насіння льону складають приблизно 28%. Водорозчинна фракція становить 8-12 % та складається з нейтральних арабосиланів, з переважним вмістом ксилози, та кислих пектиноподібних речовин, які складаються в основному з галактуронової кислоти, рамнози і арабінози. Ксилоза і галактуронова кислота обумовлюють підвищення в'язкості водорозчинних полісахаридів [3].

Розчинні полісахариди в організмі утворюють слизі, які вкривають плівкою слизову оболонку травного тракту, зменшують подразнюючу дію, всмоктування шкідливих речовин, знижують вміст холестерину в крові за рахунок зв'язування та обмеження всмоктування в кишечнику харчового і жовчного холестерину, сприяють уповільненню перетравлювання в кишечнику вуглеводів, чим знижують коливання рівня глюкози в крові, регулюють концентрацію інсуліну в крові, мають пребіотичні властивості, які полягають у формуванні живильного середовища для розвитку мікрофлори кишечника і, в першу чергу, біфідобактерій.

Слизисті речовини є інгібіторами протеолітичних ферментів шлунково-кишкового тракту. Проте інгібіторна здатність продуктів переробки льону таких, як шрот, не значна – 2,5-3,0 %.

Основним представником нерозчинних полісахаридів є целюлоза (клітковина) та лігніни. В організмі людини нерозчинні полісахариди, завдяки водопоглинальній здатності, стимулюють моторну діяльність кишечника, виконують функції ентеросорбенту, зв'язують і виводять з організму токсичні речовини, зменшують ліподемичні відкладення на стінках судин [4].

Цінними складовими насіння льону є лігнани. Лігнани за хімічною структурою є поліфенолами, за функціональними властивостями – важливими для людини рослинними фітоестрогенами з високою антиоксидантною здатністю, значно вищою ніж у овочів і фруктів.

Лігнани льону клінічно визнані одним з чинників спрямованої проти-пухлинної та антивірусної дії. Лігнани в комплексі з вітаміном Е, потужним жиророзчинним антиоксидантом, захищають клітини від дії вільних радикалів. Лігнани здатні знизити рівень цукру в крові у дорослих з цукровим діабетом другого типу [5]. Тобто харчові волокна сприяють покращанню ста-

ну здоров'я завдяки позитивній дії на процеси пов'язані з функціонуванням шлунково-кишкового тракту.

Насіння льону містить в своєму складі значну кількість мікро- і макроелементів та вітамінів. Вміст калію, що регулює водний баланс в організмі і нормалізує ритм серця в 4,7, заліза – в 2,5, магнію та кальцію – в 9,8 раз більший, ніж у пшеничному борошні першого сорту, також містить значну кількість цинку та селену. Переважає пшеничне борошно за вмістом вітамінів групи B, а також PP, фолієвої кислоти.

Зважаючи на фізіологічні властивості складових льону– білків, ліпідів, харчових волокон, лігнанів та інших речовин, насіння льону та продукти його переробки визнані перспективною сировиною для розроблення харчових продуктів, в тому числі, хлібобулочних виробів з оздоровчими властивостями [6].

В Україні відомим продуктом переробки насіння льону є льняна олія та льняний шрот. Основна маса шроту насіння льону використовується на корм тваринам. Шрот, одержаний віджимом олії методом «холодного» пресування, поставляють в аптечну мережу.

Шрот, порівняно з насінням льону, містить більше білка і харчових волокон (в перерахунку на СР) і в 3,5 – 4 рази менше ліпідів.

Метою проведення досліджень було визначення впливу шроту насіння льону на перебіг технологічного процесу та якість хліба.

У роботі використовували борошно пшеничне I сорту та шрот льону, що поставляється в аптечну мережу виробництва ТОВ «Житомирбіопродукт», одержаний при виготовленні олії методом «холодного» пресування з вмістом загального білка $32,6 \pm 0,3$ %, загального жиру $10,5 \pm 0,25$, вуглеводів – $33,2 \pm 0,6$ %. Білок шроту за лізином мав PDCAAS – 25,8, амінокислотний скор. – 82, тоді як білок борошна – 6,4 та 44 відповідно. Вміст поліненасичених жирних кислот – 74,3 %, в тому числі ліноленової ω -3 жирної кислоти – 51,8 %. Вміст моносахаридів – 4,2 %, целюлози – 15,8 %, слизів – 6,4 %. Дані хімічного складу шроту льону свідчать, що використання його в суміші з борошном I с дозволить одержати вироби з підвищеною біологічною цінністю. Зважаючи, що шрот, який надходить в аптечну мережу має велику крупність, що зумовлює хрусткість (відчуття вмісту оболонки) при розжовуванні [7], перед використанням його подрібнювали. Тісто готували з борошна першого сорту. Шрот вносили в кількості 2,5; 5,0; 7,5 та 10 % до маси борошна. Пробну випічку проводили за ГОСТ 27669.

Встановлено (рис. 1), що при доданні в тісто 2,5 % шроту льону хліб за питомим об'ємом, пористістю, формостійкістю незначно поступався контр-

Таблиця 1

Показники хліба

Показник	Контроль	Внесено шроту льону, % до маси борошна			
		2,5	5,0	7,5	10
Тривалість бродіння, хв	170				
Вологість тіста, %	42,5	42,5	43,0	43,5	43,5
Кислотність, град					
початкова	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
кінцева	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
Тривалість бродіння, хв	170				
Тривалість вистоювання, хв	50	55	60	70	75
Розпливання тіста, мм	72	68	67	66	65
Питомий об'єм, см ³ /г	2,72	2,52	2,28	1,84	1,69
Хліб					
Питомий об'єм, см ³ /г	2,86	2,81	2,63	2,54	2,29
Пористість, %	72	70	69	67	66
Кислотність, град	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3
Н/Д	0,46	0,44	0,42	0,38	0,36
Колір м'якушки	Світлий	Світлий з сіруватим відтінком	Сірий	Темно-сірий з світло коричневим відтінком	
Колір скоринки	Світлий	Світло-коричневий	Коричневий	Коричневий з сірим відтінком	
Аромат	Властивий пшеничному хлібу			Властивий хлібу з додаванням льону	
Смак	Властивий пшеничному хлібу	Властивий пшеничному хлібу з приємним присмаком		Властивий пшеничному хлібу з додаванням льону	
Структура пористості	Рівномірна, тонкостінна			Не рівномірна, товстостінна	
Еластичність м'якушки	Хороша			Менш еластична	

ольному зразку, але відповідав вимогам нормативних документів на хліб з пшеничного борошна першого сорту.

