

**Іван СИРОХМАН,
Роксолана БОЙДУНИК**

ВПЛИВ ДОБАВОК-АНТИОКСИДАНТІВ НА ЯКІСТЬ ЖИРОВИХ НАЧИНОК ВАФЕЛЬНИХ ТОРТІВ

Обґрунтовано доцільність внесення добавок жмиху розторопші плямистої окремо та в поєднанні з буриштиною кислотою для подовження терміну зберігання жирових начинок вафельних тортів. Визначено оптимальну добавку для сповільнення окиснення жиру – 1 % жмиху розторопші з 0.2 % буриштинової кислоти.

Ключові слова: вафельні торти, антиоксиданти, жмих розторопші, пероксидне число, кислотне число, бензидинове число.

Сирохман И., Бойдуник Р. Влияние добавок-антиоксидантов на качество жировых начинок вафельных тортов. Обоснована целесообразность внесения добавок жмыха расторопши пятнистой отдельно и в сочетании с янтарной кислотой для продления срока хранения жировых начинок вафельных тортов. Определена оптимальная добавка для замедления процесса окисления жира – 1 % жмыха расторопши с 0.2 % янтарной кислоты.

Ключевые слова: вафельные торты, антиоксиданты, жмых расторопши, пероксидное число, кислотное число, бензидиновое число.

Постановка проблеми. Одне з основних завдань, яке вирішують спеціалісти в галузі харчової біотехнології, – подовження термінів зберігання продуктів харчування зі збереженням їх якості. Це завдання особливо актуальне для фахівців кондитерської промисловості й торгівлі. Тривалість зберігання продуктів харчування залежить від змін, що відбуваються з основними складовими: ліпідами, білками, вуглеводами.

Утворення й накопичення первинних продуктів розпаду ліпідів (перекисів і гідроперекисів) токсично впливає на живий організм, хоча відчутно не змінює органолептичні та функціонально-технологічні властивості харчового виробу. Подальше окиснення ліпідів з утворенням альдегідів і кетонів (вторинних продуктів розпаду ліпідів) надає йому специфічного присмаку прогірклості. З метою уповільнення цих процесів до рецептури харчових продуктів додають антиоксиданти.

Для отримання високоякісної конкурентоспроможної продукції науковці ведуть пошук ефективних природних джерел біологічно активних сполук, безпечних і корисних для споживача, які виявляють комплексну позитивну дію на організм, зокрема антиоксидантну, імуномодельючу тощо. Потенційні можливості для використання альтернативних замінників синтетичних антиоксидантів достатньо великі, роботу в цьому напрямі проводять учені США, Японії та Європи. Теоретичні й практичні основи у сфері створення зерноборошняних продуктів підвищеної біологічної цінності та їх зберігання знайшли відображення у роботах багатьох науковців: Л. Н. Шатнюк і В. Б. Спірічева [1], Г. Б. Рудавської й Н. В. Притульської [2], Т. М. Лозової та І. В. Сирохмана [3], Л. П. Малюк, Н. Ю. Балацької, А. А. Дубініної [4], M. Schirmer & M. Jekle [5] та ін.

Отже, проблема подовження терміну збереження якості борошняної кондитерської продукції для масового споживання з урахуванням багатофакторного впливу різних чинників відповідно до потреб суспільства залишається актуальною.

Вафельні торти містять значну кількість жирів, тому вони характеризуються обмеженою стійкістю до окисних процесів, що призводить до зниження якості й скорочення термінів зберігання продукції.

Найбільш перспективними інгібіторами окиснення жирів є антиоксидантні препарати рослинного походження. Основними з них

є фенольні сполуки. Відомо декілька тисяч таких сполук, що виділяють з рослинної сировини. Найбільш поширеними є флавоноїди, в молекулах яких бензолні кільця зв'язані між собою ланцюжком з трьох вуглеводних атомів. Більшість флавоноїдів характеризуються відчутною біологічною активністю, зокрема Р-активними властивостями. Вони широко розповсюджені в природі – у citrusових, гречці, листках чаю і квітах. До флавоноїдів відносять гесперидин, рутин, кверцетин, катехіни, лейкоантоціани, флаволи та ін. [6].

