

УДК 664.644:664.682

**В.М. Михайлик**, ст. викл.

**А.М. Сесь**, доц.

**Л.В. Даниленко**, асист.

## **СИРОВИНА ТА ДОБАВКИ АНТИОКСИСНОЇ ДІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ПЕЧИВА**

*Розглянуто вплив різних видів сировини та добавок антиоксисної дії на тривалість зберігання печива, виготовленого з використанням традиційних і нетрадиційних для кондитерської промисловості жирів.*

*Рассмотрено влияние различных видов сырья и добавок антиокислительного действия на продолжительность хранения печенья, приготовленного с использованием традиционных и нетрадиционных для кондитерской промышленности жиров.*

*The influence of different types of raw materials and additives of the antioxidant effect on the duration of storage of cookies prepared using traditional and nontraditional fats for confectionery.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Термін зберігання печива залежить від вмісту в ньому жиру, тобто визначається станом його ліпідного комплексу. Згіркнення жирової складової печива відбувається в результаті дії кисню на вуглеводні радикали зв'язаних та вільних жирних кислот. У результаті цього одночасно утворюється низка продуктів розкладу, які мають різну кількість вуглецевих атомів.

Борошняні кондитерські вироби містять велику кількість жирів. Саме через окислення жиру відбувається погіршення органолептичних властивостей виробів та значно скорочуються терміни їх зберігання. Під впливом самоокислення змінюються переважно ненасичені жирні кислоти, тож швидкість окислення жирів значною мірою залежить від їх жирокислотного складу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні відома достатня кількість сировини та добавок, що мають антиоксигенну активність, серед них зародкові пластівці пшениці, токоферол,  $\beta$ -каротин, фосфоліпіди, моносахариди, вівсяне борошно, порошок какао, лецитин тощо.

На нинішньому етапі у виробництві борошняно-кондитерських виробів важливою проблемою є не лише вирішення питання про створення виробів функціональної дії, але й пошук складників, які б впливали на збільшення їх терміну зберігання.

Вирішення проблеми захисту ліпідного комплексу від окислювального псування дозволить подовжити терміни зберігання і уникнути зниження якості борошняних кондитерських виробів, зокрема печива.

**Мета та завдання статті.** Метою даної статті є вивчення впливу сировини та добавок антиокисної дії на подовження термінів зберігання печива, виготовленого з використанням традиційних і нетрадиційних для кондитерської промисловості жирів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Тривалість зберігання печива залежить від вмісту в ньому жиру, тобто визначається станом його ліпідного комплексу. Згіркнення жирової складової печива відбувається, як правило, в результаті дії кисню на вуглеводні радикали зв'язаних та вільних жирних кислот. У результаті цього одночасно утворюється низка продуктів розкладу, які мають різну кількість вуглецевих атомів. [3]

Окислення жирів у кондитерських виробках, зокрема в печиві, можна уповільнити за допомогою використання в рецептурах жирів, які мають у своєму складі насичені жирні кислоти, так як жири з великою кількістю ненасичених жирних кислот в першу чергу підлягають окисленню.

Для проведення досліджень використовувались зразки печива, що виготовлені на маргарині, смальці та на жирі Vegao 73-02 – новий вид жиру іноземного виробництва, який знайшов найбільше розповсюдження на кондитерських фабриках України.

У результаті термообробки тістових заготовок БКВ (печива, крекери, галет), яка заключається в комбінованому процесі випікання – сушіння, вологість готових виробів складає 5+2%, що запобігає процесу гідролітичного розщеплення жирової складової БКВ. Тому основні зміни ліпідного комплексу будуть пов'язані з процесом самоокислення. Хід окислювальних процесів у печиві буде залежати від вихідного стану сировини (ступеня окислення жиру та від його жирокислотного складу) і матиме свої особливості.[2]

Проведений жирокислотний аналіз здобного печива на основі маргарину показав, що жирні кислоти в зразку представлені в такому співвідношенні: 30% насичених, 36,5% мононенасичених та 33,5% поліненасичених жирних кислот (таблиця 1). При цьому вміст олеїнової кислоти складає 34,7%, а лінолевої – 32,5% від загальної кількості жирних кислот.