У разі внесення шроту 5,0; 7,5 та 10 % до маси борошна якість хліба помітно знижувалася: питомий об'єм зменшувався на 8,0, 11,2 та 19,7 % відповідно, пористість на 3-6 % абсолютних, знижувалася формостійкість, змінювалися і органолептичні показники його якості. Скоринка набувала сіруватого відтінку, м'якушка затемнювалася. Зразки з 2,5 і 5,0 % шроту льону мали еластичну м'якушку з рівномірною тонкостінною пористістю, смак і запах були приємними. У разі збільшення дозування шроту льону до 7,5 та 10 % м'якушка значно затемнювалася, пористість була нерівномірною, товстостінною, еластичність м'якушки знизилася, відчувався специфічний

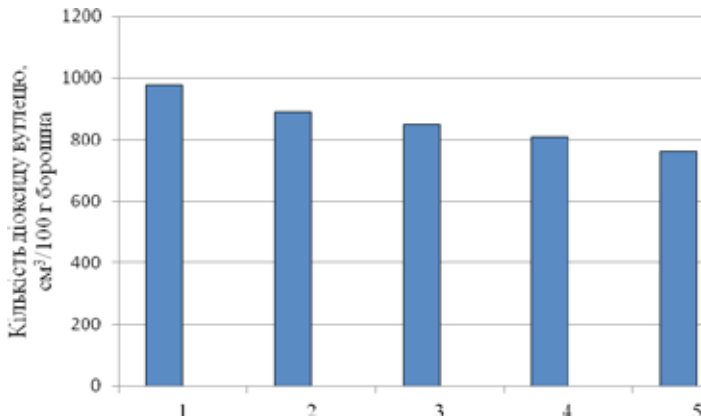


Рисунок 1 – Кількість виділеного діоксиду вуглецю під час бродіння та вистоювання: 1 – контроль; 2 – з внесенням шроту льону 2,5; 3 – 5,0; 4 – 7,5; 5 – 10,0 % до маси борошна

трав'янистий присмак.

Для з'ясування причин погіршення якості виробів зі шротом льону визначали вплив його присутності в тісті на кислотність тіста, тривалість вистоювання тістових заготовок, а також інтенсивність газоутворення за час бродіння та вистоювання тістових напівфабрикатів і на структурно-механічні властивості тіста, оскільки ці характеристики тіста є основними факторами, що формують об'єм хліба і розпушеність його м'якушки.

Як показали результати досліджень, початкова кислотність тіста підвищується на 0,2-0,8 град внаслідок більш високої кислотності шроту льону, ніж борошна, проте інтенсифікації кислотонакопичення в процесі дозрівання тіста не спостерігалось.

Тривалість вистоювання тістових заготовок зі шротом льону подовжувалась на 5 – 25 хв. Після вистоювання вони мали менший об'єм, порівняно з контролем. Це пов'язано зі зменшенням інтенсивності бродіння, що

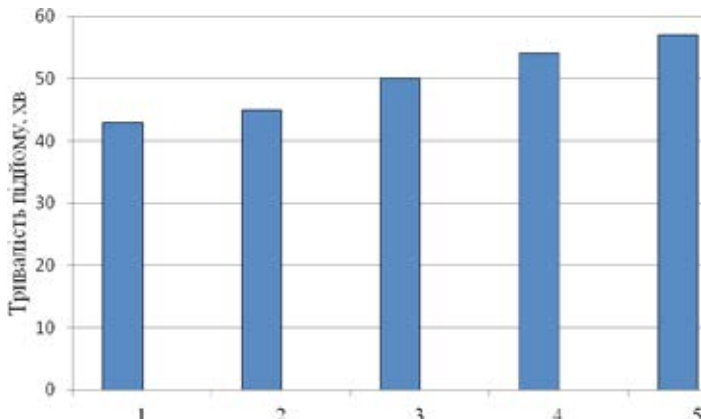
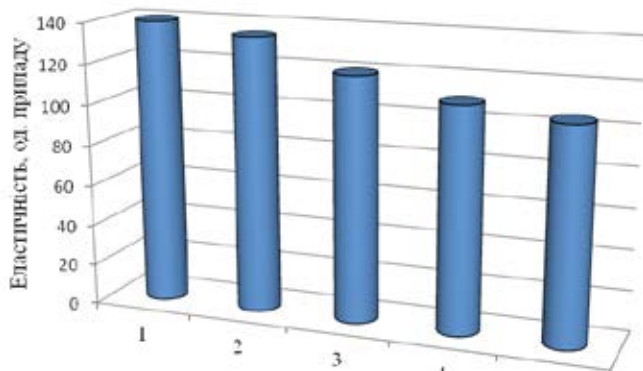


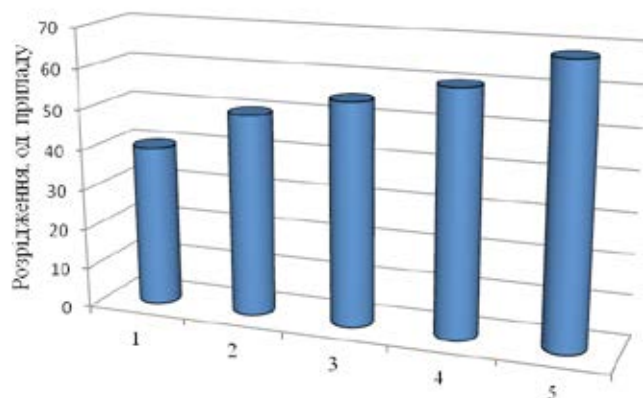
Рисунок 2 – Підіймальна сила: 1 – контроль; 2 – з внесенням шроту льону 2,5; 3 – 5,0; 4 – 7,5; 5 – 10,0 % до маси борошна

Рисунок 3 –

Еластичність (а) та розрідження (б) тіста: 1 – контроль; 2 – з внесенням шроту льону 2,5; 3 – 5,0; 4 – 7,5; 5 – 10,0 % до маси борошна



а



б

підтверджено зменшенням виділення CO_2 за період бродіння і вистоювання тістових заготовок (рис.1) та зниженням бродильної активності дріжджів у тісті в присутності шроту льону і в тим більшій мірі чим більше шроту міститься в тісті (рис. 2). Так, загальне газоутворення в зразках з 2,5 % шроту льону зменшилося тільки на 4,4 %, тоді як з 7,5 – на 13 %, з 10 – на 28 %.

Бродильну активність дріжджів характеризували за їх підйимальною силою і осмочутливістю. Ці показники визначали за стандартними методиками, але використовували борошно першого сорту. Встановлено, що в присутності 2,5 % шроту льону підйомна сила дріжджів практично не змінюється, а при доданні 5,0, 7,5 та 10 % – погіршується на 18, 25 та 32 %. Це можна пояснити збільшенням в'язкості тіста внаслідок присутності слизів шроту льону, погіршенням доступу поживних речовин до дріжджової клітини. Поряд зі зменшенням підйомної сили підвищувалася осмочутливість дріжджів, що, очевидно, пов'язано зі збільшенням осмотичного тиску в рідкій фазі тіста.

Вплив шроту льону на в'язкість тіста визначали на приладі Реотест-2. Готували модельні водно-борошняні системи вологістю 65 % без додання

шроту і з внесенням 2,5, 5,0, 7,5 та 10 % до маси борошна. Встановлювали залежність ефективної в'язкості від напруги зсуву.

Аналіз результатів досліджень показав, що вміст в тісті шроту льону зумовлює підвищення ефективної в'язкості в 1,7-3,2 рази, тобто тим більше, чим більше його додано, зростає і напруга зсуву необхідна для його руйнування. За час ферментації тістової системи в'язкість тіста підвищується порівняно з початковою, що пов'язано з набуханням і розчинністю складових шроту, утворенням слизів та білково-вуглеводних комплексів, поглибленням колоїдних процесів в тісті. З підвищенням в'язкості тіста покращується його пластичність, зменшується розпливання. Проте надлишкова в'язкість перешкоджає розвитку об'єму тіста при дозріванні, вистоюванні тістових заготовок та в перший період випікання, що і обумовлює зниження питомого об'єму тіста і хліба, формування крупної товстостінної пористості. Це особливо помітно в зразках, що містять 7,5 та 10 % шроту льону до маси борошна.