Досліджено антиоксидантну активність гадючника в'язолистого, трави розмарину, квітів ромашки, шавлії лікувальної, евкаліпта, звіробоя продірявленого, чебрецю, сабельника, малини звичайної, трави горця пташиного, м'яти перцевої, квітів деревію звичайного, собачої кропиви п'ятилопатевої, березових бруньок, чаги (березового гриба), подорожника великого, ромашки аптечної, кропиви дводомної, листя амаранту, коріння оману високого. Встановлено, що найбільшу антиоксидантну здатність із досліджених зразків рослинної сировини мають гадючник в'язолистий, трава розмарину, квіти ромашки. Це пов'язано з високим вмістом токоферолу та каротиноїдів, які посилюють антиокиснювальну здатність екстрактів завдяки терпеноїдам фенольного типу. Наявність сильних антиоксидантів, які повністю інгібують окиснення, не виявлено у зразках трави деревію та полину гіркокого. Ці екстракти можуть лише уповільнювати швидкість перекисного окиснення [7].

Науковцями з Познані (Польща) досліджено антиоксидантні ефекти та розщеплення α - і δ -токоферолу в концентраціях 0.01–0.1 % на процес окиснення жиру при термічній обробці за температури 160 °С. Під час експерименту кожні 15 або 30 хв. визначали значення пероксидів як первинних продуктів окиснення та *p*-анізидин-реактивних сполук і гексаналю – як вторинних продуктів окиснення, а також вивчали стабільність токоферолів. Зразки жиру, збагаченого α -токоферолом, мали значно меншу стійкість до окиснення порівняно зі зразками, що містять δ -токоферол [8].

Biswas A. K., Chalti M. K., Sahoo J. досліджено антиокиснювальну активність екстрактів із карі та листя м'яти, отриманих із використанням різних розчинників, їх вплив на окиснювальну стабільність жирів. Установлено, що в результаті порівняння двох індивідуальних листових категорій етанольний екстракт карі та водний екстракт м'яти показали найкращий рівень якості за тестами з дифенілпікрілгідразилом за знебарвленням радикала ABTS+. Незалежно від терміну зберігання контрольні зразки мали більш високі рівні рН і вміст вторинних продуктів, які реагують з тіобарбітуровою кислотою. Автори вважають, що ці природні речовини можуть виступати як сповільнювачі окиснення жирів [9].

Розглянуто використання олії з насіння мускусної дині, збагаченої антиоксидантами, яку отримують екстракцією надкритичним CO₂. Її рекомендують використовувати як природний антиоксидант і продукт, корисний для здоров'я людини [10].

За допомогою методу високоефективної рідинної хроматографії доведено високу антиоксидантну активність суцвіть *Brassica oleracea L. var. costata DC*, *Brassica oleracea L. var. acephala* і *Brassica rapa L. var. rapa*. Антиоксидантна активність і здатність зв'язувати вільні радикали досліджених суцвіть обумовлена вмістом у них фенольних сполук і органічних кислот [11].

Проведені *M.-A. Poianf et al.* [12] дослідження доводять, що концентрати з ягід чорниці, агрусу, малини, ожини, вишні та полуниці проявляють різну антиоксидантну активність. Індивідуальна активність концентратів пояснюється певним вмістом фенольних сполук (86.57–217.6 ммоль галової кислоти/л) й антоціанів (8.47–23.58·10³ у розрахунку на ціанідин-3-глюкозид).

Мета дослідження – обґрунтування використання та визначення кількості жмиху розторопші як окремо, так і в поєднанні з бурштиною кислотою для подовження терміну зберігання жиркових начинок вафельних тортів.

Матеріали та методи. Досліджено антиоксидантні властивості порошкоподібних добавок – жмиху розторопші в кількості 0.5 і 1.0 % окремо та в поєднанні з 0.2 % бурштинової кислоти – на кондитерському жирі для вафельних і прохолоджуючих начинок нелауринового типу серії "Віолія" ПАТ "Вінницький олійножировий комбінат".

Дослідження проведено прискорено-кінетичним методом за температури 80±2 °С з вільним доступом кисню повітря. Зміну якості дослідних зразків жиру визначено за нагромадженням пероксидних, карбонільних сполук, які реагують з бензидином, а також вільних жирних кислот.

