

Ю. І. Сенік

Західноукраїнський національний університету;
ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

ПАКУВАННЯ ПАСТЕРИЗОВАНОГО МОЛОКА ЯК ЕЛЕМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО ЯКОСТІ

На сучасному етапі розвитку харчової промисловості захисна функція пакування для максимального збереження якості продукту все менше є пріоритетною для виробників. Тепер, на передній план виходить маркетингова складова – передача інформації споживачам для збільшення продажів продукту. Це пов'язано з тим фактом, що під час процесу купівлі споживач спочатку аналізує та оцінює зовнішній вигляд упаковки продукту, а лише потім ознайомлюється з інформацією, яка там винесена. Пакування продукції має на меті трансляцію певної інформації консьюмеру, яку, умовно, можна розділити на вербальну та візуальну. Не менш цікавими є вплив прозорості споживчої тари на ймовірність придбання цього товару. Такий ефект обумовлений безпосереднім візуальним сприйняттям продукту через упаковку та, відповідно, довіри до нього. З продукції різної номенклатури, представленої на полицях торгівельних закладів видно, що такий елемент «комунікації» з покупцями маркетологи вже успішно використовують, використовуючи повністю прозору упаковку чи лише певні її частини. Метою статті є лабораторне вивчення впливу різного типу освітлення на молоко пастеризоване у різних типах пакування та врахування цих результатів у розробці дизайну пакування та способах комунікації з покупцями. У статті розглянуто теоретичні основи впливу світлових променів та кисню на смак молока пастеризованого. Експериментальну частину перевірки гіпотези впливу УФ-випромінювання на молоко в різному пакуванні розділено на два етапи: на першому етапі проведено оцінку змін показників пероксидації ліпідів та органолептичних показників молока, яке зберігалось у прозорому та білому PET пакуванні, а на другому – у прозорому PET пакуванні та пюрпаці. Проведене дослідження дало поштовх до зміни підходу оцінки якості продукції на прикладі кореляції кількісних показників, отриманих аналітичними методами, та органолептичної оцінки продукції з їх подальшою статистичною обробкою. Використання титрометричного і фотометричного методів для встановлення окремих показників процесу ПОЛ дозволили пояснити отримані дані оцінки флейвору молока. Не менш важливим є статистична обробка результатів органолептичного аналізу, яка дозволила кількісно оцінити результат та сформулювати висновок про відмінність продукту відповідно від споживчої тари.

Ключові слова: *якість продукції, пакувальний матеріал, пастеризоване молоко, флейвор, ультрафіолет.*

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку харчової промисловості захисна функція пакування для максимального збереження якості продукту все менше є пріоритетною для виробників. Тепер, на передній план виходить маркетингова складова – передача інформації споживачам для збільшення продажів продукту. Це пов'язано з тим фактом, що під час процесу купівлі споживач спочатку аналізує та оцінює зовнішній вигляд упаковки продукту, а лише потім ознайомлюється з інформацією, яка там винесена [24; 43].

Сама еволюція пакування харчових продуктів безпосередньо пов'язана зі змінами потреб споживачів, наприклад, збільшення терміну придатності продукції [23], ергономічність в плані зберігання, відкривання і закривання продукту, транспортування [21; 30] та інші. Не можливо не згадати «екологічний» тренд останніх років, найбільший прояв який знайшов у пакуванні продукту [3; 45], демонструючи зростаючий інтерес до екологічної упаковки через її властивості повторного використання та переробки. Іншою інновацією в цьому напрямку є розробка компанії Tetra Pak, яка представила пакування Tetra Rex Bio-based, яке містить пластик, отриманий виключно в результаті переробки цукрової тростини, у поєднанні з картоном [44]. Серед інших інноваційних критеріїв було введено асептичний кар-

тон, який забезпечує незначний вплив на навколишнє середовище в порівнянні з пластиковою тарою [33].

Як зазначалося вище, пакування продукції має на меті трансляцію певної інформації консьюмеру, яку, умовно, можна розділити на вербальну (склад, поживна цінність і слоган) та візуальну (колір упаковки, прозорість, дизайн, зображення, матеріал і розмір пакування) [4]. Із ряду досліджень [31; 36] відомо, що вплив цих «комунікацій» дуже по-різному сприймається та інтерпретується свідомістю покупця, а їх результати доводять, що саме візуальний елемент пакування краще ретранслює інформацію у порівнянні зі словесною частиною. Не менш важливим є той факт, що зображення в пам'яті споживачів зберігаються як чіткий самостійний образ з формуванням стійкої енграми, натомість вербальні описи частіше створюють в свідомості різні конотації та можуть бути не правильно сприйняті [34].