Жирокислотний аналіз зразків печива на основі жиру Vegao 73-02 свідчить про те, що кількість насичених жирних кислот складає 34,0%, мононенасичених жирних кислот 52,0%, а поліненасичених

жирних кислот 14,0% від загальної кількості жирних кислот (табл. 2). При цьому вміст олеїнової кислоти складає 50,6%, а лінолевої – 13,2% від загальної кількості жирних кислот. Насичені жирні кислоти представлені переважно стеариною – 16,7% пальмітиновою – 14,9%.

*Таблиця 1 – Зміна жирнокислотного складу печива на маргарині в процесі зберігання, % до загальної суми*

Жирна кислота		Перший день зберігання	15 днів зберігання	30 днів зберігання
Лауринова	C12:0	0,055	0,063	0,045
Міристинова	C14:0	0,403	0,423	0,355
Пальмітинова	C16:0	21,522	20,896	20,673
Пальмітолеїнова	C16:1	0,505	0,290	0,247
Маргарінова	C17:0	0,113	0,118	0,095
Стеаринова	C18:0	5,391	5,764	6,146
Олеїнова	C18:1	34,715	35,893	34,873
Лінолева	C18:2w6	31,862	30,955	32,117
	C18:2w4	0,684	0,199	0,341
Ліноленова	C18:3	0,290	0,306	0,346
Арахідова	C20:0	0,838	0,998	0,919
Гондова	C20:1	1,297	1,728	1,580
Арахідова	C22:0	0,273	0,239	0,174
Бегенова	C22:0	0,705	0,742	0,720
Адренова	C22:4	0,258	0,301	0,288
Ерукова	C22:1	1,091	1,085	1,080

Жирнокислотний аналіз здобного печива на смальці показав його суттєву різницю порівняно з відповідними зразками на маргарині та жирі Вегао 73-02. Зразок на смальці містить 47% насичених жирних кислот, 40% мононенасичених та 13% поліненасичених жирних кислот. При цьому вміст олеїнової кислоти складає 37%, а лінолевої – 11,6% від загальної кількості жирних кислот. Крім того, зразок на смальці містить поліненасичені жирні кислоти. Насичені жирні кислоти представлені переважно пальмітиновою – 25,3% та стеариною – 18,2%.

У процесі зберігання печива в усіх зразках, як показали дослідження, їх жирнокислотний склад практично не змінюється.

Показником, який характеризує вміст вільних жирних кислот, є кислотне число. Визначення кислотного числа зразків здобного печива показало, що більш інтенсивний приріст вільних жирних кислот спостерігається в зразках печива на основі смальцю, менш інтенсивно – в зразках на основі маргарину, і набагато повільніше відбувається приріст вільних жирних кислот в зразках печива на основі жиру Вегао 73-02.

Однією з причин накопичення вільних жирних кислот є гідроліз ацилгліцеринів жиру, який відбувається при обов'язковій наявності водної фази і в нашому випадку практично виключений. Збільшення кислотного числа також може бути викликане біохімічним окисленням ненасичених жирних кислот ацилгліцеринів, що обумовлене діяльністю ферментів ліпоксигеназ, які є результатом життєдіяльності мікроорганізмів, головним чином плісневих грибів. Печиво випікається за досить високих температур (200...210° С) і має порівняно низьку вологість (близько 6%), що викликає інактивацію ферментів.

Кислотне число жирової складової підвищується, на наш погляд, за рахунок дії молекулярного кисню. Найбільш легко при цьому окислюються жири, які містять велику кількість ненасичених жирних кислот. Жирні кислоти, що накопичуються в цьому випадку, мають більш низьку молекулярну масу, ніж кислоти, що входили до складу вихідних ацилгліцеринів жиру.