Розторопша плямиста (*Silybum marianum (L.)*) – вид трав'янистих рослин роду Розторопша родини Айстрові. Поширена в центральній і південній смузі європейської частини СНД, на Кавказі, у південній частині Західного Сибіру, в Середній Азії, Західній Європі, Малій Азії, Північній Африці та південній частині Австралії. В Україні росте як бур'ян на полях, уздовж доріг, на пустирях і в сухих місцях. Часто культивується на городах як декоративна та лікарська рослина.

Плоди розторопші містять значну кількість флаволігнанів (2.7 %), які рідко зустрічаються у природі й залишаються у жмиху після видалення олії, яка використовується як біологічно активна добавка. Флаволігнани, до яких відноситься силімарин, являють собою суміш трьох основних ізомерних сполук – силікрину, силідіаніну і силібініну. Антиокиснювальний ефект силімарину зумовлений його взаємодією з вільними радикалами біомолекул печінки з утворенням

менш агресивних сполук. Завдяки цьому переривається процес пероксидного окиснення ліпідів і не проходить подальше руйнування клітинних структур [13].

Флавоноїди розторопші проявляють значно вищу антиоксидантну активність, ніж токоферол. У жмиху розторопші, крім силімарину, міститься значна кількість інших біологічно активних речовин, зокрема, жиророзчинні вітаміни (переважає вітамін Е), мінеральні речовини, жирні кислоти (табл. 1) [цит. за 14].

Таблиця 1

Хімічний склад жмиху розторопші плямистої, %

Показник	Вміст
Волога	7.20
Білок	21.88
Жир	12.87
Жирні кислоти, з них:	22.00
- ліолева*	61.00
- ліоленова*	1.50
- арахідонова*	2.00
Ефірні олії	0.40
Вуглеводи водорозчинні	0.80
Клітковина	27.38
Зола	6.01
<i>Вітаміни, мг/кг</i>	
Флавоноїди	2.50
Е (токоферол)	47.00
В ₂ (рибофлавін)	1.40
В ₆ (піридоксин)	1.34
В ₁₂ (ціанкобаламін)	1000.00
β-каротин	0.83
<i>Мінеральні елементи, мг/кг</i>	
Цинк	15.70
Ферум	145.70
Магній	3516.00
Кальцій	11200.00
Фосфор	9600.00

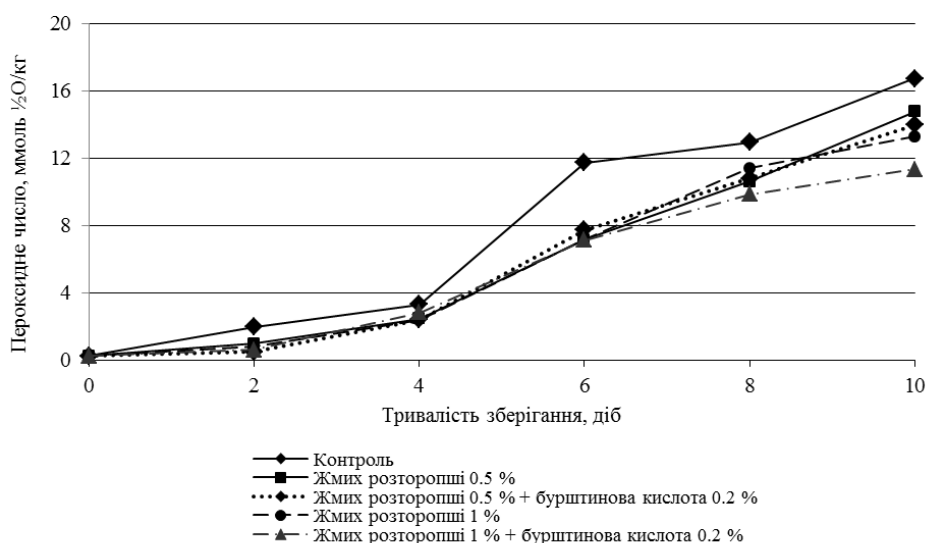
* % від жирних кислот.

Бурштинову кислоту використано як синергіст, яка у поєднанні із антиоксидантами підсилює їх дію.