Не менш цікавими є результати досліджень [39; 40] впливу прозорості споживчої тари на ймовірність придбання цього товару. Такий ефект обумовлений безпосереднім візуальним сприйняттям продукту через упаковку та, відповідно, довіри до нього. З продукції різної номенклатури, представленої на полицях торгівельних закладів видно, що такий елемент «комунікації» з покупцями маркетологи вже успішно викорис-

товують, використовуючи повністю прозору упаковку чи лише певні її частини. Тим не менш, залишається відкритим питання, наскільки такий підхід вплине на якість самого харчового продукту, особливо молока, яке є складною полікомпонентною гетерогенною системою, кожен зі складників якої вносить свій вклад в органолептичні характеристики продукту, які є одними з основних для консьюмера.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив інтенсивності природного освітлення, спрямованої дії УФ випромінювачів та часу експозиції цих факторів на хімічний склад молока та органолептичні характеристики вивчено багатьма вченими: Mestdagh F. з колегами [38], Webster J.B. зі співавторами [47]. Також проведено дослідження впливу світлодіодного випромінювання на молоко: Brotherson C. та інші [8], Martin N. та колеги [16], Potts H.L., Amin K.N. та Duncan S.E. [37]. Окрім цього, на цю тему написано дисертаційну роботу, в якій автор описує механізм зміни хімічного складу молока та потенційний вплив продуктів перетворення на смакові властивості продукту [25]. В цих наукових працях встановлені потенційні зміни у хімічному складі молока, а також проведено органолептичну оцінку продукту, проте ґрунтовнішого розгляду потребує питання ролі пакування різного складу, а також потенційний вплив такого продукту на попит покупців і потенційні можливості комунікації зі споживачами для підкреслення якості власної продукції.

Мета статті. Саме тому, метою цього дослідження стало лабораторне вивчення впливу різного типу освітлення на молоко пастеризоване у різних типах пакування та врахування цих результатів у розробці дизайну пакування та способах комунікації з покупцями. Кількісну оцінку «ефективності» упаковки щодо збереження органолептичних характеристик, складу та окислювальної стабільності оцінювали за допомогою оцінки смаку і запаху продукту дегустаторами, вмісту вітаміну С та концентрації утворених продуктів ПОЛ.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження обрано молоко пастеризоване з масовою часткою жиру 2,5%, що має найбільший попит серед споживачів. У ролі пакувального матеріалу обрано прозорий та білий (із захисним покриттям) PET. Для встановлення впливу освітлення використано холодильники-вітрини з освітлювальним елементом однакової інтенсивності освітлення та температури зберігання в межах $4 \pm 20^\circ\text{C}$. Молоко в спожитковій тарі розміщувалося аналогічно до джерела освітлення як і на полиці магазину для максимального наближення до звичайних умов зберігання продукції.

Для встановлення впливу освітлення на молоко проведено дослідження:

1. Концентрації аскорбінової кислоти титриметричним методом за допомогою 2,6-дихлорофеноліндофенолу (реактив Тільманса) [42];

2. Вміст гідропероксидів ліпідів молоці визначали за методом, принцип якого полягає в осадженні протеїну трихлороцтовою кислотою з наступним внесенням

у середовище тіоціанату амонію. До 0,6 мл продукту додавали 2,8 мл етанолу та 0,05 мл 50%-го розчину ТХО і струшували протягом 5 хв. Відбирали 1,5 мл супернатанту і до нього додавали 1,2 мл етанолу, 0,02 мл концентрованої HCl, 0,03 мл 1%-го розчину солі Мора в 3%-му розчині HCl, струшували і через 30 с додавали 0,2 мл 20%-го розчину тіоціанату амонію. Абсорбцію вимірювали при $\lambda = 480$ нм. Вміст гідропероксидів ліпідів визначали за різницею між дослідним зразком і контролем, в який замість продукту додавали відповідну кількість дистильованої води.

3. Концентрацію ТБК-активних продуктів у продукті вимірювали за допомогою кольорової реакції малонового діальдегіду (МДА) з тіобарбітуровою кислотою (ТБК) в умовах високої температури і кислого середовища, що приводить до утворення триметинового комплексу, котрий містить одну молекулу МДА і дві молекули ТБК. Для осадження протеїнів до 2 мл продукту додавали 4,5 мл 20%-ої фосфорновольфрамкової кислоти і осад, що утворився, центрифугували при 2500 об/хв протягом 15 хв. Надосадову рідину зливали, а до осаду додавали 1,0 мл 0,8%-го розчину ТБК і витримували протягом 1 год на водяній бані при температурі 100°C . Після цього пробірки охолоджували і центрифугували протягом 10 хв при 6000 об/хв. В одержаному центрифугаті вимірювали абсорбцію при 535 і 580 нм проти контрольної проби, яка замість гомогенату містила дистильовану воду. Дворазове вимірювання абсорбції дозволяє виключити поглинання забарвлених комплексів ТБК речовинами неліпідної природи. Концентрацію ТБК-активних продуктів у зразку виражали в нмоль МДА на грам тканини, використовуючи коефіцієнт молярної екстинції утвореного комплексу, який дорівнює $0,156 \text{ мкмоль}^{-1} \cdot \text{мл}^{-1}$.