Численними дослідженнями з виробництва і зберігання печива встановлено, що під час зберігання зразків печива при встановлених ГОСТом умовах погіршення органолептичних показників печива відбувається при досягненні значення перекисного числа 0,08% йоду. Це викликане появою вторинних продуктів розкладу перекисних сполук і неприпустиме для доброякісного печива.[2]

Проведені дослідження із встановлення зміни перекисного числа жирової складової зразків печива з різним вмістом жиру в процесі зберігання показали, що інтенсивне збільшення перекисного числа спостерігалось в зразках печива, що виготовлені на смальці – критичне значення перекисного числа досягає вже після 10 діб зберігання. Наступними ідуть зразки на маргарині, та стійкішими за усі виявилися зразки, що виготовлені на жирі Вегао 73-02 – значення перекисного числа зразків досягає критичного числа 0,08% після 30 діб зберігання. Це пояснюється, перш за все, дією речовин – інгібіторів процесу окислення, які входять до складу пальмового масла, що є основною частиною жиру Вегао 73-02.

На сьогодні є достатня кількість сировини та добавок, що мають антиоксигенну активність, до них відносять зародкові пластівці пшениці, токоферол, Р-каротин, фосфоліпіди тощо [4].

**Таблиця 2 – Зміна жирнокислотного складу здобного печива на основі жиру Вегао 73-02 в процесі зберігання, % до загальної суми**

<b>Жирна кислота</b>	<b>Перший день зберігання</b>	<b>15 днів зберігання</b>	<b>30 днів зберігання</b>
Лауринова C <sub>12:0</sub>	0,038	0,043	0,032
Міристинова C <sub>14:0</sub>	0,194	0,172	0,156
Міристолейнова C <sub>16:0</sub>	0,255	0,220	0,334
Пальмітинова C <sub>16:1</sub>	14,912	15,471	13,375
Пальмітолейнова C <sub>17:0</sub>	0,351	0,305	0,209
Маргарінова C <sub>18:0</sub>	0,141	0,121	0,112
Стеаринова C <sub>18:1</sub>	16,740	18,989	21,495
Олейнова C <sub>18:2w6</sub>	50,569	49,614	49,955
Лінолева C <sub>18:2w4</sub> C <sub>18:3</sub>	13,192	11,294	10,940
	0,269	0,278	0,122
Ліноленова C <sub>20:0</sub>	0,366	0,356	0,367
Арахінова C <sub>20:1</sub>	1,514	1,544	1,449
Гондова C <sub>20:4w6</sub>	0,713	0,682	0,704
Арахідова C <sub>22:0</sub>	0,215	0,251	0,191
Бегенова C <sub>22:4</sub>	0,333	0,346	0,322
Адренова C <sub>22:1</sub>	0,198	0,315	0,236

Відомо, що меланоїдини мають значну антиоксигенну активність. При термообробці печива є всі умови для протікання реакції меланоїдиноутворення: до його складу входять редуруючі цукри та азотвмісні сполуки [3]. Завдяки наявності хімічних розпушувачів печиво має слабколужне середовище, в якому реакція Майара протікає найбільш інтенсивно.

Відомо, що цукроза не приймає участі в реакції Майара. Тому нами були проведені дослідження, в яких цукрозу як сировинний

інгредієнт замінювали на глюкозу і фруктозу в кількості 5, 10, 15%. Для вивчення впливу різних концентрацій моноцукрів на терміни зберігання здобного печива був проведений комплекс досліджень за значенням стану ліпідного комплексу в процесі зберігання.

Для визначення ступеня окислення жирів печива застосовували метод ультрафіолетової спектроскопії. Отримані результати показали, що інтенсивність накопичення продуктів окислення жирів закономірно знижується з підвищенням концентрації моноцукрів. Наприклад, якщо порівнювати зразки з заміною 10% фруктози, глюкози та контрольний зразок, то фруктоза інтенсивніше за глюкозу гальмує окислення жирів печива, а глюкоза, відповідно, інтенсивніше за цукрозу.

Протягом всього терміну зберігання кількість вільних жирних кислот збільшується в усіх зразках. Кислотонакопичення в зразку на цукрі в процесі зберігання збільшується в 2 рази. У зразках печива з додаванням моносахаридів швидкість накопичення вільних жирних кислот менша, і складає відповідно 1,24, 0,9, 0,86 та 0,75 разів.

Кількісно накопичення первинних продуктів окислення оцінювали за допомогою визначення перекисних чисел. Порівнюючи криві накопичення перекисів, можна сказати, що додавання моносахаридів до складу печива гальмує окислювальні процеси. Інтенсивність гальмування окислювальних процесів залежить як від виду моносахаридів, так і від його концентрації.