Результати дослідження. Вплив добавок жмиху розторопші (0.5 % і 1 %) окремо та в поєднанні з бурштиноювю кислотою (0.2 %) на накопичення пероксидних сполук наведено на *рисунок*.

Під час зберігання відбувалося прискорене накопичення первинних продуктів окиснення, і тільки в кінці спостерігалось помітне сповільнення швидкості цього процесу. Це зумовлено нестійкістю гідроперексидів до дії високих температур із частковим перетворенням первинних продуктів окиснення у вторинні. Із погляду сповільнення процесу окиснення, найоптимальнішою виявилася добавка 1 % жмиху розторопші з 0.2 % бурштинової кислоти. Це уможливило сповільнити

процес окиснювального псування жиру в 1.7 раза після шести діб і в 1.5 раза після десяти діб зберігання порівняно з контрольним зразком.



Вплив жмиху розторопші на зміну пероксидного числа жиру для вафельних начинок при зберіганні за температури 80 ± 2 °С, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг

Разом із пероксидами під час зберігання жиру зростала кількість вільних жирних кислот, що характеризується значенням кислотного числа (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив жмиху розторопші на зміну кислотного числа жиру для вафельних начинок при зберіганні за температури 80 ± 2 °С

Добавки, % до маси жиру	Кислотне число жиру, мг КОН	
	за тривалості зберігання, діб	
	5	10
Контроль, 0 %	0.91	2.45
Жмих розторопші 0.5 %	0.87	1.17
Жмих розторопші 0.5 % + бурштинова кислота 0.2 %	0.81	1.04
Жмих розторопші 1.0 %	0.81	0.89
Жмих розторопші 1.0 % + бурштинова кислота 0.2 %	0.55	0.86

Як свідчать отримані дані, після п'яти діб зберігання в жировій суміші з додаванням 1 % жмиху розторопші в поєднанні з 0.2 % бурштинової кислоти кислотне число було в 1.7 раза меншим, ніж у контрольному зразку, а після десяти діб зберігання – у 2.9 раза.

Стабілізуюча активність використаних добавок підтверджується накопиченням вторинних продуктів окиснення – альдегідів, кетонів, оксикислот, які взаємодіють із бензидином (табл. 3). Оптичну густина визначено за довжини хвилі 400 нм.

**Вплив жмиху розторопші на зміну бензидинового числа жиру
для вафельних начинок при зберіганні за температури 80 ± 2 °C**

Добавки, % до маси жиру	Бензидинове число жиру, Е 1%/см	
	за тривалості зберігання, діб	
	5	10
Контроль, 0 %	0.006	0.017
Жмих розторопші 0.5 %	0.005	0.014
Жмих розторопші 0.5 % + бурштинова кислота 0.2 %	0.004	0.011
Жмих розторопші 1 %	0.004	0.012
Жмих розторопші 1 % + бурштинова кислота 0.2 %	0.003	0.009

Найвищу антиоксидантну дію за величиною бензидинового числа після десяти діб зберігання проявила суміш 1.0 % жмиху розторопші з 0.2 % бурштинової кислоти. У цьому зразку жиру накопичилося в 1.9 раза менше карбонільних сполук, які реагують з бензидином. Дещо нижчу ефективність виявила суміш, де жмиху розторопші було вдвічі менше.

Стабілізуючі властивості на десяту добу зберігання жирової суміші для вафельних тортів за температури 80 ± 2 °C проявили усі запропоновані варіанти добавок, проте вищу антиокиснювальну дію мали суміші з синергістом.

Висновки. Експериментально доведено, що речовини жмиху розторопші плямистої у поєднанні з бурштиновою кислотою сповільнюють окиснювальні процеси в кондитерському жирі для вафельних начинок під час зберігання, що підтверджує антиоксидантні властивості цих речовин. Обґрунтовано використання жмиху розторопші (0.5 і 1.0 %) окремо та в поєднанні з 0.2 % бурштинової кислоти для подовження терміну зберігання жирових начинок вафельних тортів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шатнюк Л. Н., Спиричев В. Б. Витаминно-минеральные обогатители для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Вопросы питания. 2006. № 3. С. 50—58.
2. Рудавська Г. Б., Тищенко Є. В., Притульська Н. В. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення : монографія. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. 370 с.
3. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини : монографія. Львів: Львів. торг.-екон. ун-т, 2017. 328 с.
4. Малюк Л. П., Балацька Н. Ю., Дубініна А. А. Технології продуктів харчування з підвищеним вмістом біологічно активних речовин на основі плодів та ягід : монографія. Харків : ХДУХТ, 2014. 178 с.