Формування об'єму хліба, його пористості в значній мірі залежить від пружно-еластичних властивостей тіста. Дослідженнями, проведеними за допомогою приладу «Фаринограф», встановлено (рис. 3), що еластичність тіста у разі внесення шроту льону зменшується на 3,6-21,5 %, а розрідження його під час замісу зростає.

Очевидно, причиною зниження еластичності тіста зі шротом льону є недостатня гідратованість клейковинних білків, що призводить до підвищення їх пружності, а більше розрідження викликає збільшення в тісті рідкої фази, що зумовлено водорозчинними білками та слизями шроту льону.

Підвищення в'язкості тіста та зменшення його еластичності поряд зі зниженням інтенсивності бродіння призводить до погіршення газопроникності тістової системи, що супроводжується зменшенням об'єму тістових заготовок і готових виробів, погіршує їх розпушеність.

Висновок. За хімічним складом шрот льону здатний поповнити хлібобулочні вироби повноцінними білками та дієтичними харчовими волокнами. Проте його складові негативно впливають на структурно-механічні властивості тіста та якість виробів: зменшується їх об'єм, пористість, погіршується стан м'якушки в тим більшій мірі, чим більше шроту льону внесено в тісто. Додання 2,5 % шроту льону до маси борошна практично не впливає на якість хліба, але такої кількості не достатньо для збагачення його біологічно-активними речовинами. Дозування 10 % шроту льону значно погіршує перебіг технологічного процесу, органолептичні та фізико-хімічні процеси показники якості хліба. Очевидно, що технологічно доцільним є додання шроту льону 5,0 – 7,5 % до маси борошна. При цьому необхідні технологічні заходи,

що підвищують якість продукції. Це може бути внесення в тісто зі шротом льону сировини та харчових добавок, здатних покращити інтенсивність бродіння тіста, його пружність та еластичність, що сприятиме формуванню гарного об'єму та пористості хліба, а також покращання кольору його скоринки та м'якушки, смаку й аромату.

Література

1. Зубцов, В.А. Потребительская ценность семян льна / В.А. Зубцов, Т.И. Лебедева, Л.Л. Осипова // Аграрная наука. – 2002. – № 11. – С. 7-9
2. Трушина, Э.Н. О механизмах действия полиненасыщенных жирных кислот на иммунную систему / Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина, М.Н. Волгачев // Вопросы питания. – 2004. – № 3. – С. 35-40.
3. Малюк, Л. Оригінальна технологія екстракції полісахаридів з насіння льону / Л. Малюк, А. Зіolkовська // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. – № 7. – С. 55-57.
4. Ипатов, Л. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон / Л. Ипатов, А. Кочеткова, О. Шубина // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. – № 12. – С. 3-8.
5. Рибалка, О. Новий продукт здорового харчування на основі ячменю ваксі, висівок чорноземної пшениці і борошна льону стане вашими ліками від тяжких недуг / О. Рибалка // Зерно і хліб. – 2014. – № 1. – С. 48-51.
6. Миневич, И. Использование семян льна в хлебопечении / И. Миневич, В. Зубцов, Т. Цыганова // Хлебопродукты. – 2008. – № 3. – С.38-40.
7. Дробот, В. І. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // Зернові продукти і комбікорми. – 2015. – № 1 (57). – С.42-45.

К.О. Белінська

аспірант, Національний університет харчових технологій

Н.О. Фалендиш

к.т.н., доцент, Національний університет харчових технологій

СУХЕ ОВЕЧЕ МОЛОКО У ВИРОБНИЦТВІ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

В статті представлено результати фізико-хімічних досліджень сухого овечого молока. Проведено його порівняльний аналіз складу з сухим молоком корови. Еталоном в порівняльній оцінці сухого молока тварин було жіноче молоко. Дослідження проводились з метою подальшого використання овечого молока у виробництві продуктів для дитячого харчування. Оскільки основою молочних продуктів для дитячого харчування є коров'яче молоко, компоненти якого несуть небажаний вплив на незрілий організм дитини, тому пошук замітника коров'ячого молока є актуальною проблемою у сфері виробництва дитячого харчування. Для порівняння білків молока проведені дослідження по визначенню амінокислотного складу молока овець. Оскільки цінність жиру визначається вмістом в ньому окремих жирних кислот, тому дослідження були спрямовані на визначення жирнокислотного складу овечого молока. Наведено порівняння вуглеводного складу молока вівці з жіночим та коров'ячим молоком.

Ключові слова: жіноче молоко, овече молоко, дитяче харчування.

Keywords: human milk, sheep's milk, baby food.

Овече молоко – один з найбільш повноцінних харчових продуктів. Молоко овець, як правило, в сирому вигляді рідко споживають, а переробляють його на молочні продукти, серед яких в Україні найпоширеніший сир – бринза. У світі виробляють такі тверді та м'які сири: Рокфор, Горгонзола, Кашкавал, Пекоріно, а також кавказькі сири – Шор, Курт, Чанах, Мотал, Арагайський, Єреванський.

Ринок дитячого харчування дуже широкий, але водночас і одноманітний, оскільки основною сировиною усіх молочних продуктів є коров'яче молоко. І власні дослідження, і дослідження багатьох авторів неодноразово підтверджують відмінності коров'ячого молока від молока материнського. Проте і на далі коров'ячому молоку відводиться провідне місце у сфері дитячого харчування.

Для розширення асортименту дитячого харчування, а також для створення наближеного до жіночого молока продукту, досліджувалась мож-

Таблиця 1

Склад сухого молока домашніх тварин

Показники Молоко	Масова частка білка, %	Масова частка жиру, %	Масова частка лакто- зи, %
Овече	25,2	32,0	21
Коров'яче	25,0	20,0	38,0
Козине	29,6	22,0	40,0
Кобиляче	16,1	12,0	66,0

лівість використання овечого молока у виробництві сухих адаптованих молочних сумішей. З цієї метою отримано сухе овече молоко шляхом сушіння на розпилювальній сушарці.

Порівнюючи склад сухого овечого молока з іншими видами сухого молока спостерігається значна відмінність у кількості жиру (табл.1). У коров'ячому молоці жиру на 38 % менше, ніж в овечому. Співставивши масову частку жиру в кобилячому молоці і в овечому, в останньому жиру в 2,5 рази більше.

Кількість загального білка в овечому молоці нагадує молоко корови. Козине молоко містить дещо більше білка.

Проведені нами численні дослідження підтверджують, що коров'яче молоко по багатьох показниках поступається кобилячому та козиному молоку. Тобто не варто робити акцент лише на молоко корови при вирішенні проблеми вигодовування дітей раннього віку. Ціллю наших досліджень стало пошук замітника жіночого молока, оскільки дослідження вже неодноразово доводили, що склад коров'ячого молока, яке в Україні і в більшості країн світу є основною їжею для новонароджених, далекий від потреб дитячого організму та від складу жіночого молока.

Вуглеводи молока представлені в основному лактозою, яка не зустрічається ні в яких інших харчових продуктах. Вона розщеплюється в кишечнику на глюкозу і галактозу. Овече молоко містить найменше лактози, її вміст майже вдвічі менший, ніж в коров'ячому молоці.