Появу вторинних продуктів окислення контролювали за методом, заснованим на реакції карбонільних сполук з бензидинацетатом.

*Таблиця 3 – Зміна бензидинових чисел здобного печива в процесі зберігання*

Зразок печива	Вміст альдегідів, мг% коричневого альдегіду, під час зберігання печива впродовж			
	Щойно випечене	15 діб	30 діб	45 діб
На цукрі	1,30	1,83	2,27	3,41
5% глюкози	1,28	1,45	1,93	2,58
10% глюкози	1,23	1,33	1,81	2,31
5% фруктози	1,15	1,22	1,73	2,14
10% фруктози	1,0	1,17	1,58	1,93

З отриманих даних бачимо, що інтенсивний приріст карбонільних сполук спостерігається наприкінці зберігання зразків печива (таблиця 3). Це пояснюється їх утворенням, яке

супроводжується розкладанням перекисів. При цьому відбувається погіршення органолептичних показників.

У процесі самоокислення жирів, які містять лінолеву і ліноленову кислоти, утворюються  $\alpha$ -дикарбонільні сполуки, при дії на які спиртовими розчинами лугів виникає буре забарвлення. Чим більше міститься  $\alpha$ -карбонільних сполук, тим інтенсивніший колір розчину. Вважають, що причиною появи забарвлення лужного розчину є альдольна конденсація  $\alpha$ -дикетонів із утворенням сполук, аналогічних за будовою похідним п-ксинохінона. Проведений нами аналіз вмісту  $\alpha$ -дикарбонільних сполук показав, що додавання моносахаридів до складу здобного печива гальмує окислення його жирової складової.

**Таблиця 4 – Зміна вмісту  $\alpha$ -дикарбонільних сполук у зразках печива в процесі зберігання**

Зразок печива	Термін зберігання			
	0 діб	15 діб	30 діб	45 діб
На цукрі	0,37	0,56	1,20	1,24
5% глюкози	0,32	0,43	0,72	0,86
10% глюкози	0,21	0,28	0,50	0,73
5% фруктози	0,12	0,15	0,25	0,56
10% фруктози	0,10	0,12	0,17	0,43
На фруктозі	0,03	0,08	0,15	0,17

З підвищенням концентрації моносахаридів збільшується антиоксигенна активність. Проведені досліді з вивчення вмісту  $\alpha$ -дикарбонільних сполук в зразках печива показав (таблиця 4), що додавання моносахаридів зменшує вміст карбонільних сполук у зразках щойно випеченого печива і гальмує їх накопичення в процесі зберігання продукту.

Проведені досліді підтверджують попередні висновки про те, що фруктоза інтенсивніше за глюкозу приймає участь у меланоїдиновій реакції, відповідно і більш інтенсивно гальмує самоокислення жирової складової печива.

Так додавання 10% глюкози або 5% фруктози в рецептурну композицію печива підвищує термін його зберігання в 1,5...1,7 рази, а повна заміна цукру на фруктозу дозволяє отримати печиво, термін зберігання якого в 2 рази довший за аналогічне на цукрі.

Сировина, яка використовується для виробництва борошнених кондитерських виробів часто має антиокисні властивості. Так

зародкові пластівці пшениці містять високу кількість вітаміну Е, який є потужним природним антиоксидантом.

З метою встановлення впливу зародкових пластівців пшениці на термін зберігання печива, виготовленого з використанням маргарину та нетрадиційних жирів – смальцю та жиру Вегао 73-02, були проведені дослідження окислювальних процесів за зміною перекисних і кислотних чисел.

Протягом всього терміну зберігання спостерігалось накопичення вільних жирних кислот. Порівняно високі значення кислотного числа в усіх зразках пояснюються високою власною кислотністю зародкових пластівців пшениці (біля 7 мг КОН). Зразок на смальці досягає значення кислотного числа 1,5 мг КОН через 15 днів, на маргарині – через 37 днів, а на Вегао – лише через 52 дні зберігання.

Результати досліджень показали, що динаміка накопичення перекисів різна для всіх зразків. Так в зразку на смальці кількість перекисів досягає значення 0,08% йоду через 23 дні зберігання, на маргарині – через 37 дні, а на жирі Вегао лише через 55 днів.