4. Для органолептичної оцінки досліджуваних зрізів продукції використано тест «трикутник», який передбачає одночасне представлення трьох зразків продукції членам дегустаційної комісії, два з яких одного складу, а один – іншого. Окрім цього проведено органолептичний аналіз зрізів молока, яке зберігалося за різних умов дії світла методом «ранжування».

Всі отримані дані були піддані статистичній обробці.

Вклад основного матеріалу дослідження. За останні п'ять років в Україні спостерігається систематичне зниження молочної сировини та виробництва молока питного пастеризованого та зростання частки експортних молочних товарів на полицях крамниць [22]. Аналогічні тенденції спостерігаються і в Європі, так, в Італії, яка займає передову позицію в молочному секторі ЄС, будучи найбільшим виробником PDO (Protected Designation of Origin) сирів, виробництво молока на національному рівні у 2019 році знизилося на 5% порівняно з попереднім роком і зберігало цей показник до 2022 року, в якому кількість виготовленого молока зросла на 1,65% [10].

Таку негативну тенденцію до споживання молока коров'ячого можна пов'язати зі зростанням публікацій, які вказують на негативний вплив молока на орга-

нізм людей та зміщують акцент споживання на користь альтернативних напоїв, такі як рослинне молоко [1; 11; 20; 48]. Ця негативна ринкова тенденція посилюється також відсутністю маркетингової стратегії, яка б допомогла споживачам здійснити переоцінку цього продукту. Як вже не одноразово зазначалося, саме упаковка є найбільш безпосереднім елементом маркетингу продукту, саме тому багато іноземних компаній використовують нові стратегії розрізнення продукту, які ґрунтуються на складі і властивостях продукту, інноваціях в області пакування та привабливості продукту для споживачів. Натомість, український ринок демонструє низький рівень диференціації молока за допомогою упаковки, що додатково підкреслює роль, яку воно відіграє як товар. Як правило, для упаковки використовуються ламіновані композитні матеріали та ПЕТ-пластик який містить етикетку з традиційних кольорів компанії.

Тим не менш, первинним завданням пакувального матеріалу є захист готового продукту, в тому числі від утворення такої вади у молочних продуктах як «сонячний присмак» (sunlight flavor) та зміна смаку через пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ). Із літературних джерел [41] відомо, що перша вада продукту є наслідком окиснення білків, тоді як ПОЛ обумовлена двома факторами: концентрацією розчиненого кисню і дією ультрафіолетових променів. Якщо ж екстраполювати ці фактори на пакування, то можна сформулювати дві основних характеристики до матеріалу спожиткової тари: проникненість для кисню з повітря та здатність і швидкість пропускання світлових променів різної довжини хвилі. Окиснення молока в основному відбувається під дією природного або штучного світла, включаючи сонячне, флуоресцентне та світлодіодне світло.

Цей процес індукується фотосенсибілізаторами, які присутні в молоці, основним з яких є вітамін В2 або рибофлавін [15; 28]. Основний стан рибофлавіну – синглетний, за дії кванта світла відбувається передача енергії, яка зумовлює збуджений стан та утворення триплетної форми вітаміну, яка при рН=7 володіє потенціал відновлення у 1,7 В [18], що є достатнім для відриву електронів або атомів Гідрогену ряду органічних сполук, у тому числі поліненасичених жирних кислот, вітамінів С та Е [12].

У зв'язку із довгим часом життя триплетного рибофлавіну він може взаємодіяти з розчиненим киснем, при цьому відбувається збудження триплетного O₂ до синглетного, який має високу реакційну здатність і легко взаємодіє з ненасиченими жирними кислотами, білками та вітамінами [7]. У результаті окиснення утворюються продукти цього процесу, які негативно впливають на смак молока, а інтенсивність органолептичного показника носить дозозалежний характер [9; 46]. Підтвердженням цього є результати досліджень [37], згідно яких група споживачів вже після 4 годин низькоінтенсивного флуоресцентного опромінення (1460 люкс) змогла встановити неприємний присмак у молоці з вмістом жиру 2%.