Для об'єктивної оцінки білків молока вівці та корови доцільно порівняти їх амінокислотний склад з білками жіночого молока. На діаграмі (рис.1) зображено вміст кожної з амінокислот у сухому відновленому молоці та в жіночому молоці.

Проаналізувавши дані можна помітити, що за вмістом семи із шістнадцяти амінокислот молоко корови ближче до жіночого, ніж овече. За вмістом решти дев'яти амінокислот до жіночого молока наближається молоко вівці.

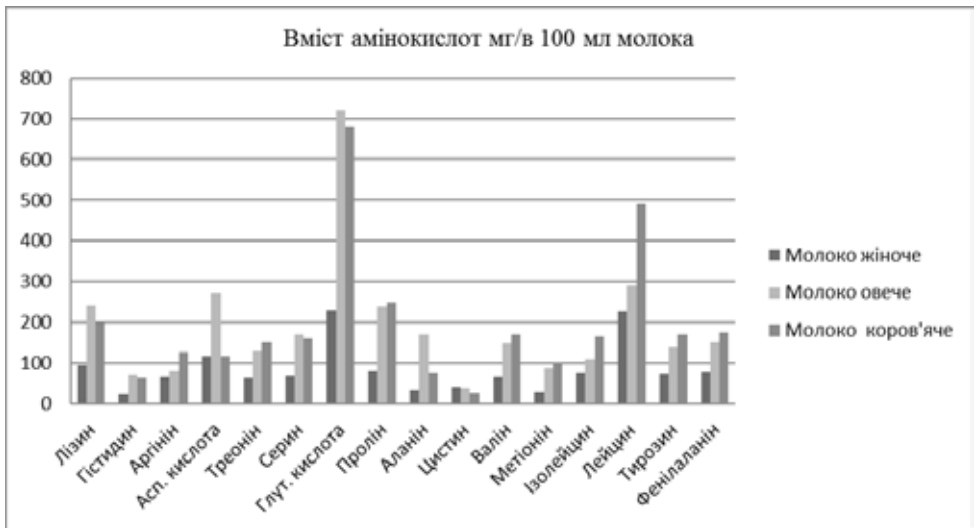


Рис.1 – Вміст амінокислот у жіночому молоці та у відновленому молоці корови та вівці.

Особливо по вмісту аргініну, лейцину та цистину овече молоко нагадує жіноче. Надлишок лейцину в коров'ячому молоці є небезпечним для дітей раннього віку, оскільки призводить до збільшення аміаку в організмі. Також коров'яче молоко містить велику кількість аргініну, що перевищує його вміст в овечому молоці в 1,6 рази. Аргінін викликає деяке зменшення запасів жиру в організмі дитини. Тому надлишок цієї амінокислоти призведе до зниження ваги у дитини.

Жири відіграють важливу роль в харчуванні дитини, так як вони являються джерелом незамінних елементів харчування – поліненасичених жирних кислот, а також розчинниками для ряду біологічно активних речовин, наприклад жиророзчинних вітамінів. Крім того, в організмі жир використовується для побудови клітинних мембран та ядра.

Жирні кислоти мають велике значення для організму дитини. Нестача їх веде до порушення жирового обміну, затримці нормального росту і розвитку дитини, до зниження імунітету. Доведено, що недостатній вміст ненасичених жирних кислот в їжі відіграє певну роль у патогенезі деяких захворювань, що супроводжуються ураженням шкірних покривів – ексудативному діатезі, екземі та інших захворюваннях. Дефіцит жиру в їжі через тривалий час призводить до виснаження жирових запасів організму, ослаблення імунітету і, отже, до зниження опору до інфекцій. Насичені жирні кислоти є основним джерелом енергії для зростаючого організму. Також вони беруть участь у побудові клітинних мембран головного мозку і сітківки ока, синтезі гормонів,

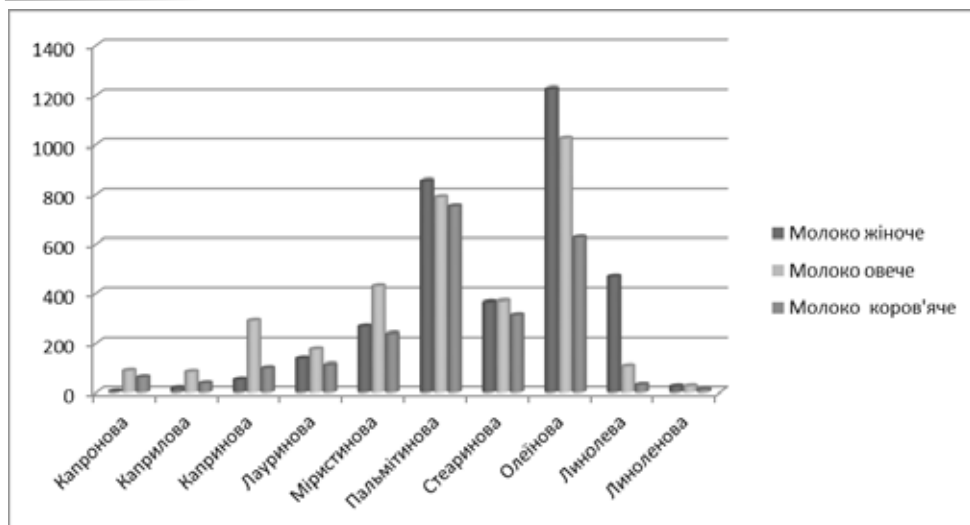


Рис.2 – Вміст жирних кислот у жіночому молоці та у відновленому молоці корови та вівці.

перенесення і засвоєнні вітамінів і мікроелементів.

При недостатньому вмісті жиру потреба організму в калоріях покривається переважно за рахунок вуглеводів і частково за рахунок білків їжі. При такій непродуктивній витраті білків зростає потреба організму дитини в білках і незамінних амінокислотах.

Оскільки овече молоко відрізняється найвищим вмістом жиру, тому і вміст деяких жирних кислот в ньому надзвичайно високий (рис.2). Насичені жирні кислоти, такі як капринова, капронова, міристинова і каприлова, містяться в овечому молоці у надзвичайно великих кількостях. Вміст лауринової кислоти близький до вмісту її в жіночому молоці. Загальновідомо, та доведено, що велика кількість у раціоні дитини пальмітинової кислоти негативно впливає на травлення і засвоєння кальцію. Овече молоко містить пальмітинової кислоти на 8% менше, ніж жіноче молоко. У коров'ячому молоці пальмітинової кислоти на 12 % менше порівняно з жіночим молоком. По вмісту стеаринової кислоти молоко вівці відповідає жіночому молоку.

Олеїнова кислота певною мірою може компенсувати недолік в організмі дитини біотину. Вміст її в овечому молоці на 16 % менше, ніж в жіночому молоці. А в коров'ячому молоці олеїнової кислоти міститься вдвічі менше, ніж в жіночому молоці.