5. Schirmer M., Jekle M., Arendt E. Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake. *Food Res. Int.* 2012. Vol. 48, N 1. P. 291—298.
6. Артунян Е. А., Аришева Е. А., Янова Л. И., Захарова И. И., Меламуд Н. Л. *Технология переработки жиров*. М. : Агропромиздат, 1985. 368 с.
7. Holovko M. P., Penkina N. M., Kolesnyk V. V. Antioxidant properties of some kinds of vegetable raw material. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2011. Vol. 4, N 6 (52). P. 9—11.
8. Nogala-Kaluska M., Korczak J., Elmadfa I., Wagner K.-H. Effect of α - and δ -tocopherol on the oxidative stability of a mixed hydrogenated fat under frying conditions. *Eur. Food Res. and Technol.* 2005. Vol. 221, N 3—4. P. 291—297.
9. Biswas A. K., Chalti M. K., Sahoo J. *Food Chem.* 2012. Vol. 133, N 2. P. 467—472.
10. Maznah Ismail, Mariod Abdalbasit, Bagalkotkar Gururaj, Sy Ling Hoe. Fatty acid composition and antioxidant activity of oils from two cultivars of Cantaloupe extracted by supercritical fluid extraction. *Grasas y aceites.* 2010. Vol. 61, N 1. P. 37—44.
11. Sousa C., Taveira M., Valentão P., Fernandes F., Pereira J. A., Estevinho L., Bento A., Ferreres F., Seabra R. M., Andrade P. B. Inflorescences of Brassicacea species as source of bioactive compounds. A comparative study. *Food Chem.* 2008. Vol. 110, N 4. P. 953—961.
12. Poianf M.-A., Bragea M., Moigradean D., Stoin D., Gergen I. Evaluation of antioxidant properties and color structure for some natural concentrates from berries and garden fruits. *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca. Agr.* 2008. Vol. 65, N 2. P. 351—356.
13. Гельдыш Т. Г. Продукты для повышения адаптивных возможностей организма. *Пищевая пром-сть.* 2005. № 12. С. 58—59.
14. Льдірова С. К., Стіборовський С. Е., Старостеле О. В. Технологія виробів з пісочного тіста з використанням дикорослої розторопші плямистої. *Харчова наука і технологія.* 2010. № 1 (10). С. 91—94.

Стаття надійшла до редакції 04.09.2017.

Syrokhan I., Boydunyk R. Influence of antioxidant additives on the quality of waffle cake fatty fillings.

Background. Waffle cakes contain a significant amount of fat that is why they are characterized by limited resistance to oxidation processes, leading to lower quality and reduced shelf life of products. Scientists are constantly seeking inhibitors of fat oxidation. Herbal antioxidant products are the most promising.

The aim is to justify the use and identify the amount of milk thistle oil cake (0.5 and 1 %) alone and in combination with succinic acid (0.2 %) for the extension of the storage of waffle cake fatty fillings.

Material and methods. The antioxidant properties of milk thistle oil cake (0.5 and 1 %) alone and in combination with succinic acid (0.2 %) on the confectionery fat for waffle and cooling fillings of non lauric type of "Violia" series by PLC Vinnytsia Oil and Fat Integrated Plant were studied.

Research was conducted by rapidly kinetic method at temperature 80 ± 2 °C with free access of atmospheric oxygen. Quality shift of fat samples was determined by accumulation of peroxide and carbonyl compounds, which react with benzidine, and free fatty acids.

Results. Rapid accumulation of primary oxidation products occurred during storage and there was a noticeable slowdown in the speed of the process only at the end

of the storage. This is due to the volatility of hydro peroxides to high temperatures with the partial conversion of primary oxidation products into the secondary ones.