З отриманих даних можна зробити висновок, що додавання зародкових пластівців пшениці до борошна подовжує термін зберігання здобного печива на смальці та жирі Вегао 73-02 в 1,5 та в 1,8 рази відповідно.

Застосування сировини, що містить антиоксиданти, не завжди є можливим. Тому доцільно окремо застосовувати речовини, що обумовлюють антиокислювальні властивості певної сировини.

Такими речовинами є токоферолі, каротиноїди, фосфоліпіди тощо.

Досліджували вплив DL-а-токоферолу фірми Hoffman La Roche, 30% суспензії β-каротину в олії та лецитину фірми Stern на збереженість якісних показників печива в процесі зберігання.

Проведені дослідження впливу соєвого лецитину (фосфатидилхоліну) на збереженість якісних показників печива на основі маргарину і смальцю показали ефективність застосування природних антиокисників під час виробництва печива. Але, різні антиокисники гальмують перекисне окислення в різному ступені. Ефективність дії антиокисників на зразки печива на основі маргарину і смальцю також відрізняються. Це пояснюється тим, що до складу маргарину входять речовини, які мають антиокисні властивості (токоферолі, каротиноїди тощо), а смалець не містить таких речовин зовсім. Тому дія речовин – інгібіторів більш яскраво виражена в зразках печива на смальці.

Так контрольний зразок здобного печива на смальці досягає значення 0,07+0,08% йоду вже через 16 днів, в той час як зразок із

токоферолом – через 30 днів, з Р-каротином – через 27 днів, з лецитином – через 20 днів зберігання. Зразки на маргарині – через 30, 55, 45 та 37 днів відповідно.

Найбільш потужним антиоксидантом є токоферол, додавання якого збільшує термін зберігання здобного печива на смальці та на маргарині в два рази,  $\beta$ -каротин збільшує термін зберігання печива на смальці в 1,7 разів, а на маргарині в 1,5 рази.

Лецитин виявився не досить потужним антиоксидантом. Додавання лецитину збільшує термін зберігання здобного печива на смальці в 1,4 рази, а на маргарині в 1,1 рази.

Аналіз отриманих даних показав, що додавання DL- $\alpha$ -токоферолу до складу здобного печива подовжує термін його зберігання в 2 рази, додавання  $\beta$ -каротину подовжує термін зберігання печива в 1,5 рази.

**Висновки.** Встановлено, що термін зберігання печива залежить від кількості та якості жирів.

Вивчено механізм окислення ліпідного комплексу печива на маргарині, на жирі Верао 73-02 (замінник маргарину) та на смальці в процесі зберігання. Встановлено, що жири, які мають в своєму складі природні антиоксиданти, сприяють подовженню термінів зберігання печива. Так жир Верао 73-02, виготовлений на основі пальмової олії, до складу якої входять каротиноїди, подовжує термін зберігання печива в два рази по відношенню до термінів зберігання аналогічного печива на маргарині. Смалець, до складу якого практично не входять речовини антиокисної дії, скорочує термін зберігання печива в 1,5...1,7 рази по відношенню до печива, приготовленого на основі маргарину. Вивчений вплив різних видів сировини та добавок антиокисної дії (моносахаридів, зародкових пластівців пшениці, DL- $\alpha$ -токоферолу,  $\beta$ -каротину, лецитину) на збереженість якості печива в процесі зберігання.

#### *Список літератури*

1. Димань, Т. Т. Функціональні продукти: користь і здоров'я [Текст] / Т. Т. Димань // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – № 8–9. – С. 24–25.
2. Кричман, Е. С. Антиоксиданти для масложировых продуктів [Текст] / Е. С. Кричман // Пищевая промисловість. – 2007. – №6. – С. 38–39.
3. Матвеева, И. В. Пищевые добавки и сенсорная оценка качества печенья [Текст] / И. В. Матвеева // Кондитерское производство. – 2006. – № 4. – С. 22–24.
4. Яшин, А. Я. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах [Текст] / А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Пищевая промисловість. – 2007. – № 5. – С. 28–29.

Отримано 1.10.2010. ХДУХТ, Харків.

© В.М. Михайлик, А.М. Сесь, Л.В. Даниленко, 2010.