Поліненасичені жирні кислоти є дуже важливими компонентами в раціоні дитини. 35% жирової тканини мозку припадає на незамінні поліненасичені жирні кислоти, які дитина може отримувати лише з їжею. До них

відносять лінолеву (омега-6) і альфа-ліноленову (омега-3) жирні кислоти. Лінолева кислота – єдина кислота, яка може перетворюватися в інші кислоти і захищати організм від їх дефіциту. Тільки лінолева кислота є основою для синтезу арахідонової кислоти, що гарантує правильний жировий обмін і правильний синтез простагландинів. Для дітей грудного віку дефіцит лінолевої кислоти особливо небезпечний: він призводить до уповільнення розвитку, шкіряних уражень, серйозних розладів травлення. Лінолевої кислоти міститься мала кількість і в овечому молоці, і в коров'ячому молоці. Проте овече молоко більш наближене, ніж коров'яче молоко, по вмісту лінолевої кислоти до жіночого молока.

Овече молоко містить оптимальну кількість ліноленової кислоти, тобто вміст цієї кислоти відповідає вмісту її в жіночому молоці. Коров'яче молоко лише наполовину може забезпечити дитину ліноленовою кислотою.

Висновки. Найкращим харчуванням дитини першого півріччя життя являється жіноче молоко. Воно має оптимальний збалансований склад, який забезпечує дитину всіма необхідними речовинами у потрібній кількості. Повноцінного замітника жіночому молоку нема, але, отримавши сухе молоко вівці та провівши ряд досліджень, можна зробити висновок, що не лише коров'яче молоко має право бути основою дитячих адаптованих сумішей. Оскільки дослідження підтверджують те, що багато показників овечого молока переважають ті ж самі значення в коров'ячому молоці. Зокрема, кількість важливих ненасичених та поліненасичених жирних кислот. Адаптована суміш, виготовлена на основі овечого молока, повною мірою не забезпечить дитину всіма необхідними компонентами. Але в комплексі з іншими видами молока, такими як козине та кобиляче, є можливість отримати збалансований продукт, який буде якісно вирізнятися із сумішей, виготовлених на основі коров'ячого молока.

Література

1. Азбука харчування. Харчування дітей: [довідник / за ред. С.К. Ткаченко, І. О. Мартинюка]. – Львів: Світ, – 1995. – 200 с.
2. Ладодо К.С. Основы рационального питания детей / Ладодо К.С., Отт В.Д., Фатеева В.М. – Київ: Здоров'я, 1987. – 256с.
3. Принцип харчування здорової дитини раннього віку: [навч. посіб. для студ. мед. вузів з англ. мовою навч.] / Т.В. Фролова, В.М. Коломенський, І.І. Терещенкова, Н.Ф. Стенкова. – Х.: Регіон-інформ, 2004. – 100 с.
4. Шаманова Г.П. Производство сухих молочных продуктов детского питания. /Г.П. Шаманова, Р.М. Киселева. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 256 с.

5. Тищенко В.А. Харчування дітей раннього віку при порушеннях в стані здоров'я: [навч. посіб. для студ., інтернів-педіатрів, інтернів-неонатологів, педіатрів, неонатологів] / Тищенко В.А., Плеханова Т.М., Мавропуло Т.К. – Дніпропетровськ: Арт-прес, 2002. – 66с.
6. Критерій «Багатокутник якості» для багатокритеріального оцінювання харчових продуктів: матеріалами III Міжнар. наук.-практ. конф. [Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів: збагачення раціону харчування: медичні проблеми, практичні рішення], (Київ, 13-14 травня 2004р.). – К.: 2004. – 148 с.

Дишкант І.О.

ГРС 5-1

Полевик В.В.

асистент

Корецька ІЛ.

доцент

Національний університет харчових технологій,

Київ, Україна

МАЛЬТОДЕКСТРИНИ. НЮАНСИ ВИКОРИСТАННЯ

В останні роки зростає інтерес до жирових інгредієнтів, які мають розвинену надмолекулярну структуру, високу пластичність і мають пливку консистенцію. Правильний вибір цих інгредієнтів забезпечує необхідну стійкість емульсій типу масло – вода, стабільність у процесі заморожування – відтаювання. Для вирішення поставленого завдання, використання мальтодекстрин (МД), які мають температуру плавлення, близьку до натуральних жирів, дозволяє отримувати такі продукти із заданими структурно-механічними властивостями. Вони можуть бути частковою заміною маргарину або вершкового масла в широкому діапазоні приготування їх як напівфабрикатів, так і у вигляді готової продукції [2, 3].

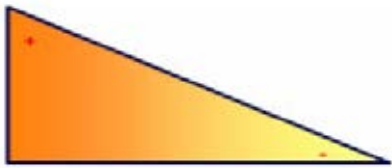
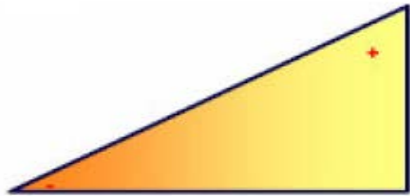

Мальтодекстрини являють собою багатокомпонентну суміш D-Глюкози, мальтози, мальтотріози і полісахаридів. За зовнішнім виглядом це порошок білого кольору з нейтральним або трохи солодкуватим смаком. Отримують мальтодекстрини шляхом часткового гідролізу крохмалю кислотами або гідролітичними ферментами з подальшим очищенням, концентрацією і сушкою. Ступінь гідролізу крохмалю визначає вуглеводний склад, який забезпечує різноманітність функціональних властивостей мальтодекстрин, і характеризується показником DE – «декстрозний еквівалент» [1].

Декстрозний еквівалент – відносна величина, що визначає відновлюючу здатність мальтодекстрину. Використання залежить від технологічних властивостей мальтодекстринів і безпосередньо впливає від величини DE (табл.1).

Отже, мальтодекстрин – це крохмальний продукт у вигляді сипучого білого порошку, що отримується в результаті ензимної деполімеризації водного розчину кукурудзяного крохмалю, з подальшою сушкою методом розпилення. Він характеризується низькою солодкістю, високою в'язкістю,

Таблиця 1

Зміна технологічних властивостей від декстрозного еквівалента (DE)

Властивості	Ступінь гідролізу	
	Низький DE	Високий DE
<ul style="list-style-type: none"> - єднальна здатність; - молекулярна вага; - аतिकристалізуюча здатність; - температура замерзання 		
<ul style="list-style-type: none"> - солодкий смак; - гігроскопічність; - реакція на тепло, поява коричневого відтінку; - посилення запаху; - ферментативність 		
Поживна цінність: 4 ккал/г		

швидкою розчинністю, високою вологоємністю.

Мальтодекстрин додають в продукти з метою поліпшення їх консистенції, використовують для збереження і перенесення властивостей смакових і ароматизуючих добавок (як інтенсифікатор смаку).

Мальтодекстрин покращує і полегшує процес розчинення білків. Гальмує процес природнього зміни кольору. Залежно від ступеня деполімеризації може виступати як формоутворювачем або як розпушувач. Його використовують у виробництві при виготовленні приправ і соусів, продуктів швидкого приготування, у виробництві напоїв, у молочній промисловості, при виготовленні морозива, в дитячому харчуванні, дієтичному харчуванні та ін. Використовується як згущувач і наповнювач в пудингах, супах, заморожених продуктах. Мальтодекстрини широко використовуються у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, при виготовленні приправ і соусів, продуктів швидкого приготування, у виробництві напоїв, у молочній промисловості, при виготовленні морозива, в дитячому харчуванні, дієтичному харчуванні та ін. Покращує смакові якості і зовнішній вигляд хлібобулочних і кондитерських виробів [3, 4, 5].