Adding 1 % milk thistle oil cake combined with 0.2 % succinic acid was most optimal in terms of slowing down the oxidation process.

Conclusion. On the basis of the conducted researches, it was found that milk thistle oil cake combined with succinic acid inhibit the oxidative processes in confectionery fats for waffle fillings during storage, which confirms the antioxidant properties of these substances. Using milk thistle oil cake (0.5 and 1 %) alone and in combination with succinic acid (0.2 %) for the extension of the storage of fat wafer fillings cakes was substantiated.

Keywords: wafer cakes, antioxidants, thistle oil cake, peroxidation number, acid number, benzidine number.

REFERENCES

1. *Shatnjuk L. N., Spyrchev V. B.* Vytamynno-myneral'nyye obogatytely dlja hlebobulochnyyh y muchnyyh kondyterskyh yzdeley. *Voprosy pytanyja*. 2006. № 3. S. 50—58.
2. *Rudavs'ka G. B., Tyshhenko Je. V., Prytul's'ka N. V.* Naukovi pidhody ta praktychni aspekty optymizacii' asortymentu produktiv special'nogo pryznachennja : monografija. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2002. 370 c.
3. *Lozova T. M., Syrohman I. V.* Naukove obg'runtuvannja polipshennja spo-zhyvnyh vlastyvostej boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv z vykorystannjam pryrodnoi' netradycijnoi' syrovyny : monografija. L'viv: L'viv. torg.-ekon. un-t, 2017. 328 s.
4. *Maljuk L. P., Balac'ka N. Ju., Dubinina A. A.* Tehnologii' produktiv harchuvannja z pidvyshhenym vmistom biologichno aktyvnyh rehovyn na osnovi plodiv ta jagid : monografija. Harkiv : HDUHT, 2014. 178 s.
5. *Schirmer M., Jekle M., Arendt E.* Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake. *Food Rex. Int.* 2012. Vol. 48, N 1. P. 291—298.
6. *Artunjan E. A., Arysheva E. A., Janova L. Y., Zaharova Y. Y., Melamud N. L.* Tehnologija pererabotky zhyrov. M. : Agropromydat, 1985. 368 s.
7. *Holovko M. P., Penkina N. M., Kolesnyk V. V.* Antioxidant properties of some kinds of vegetable raw material. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 4, N 6 (52). P. 9—11.
8. *Nogala-Kaluska M., Korczak J., Elmadfa I., Wagner K.-H.* Effect of α - and δ -tocopherol on the oxidative stability of a mixed hydrogenated fat under frying conditions. *Eur. Food Res. and Technol.* 2005. Vol. 221, N 3—4. P. 291—297.
9. *Biswas A. K., Chalti M. K., Sahoo J.* *Food Chem.* 2012. Vol. 133, N 2. P. 467—472.
10. *Maznah Ismail, Mariod Abdalbasit, Bagalkotkar Gururaj, Sy Ling Hoe.* Fatty acid composition and antioxidant activity of oils from two cultivars of Cantaloupe extracted by supercritical fluid extraction. *Grasas u aceites*. 2010. Vol. 61, N 1. R. 37—44.
11. *Sousa C., Taveira M., Valentão P., Fernandes F., Pereira J. A., Estevinho L., Bento A., Ferreres F., Seabra R. M., Andrade P. B.* Inflorescences of Brassicacea species as source of bioactive compounds. A comparative study. *Food Chem.* 2008. Vol. 110, N 4. R. 953—961.
12. *Poianf M.-A., Bragea M., Moigradean D., Stoin D., Gergen I.* Evaluation of antioxidant properties and color structure for some natural concentrates from berries and garden fruits. *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca. Agr.* 2008. Vol. 65, N 2. R. 351—356.
13. *Gel'dyush T. G.* Produkty dlja povyshenyja adaptivnyyh vozmozhnostej organizma. *Pyshhevaja prom-st'*. 2005. № 12. S. 58—59.
14. *Il'dirova S. K., Stiborovs'kyj S. E., Starostjelje O. V.* Tehnologija vyrobiv z pisochnogo tista z vykorystannjam dykorosloi' roztopshi pljamystoi'. *Harchova nauka i tehnologija*. 2010. № 1 (10). S. 91—94.