Застосування мальтодекстрину в цукерках, тортах і тістечках є перспективним напрямком. При виробництві цукерок за допомогою МД можна збільшити в'язкість цукерок, захистити від зацукровування, покращити

структуру продукту. Мальтодекстрин зменшує ступінь солодкості цукерок, зменшують відчуття склеювання зубів, оберігають від поглинання вологи, подовжують термін зберігання цукерок, є нешкідливими для зубів, збільшують білий колір цукерок. Мальтодекстрин, доданий в шоколад, оберігає шоколад від утворення цукрового «посивіння». При виробництві тістечок і печива МД робить поверхню гладкою, колір насиченим, покращує форму цих продуктів, не прилипають до зубів, не залишають крихт.

Застосування мальтодекстрину в напоях дозволить збільшити асортимент коктейлів та смузі. Додавання його в кокосове молоко і кисломолочні продукти дозволяє збільшити здатність останніх емульгування. При додаванні в соки не змінюється оригінальний смак останнього. Підвищується густина, стабілізація продукту, зменшується можливість випадання осаду. Можна використовувати в напоях для спортсменів [3, 5, 6].

Використана література

1. Грабовська О.В., Подобій О.В., Ющенко Н.М., Майданець О.М. Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини / м. Донецьк 2013 – 215 с.
2. Мальтодекстрины. Возможности использования: тезисы докладов VIII Международной научной конф. студ. и ас. «Техника и технология пищевых производств» / Р. А. Павлов, П. П. Лазорский, Е. И. Ковалевская, И. Л. Корецкая – Могилев, 2012. – С. 44.
3. Використання структуроутворювачів у десертах пінної структури / О. С. Пушка, І. Л. Корецька // Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів: збірник матеріалів VI Всеукраїнської наук.-практ. конф., 10-11 квітня. – Львів: Ліга прес, 2014. – С. 31–34.
4. Изучение влияния мальтодекстринов на рецептурную композицию жировой начинки / И. Л. Корецкая, Э. И. Ковалевская: Strategy of Quality in industry and Education: материалы «VIII International Conference», June 8-15 2012.- в 3-х т. – Varna, Bulgaria. – 2012. – Т. 3. – С. 91-93.
5. Піноутворююча здатність десертів з використанням ГФС / М. Нінікало, О. Пушка, І. Корецька // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10–11 квітня 2014 р. – К.: НУХТ, 2014. – Ч. 3. – С. 452-453.
6. Офіційний портал Київського обласного управління статистики [Електронний ресурс] 2011 – 2014. Режим доступу – <http://comfort-kitchen.ru/health/products/maltodekstrin-chto-eto-takoe-i-stoit-li-ego-boyatsya.html>

Надточій В. О.

доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри фізики
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Бугаєвська Д. О.

студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

РОЗРАХУНКИ ПОЛІВ ТЕМПЕРАТУР І ТЕРМІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ У ПРИПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ GaAs, ІНІЦІЙОВАНИХ ІМПУЛЬСНИМ ЛАЗЕРНИМ ОПРОМІНЕННЯМ

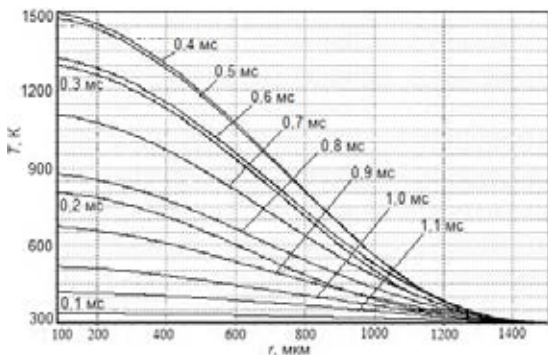
Анотація. Досліджено вплив імпульсного лазерного опромінення поверхні GaAs з гауссовим і дифракційним розподілом інтенсивності на процеси дефектоутворення. Розраховано розподіл полів температур, термічних напружень протягом дії лазерних імпульсів. Вперше показана можливість створення впорядкованих атомних структур у вигляді атомних кластерів лазерним опроміненням низького рівня.

Ключові слова/keywords: лазер/laser, дефекти/defects, модуляція/modulation, дифракція/diffraction, випромінювання/radiation.

В основу теплової задачі було покладено розв'язання диференціального рівняння другого порядку

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + g, \quad (1)$$

де c – теплоємність, ρ – густина досліджуваної речовини, t – час від



початку дії імпульсу лазерного опромінення, z – координата углиб кристала, k – коефіцієнт теплопровідності, g – тепла потужність, яка вводиться у крист-

Рисунок 1. Розподіл температури уздовж радіуса лазерної плями на поверхні GaAs в різні моменти часу від початку дії лазерного імпульсу ($E=1\text{Дж}$, $\lambda=694\text{ нм}$, $\tau_p=1\text{ мс}$)

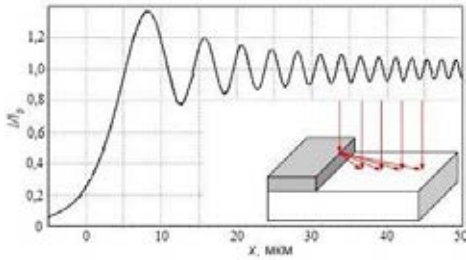


Рисунок 2. Розподіл інтенсивності опромінення при дифракції від на півплощини ($\lambda=694$ нм, $b=130$ мкм)

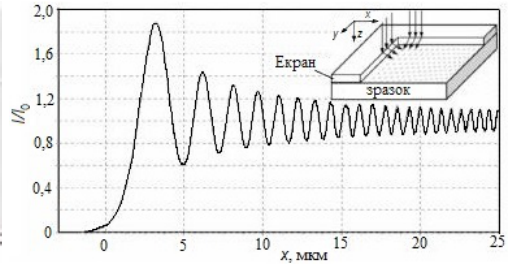


Рисунок 3. Розподіл інтенсивності опромінення при дифракції від прямокутного вирізу ($\lambda=694$ нм, $b=130$ мкм)

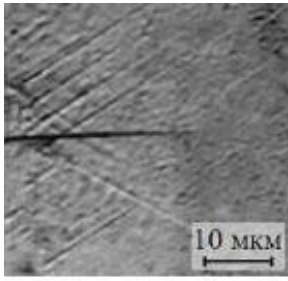
тал опроміненням. Миттєве значення g визначається з урахуванням використаного режиму випромінювання (імпульс вільної генерації чи модульованої добротності) та просторовим розподілом інтенсивності по лазерній плямі (гаусовий чи дифракційно-модульований). Особливість розв'язування рівняння (1) полягала у необхідності врахування температурної залежності c , k і коефіцієнта поглинання, який неявно входить до значення g . У даній роботі рівняння (1) розв'язувалось як для гаусового так і для дифракційно-модульованого опромінення кристалів GaAs. Для комп'ютерних обчислень початкові умови були введені до програми «STRESS» і рівняння (1) розв'язувалось за методом сіток. Результати розрахунків розміщувались у тривимірному масиві даних, які визначають розподіл температури кристала у різні моменти часу від початку дії лазерного імпульсу. Одержані результати про зміну температури в опроміненій зоні наведені на рис. 1. Вони були використані у подальшому для розрахунку деформації поверхні і встановлення граничних параметрів лазерного опромінення. Розподіл деформацій на опроміненій поверхні в залежності від координат і часу дії лазерного імпульсу знаходився з урахуванням температурної залежності коефіцієнту теплового розширення за формулою

$$\varepsilon = [3,5652(\ln T - 1) - 1,312]T \cdot 10^{-6} - [3,5652(\ln T_0 - 1) - 14,312]T_0 \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

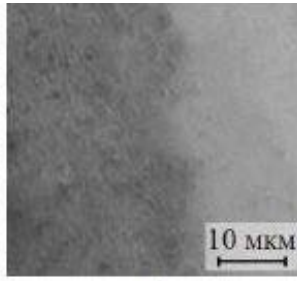
де ε – ступінь відносної деформації, T_0 – початкова температура кристалу.

Наступним етапом розв'язання було визначення термічних напружень в залежності від температури та координат для різних кристалографічних площин. З урахуванням температурної залежності модуля Юнга і анізотропії кристалу кінцеві формули мають такий вигляд:

$$\sigma = \frac{[3,5652(\ln T - 1) - 1,312]T \cdot 10^{-6} - [3,5652(\ln T_0 - 1) - 14,312]T_0 \cdot 10^{-6}}{S_1 - 2\left(S_1 - S_{12} - \frac{1}{2}S_4\right)(\cos^2 \theta_0 \cdot \sin^2 \theta_0)}, \quad (3)$$



а)



б)

Рисунок 4. Структури на опроміненій поверхні кристалу GaAs лазерним імпульсом з гаусовим розподілом інтенсивності: а – зона пластичності, б – периферійна зона з границею розділу дефектної (зліва) і не модифікованої частини кристалу ($\lambda=694$ нм, $\tau_p=1$ мс)

$$\sigma = \frac{[3,5652(\ln T - 1) - 1,312]T \cdot 10^{-6} - [3,5652(\ln T_0 - 1) - 14,312]T_0 \cdot 10^{-6}}{S_1 - \left(S_1 - S_2 - \frac{1}{2}S_4\right) \sin^2 \theta_0 (1 + 2 \cos^2 \theta_0)}, \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sigma = \varepsilon / & \left(S_{11} - 2 \left(S_1 - S_{12} - \frac{1}{2} S_4 \right) \cdot \left(\frac{\sin^2 \theta_0}{6} - \cos^2 \theta_0 \right) + \right. \\ & \left. + \frac{2}{3} \left(\frac{\sin^2 \theta_0}{6} - \cos^2 \theta_0 \right)^2 \cdot \sin^2 \theta_0 + \frac{4}{3} \left(\frac{\sin^2 \theta_0}{6} + \cos^2 \theta_0 \right)^2 \right), \end{aligned} \quad (5)$$

де формули (3), (4) і (5) можна застосовувати до розрахунків σ для площин (100), (110) та (111) відповідно. У формулах S_{11} , S_{12} , S_{44} – компоненти тензора піддатливості, θ_0 – кут між вибраним і кристалографічним напрямками, які належать до однієї із вказаних площин.

Дифракційний розподіл інтенсивності I при дифракції від екранів з різними товщиною b і профілем розраховували за формулами Френеля та Кірхгофа. Визначено коефіцієнт інтенсивності κ , при дифракції від напівплощини (рис. 2)

$$\kappa = \frac{I}{I_0} = \frac{\left[\frac{1}{2} + \xi(\vartheta) \right]^2 + \left[\frac{1}{2} + \eta(\vartheta) \right]^2}{2}, \quad (6)$$

де I_0 – інтенсивність не дифрагованого випромінювання, $\xi(\vartheta)$ і $\eta(\vartheta)$ – інтеграли Френеля, що описують спіраль Корню.

При дифракції від прямокутного вирізу (рис. 3) коефіцієнт розподілу інтенсивності опромінення κ_I , знаходиться як добуток розподілу інтенсивності дифрагованого променя від кожної із сторін екрану

$$\kappa_I = \prod_{i=1}^2 \frac{I_i}{I_0} = \frac{1}{4} \prod_{i=1}^2 \left\{ \left[\frac{1}{2} + \xi(\vartheta) \right]^2 + \left[\frac{1}{2} + \eta(\vartheta) \right]^2 \right\}. \quad (7)$$

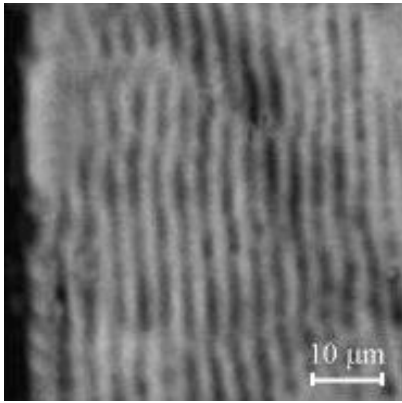


Рисунок 5. Оптичне зображення періодичного рельєфу на поверхні GaAs ($\lambda=694$ нм, $\tau_p=1$ мс, $b=130$ мкм)

При такій дифракції майже удвічі збільшуються перепади між мінімальними і максимальними значеннями інтенсивності порівняно із такими ж значеннями для екрану у вигляді напівплощини.

Наведемо формулу, яка дозволяє чисельно розраховувати амплітуду дифракційно-модульованої електромагнітної хвилі для довільного профілю екрану

$$E(P) = -\frac{i}{2\lambda} E_0 \sqrt{\left(\sum_{j=0}^N \cos(ks_j)(1 + \cos\varphi_j) \right)^2 + \left(\sum_{j=0}^N \sin(ks_j)(1 + \cos\varphi_j) \right)^2}. \quad (8)$$

У формулі (8) S_j – відстань від обраної точки на опроміненій поверхні до елементарної площини з номером j хвильового фронту у площині екрану, φ_j – кут між нормаллю до елемента хвильового фронту і напрямком s_j , k – хвильове число. За формулою (8) був розрахований розподіл інтенсивності опромінення на поверхні кристала при дифракції від екранів нестандартного профілю (квадратного отвору і клиновидного екрану з різною висотою сторін). Теоретично розв’язана зворотна задача синтезу мікроголограми для заданого розподілу інтенсивності на опроміненій поверхні. У такий спосіб можна задавати необхідний розподіл лазерно-індукованих структурних утворень, які можуть мати особливі фізичні властивості.

Утворення дефектів під дією лазерних імпульсів з $\tau_p = 1$ мс

1. Опромінення з гаусовим розподілом інтенсивності. Експериментально визначена гранична доза $W_b = 25$ Дж/см² опромінення GaAs для імпульсу

тально визначена гранична доза $W_b = 25$ Дж/см² опромінення GaAs для імпульсу

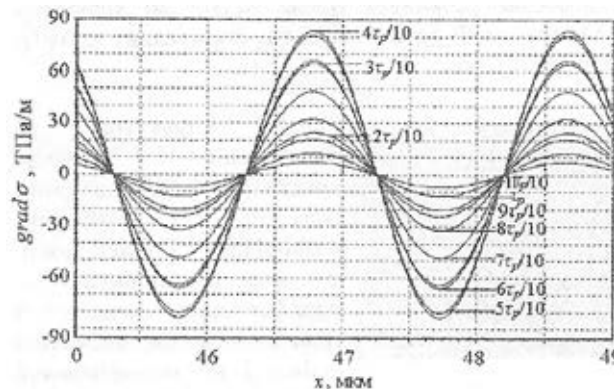


Рисунок 6. Утворення градієнту термічних напружень на поверхні GaAs дією дифракційно-модульованого лазерного опромінення ($\lambda=694$ нм, $\tau_p=1$ мс, $b=130$ мкм)

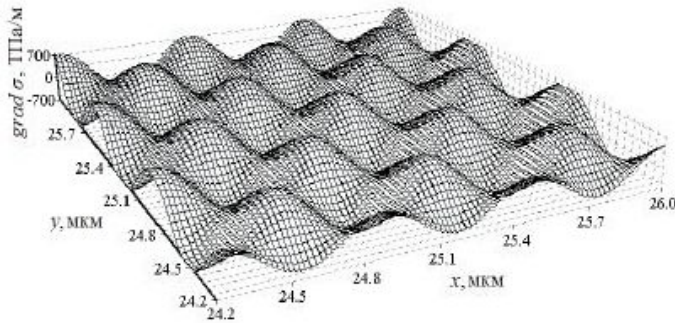


Рисунок 7. Утворення градієнту термічних напружень на площині (111) монокристалу GaAs ($\lambda=694$ нм, $\tau_p=1$ мс, $b=10$ мкм)

з $\tau_p = 1$ мс. При $W > W_b$ на поверхні утворюються лінійні дефекти (рис. 4, а), а при менших значеннях, коли $W < W_b$, структурними методами виявляється дефектний шар з підвищеною концентрацією лише точкових дефектів (рис. 4, б), із порівняння теоретичних розрахунків (рис. 1) та результатів експериментальних досліджень (рис. 4, а і рис. 4, б) встановлено також, що температура на межі між а і б зонами у процесі опромінення сягає 850 К. При ще меншій густині енергії лазерного опромінення, на межі дефектної і не модифікованої поверхні кристала (рис. 4, б), максимальна температура становить $T \approx 400$ К, а термічне напруження $\sigma \approx 100$ МПа. Знання граничних температур і напружень, у межах яких створюються лише точкові дефекти у приповерхневих шарах, дозволяє розвивати новий підхід до керування властивостями напівпровідника, який ґрунтується на формуванні поблизу його поверхні нанорозмірних кластерів.

2. Опромінення з дифракційним розподілом інтенсивності. Опромінення кристалів дифракційно-модульованими лазерними імпульсами виконувалось при рівнях інтенсивності $W < W_b$. При дифракції від екрану у вигляді нанівплощини інтенсивність лазерного опромінення на поверхні мала розподіл, який вказано на рис. 2, і не перевищувала 25 Дж/см².

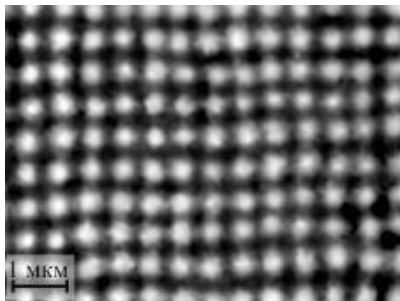


Рисунок 8. Оптичний знімок поверхні GaAs. Білі плями-горбики після хімічного травлення ($\lambda=694$ нм, $\tau_p=1$ мс, $b=10$ мкм)

розподіл, який вказано на рис. 2, і не перевищувала 25 Дж/см².

Після хімічного травлення опромінених монокристалів GaAs була виявлена лінійно-періодичної структура (рис. 5), яка адекватно відображала заданий розподіл енергії. У тому разі, коли зразки не піддавались хімічному травленню, подібні структури оптичним методом не виявлялись. Цей факт свідчить про те, що при низькому рівні інтенсивності опромінення дефектна структура утворилась у приповерхневому шарі.

На ділянках поверхні з високим рівнем лазерного опромінення $W > W_b$, де зароджувались тріщини, лінійно-періодичні структури вказаного вище типу не виявлялись. Це вказує на важливу роль термічних напружень в утворенні періодичних структур, значення яких зменшились внаслідок релаксації. Порівняння експериментальних результатів і чисельних розрахунків приводять до висновку, що максимальні значення термічних напружень утворюються у зонах з максимальною температурою і саме на цих ділянках витравлюються канавки періодичного рельєфу. У віддаленій від екрану зоні на поверхні, де значення періоду дифракційної картини прямує до постійного значення, градієнт термічних напружень сягає величини ≈ 85 МПа/мкм (рис. 6).

Для отримання двовимірного розподілу інтенсивності на поверхні опромінення кристалів GaAs здійснювалось через непрозорий екран з прямокутним вирізом (рис. 3). При цьому збільшувалась максимальна температура розігріву поверхні, а тому і градієнт термічних напружень. Окрім цього, градієнт термічних напружень став промодульованим у двох напрямках у площині поверхневого шару (рис. 7). Під дією такого розподілу температури і термічних напружень у приповерхневому шарі монокристала GaAs утворилася відповідна дефектна структура (рис. 8) з наведеним на рис.7 періодом розподілу. Знімок зроблений після хімічного травлення поверхні.

Висновки

1. Виконані розрахунки розподілу полів температур, деформацій і термічних напружень, створених дифракційно-модульованим лазерним опроміненням. Запропоновано два варіанти рішення задачі про розподіл термічного напруження – через визначення компонент тензора деформації, або з урахуванням орієнтаційної залежності модуля Юнга.

2. Експериментально визначено значення граничної щільності енергії ($W_b = 25$ Дж/см²) опромінення лазерними імпульсами мілісекундної тривалості, нижче за яку домінують процеси точкового дефектоутворення.

3. Уперше показана можливість створення періодичних дефектних структур у вигляді атомних кластерів шляхом дифракційно-модульованого лазерного імпульсного опромінення ($\tau_p = 1$ мс) низького рівня. Позиціонування таких структур задається законом модуляції лазерного випромінювання і таким чином вирішується завдання їх адресного і періодичного розподілу.

Література:

1. Надточий В. А. Микропластичность алмазоподобных кристаллов (Si, Ge, GaAs, InAs): Дис. ... доктора физ.-мат. наук: 01.04.07 / Харківський національний університет. – Харьков, 2006. – 467 с.

2. Надточій В. А., Алехин В. П. Микропластичность монокристаллов Ge при воздействии лазерного облучения и деформации сжатия // Физ. и хим. обраб. материалов. – 2004. – №4. – С. 27 – 32.
3. Кашкаров П. К., Тимошенко В. Ю. Образование дефектов в полупроводниках при импульсном лазерном облучении // Поверхность: физика, химия, механика. – 1995. – №2. – С. 5 – 34.
4. Александров Л. Н., Нидаев Е. В., Васильев А. Л. Дефекты в приповерхностном слое кремния, образующиеся при импульсном лазерном облучении // Письма в ЖТФ. – 1988. – Т.14, №9. – С.838 – 841.
5. Надточій В. О., Голоденко М. М., Калімбет А. З., Москаль Д. С. Структурні зміни у приповерхневому шарі Ge під дією лазерного імпульсу // Фіз. і хім. твердого тіла. – 2003. – Т.4, №3. – С.556 – 559.