В іншому дослідженні [41] встановлено, що смак молока за дії фотонів здатний змінюватися, так, у перших два-три дні формується «сонячний присмак», який характеризують дегустатори як запах пригорілого та окисленого продукту. При подальшій дії світла розвивається «картоноподібний або металевий» смак, який виражається зниженням смаку продукту та його «порожністю». Хімічний аналіз цього молока показав, що диметилдисульфід і метіонал, які можуть утворюватися в результаті окиснення сірковмісних амінокислот, таких як метіонін, можуть зумовлювати «сонячний присмак» [17; 26]. Натомість «картоноподібний або металевий» смак може бути обумовлений вторинними продуктами окиснення ліпідів, включаючи гексаналь, пентаналь, кетони, альдегіди, спирти та вуглеводні [41]. Підтвердженням цих припущень є результати досліджень молока, яке зберігалось за умов світлового навантаження, методом «Dynamic Headspace» [27] та «Solid-phase microextraction (SPEM)» [32], в якому виявлено диметилдисульфід, пентаналь, гексаналь і гептаналь.

Наявні на ринку пакувальні матеріали не володіють достатніми захисними властивостями для збереження свіжості молока впродовж всього терміну придатності [14; 35], наприклад, прозоре скляне пакування створює ефективний бар'єр для атмосферного кисню [29], але затримує лише 10% світлових хвиль у видимому спектрі [13]. Популярне картонне пакування у високій мірі забезпечує захист від фотоокисації молока, але швидкість газообміну є висока, так пропускання кисню в 54 рази вища, у порівнянні з прозорим поліетиленетерфталатом (PET) та в 19 раз вища, ніж у пляшки з пігментованого поліетилену високої щільності (HDPE) [8].

У ряді досліджень [38; 47] показана ефективність пакування з повним захистом від світлових хвиль для захисту свіжості молока, але через значні економічні витрати підприємства продукт не буде рентабельним у виробничому масштабі. Саме тому розроблені різні світлозахисні добавки (light-protective additives (LPA)), наприклад діоксид титану (TiO₂), які додаються до полімерів як HDPE так і PET для формування пакувального матеріалу з достатнім захистом продукту впродовж його терміну придатності та прийнятними фінансовими втратами для підприємства [2].

Експериментальну частину перевірки гіпотези впливу УФ-випромінювання на молоко в різному пакуванні розділено на два етапи: на першому етапі проведено оцінку змін показників пероксидації ліпідів та органолептичних показників молока, яке зберігалось у прозорому та білому PET пакуванні, а на другому – у прозорому PET пакуванні та пюр-паці.

Так, проведено два паралельних дослідження розділених у часі щодо впливу ультрафіолету на молоко в різному PET пакуванні (табл. 1 і 2). Із отриманих даних видно, що зберігання продукту впродовж 5 діб за дії природного та штучного освітлення, яке використовується у холодильнику-вітрині зі скляними стінками, зумовило зростання, як первинних продуктів пероксидації – гідропероксидів, так і кінцевих продуктів – ТБК-активних продуктів.

Таблиця 1 – Результати дослідження продуктів пероксидації ліпідів та вітаміну С у молоці, яке зберігалось в прозорому і білому PET пакуванні

День аналізу	Вітамін С, мг%		Гідропероксиди, Е/мл		ТБК, нмоль/мл	
	Біла пляшка	Прозора пляшка	Біла пляшка	Прозора пляшка	Біла пляшка	Прозора пляшка
0	2,89	2,94	0,012	0,013	2,964	3,132
1	2,55	1,74	0,082	0,186	3,524	4,488
3	1,84	1,03	0,181	0,308	6,828	8,160
5	0,36	0,21	1,132	1,264	14,664	22,016

Повторне дослідження мало аналогічні показники зміни продуктів ПОЛ та вітаміну С.

Таблиця 2 – Результати повторного дослідження продуктів пероксидації ліпідів та вітаміну С у молоці, яке зберігалось в прозорому і білому PET пакуванні

День аналізу	Вітамін С, мг%		Гідропероксиди, Е/мл		ТБК, нмоль/мл	
	Біла пляшка	Прозора пляшка	Біла пляшка	Прозора пляшка	Біла пляшка	Прозора пляшка
0	2,90	2,90	0,012	0,013	2,992	3,524
3	1,88	1,27	0,194	0,36	7,692	9,932
5	0,47	0,25	1,196	1,369	16,860	25,540

Окрім цього, необхідно зазначити, що у двох експериментах підтверджено різке зниження вмісту вітаміну С в молоці у період його зберігання. Тим не менш, варто відмітити швидкість зміни вмісту цього вітаміну в продукті, який зберігали у різному пакуванні. Згідно таблиці 1а, кількість аскорбінової кислоти у білій пляшці зменшилася у 1,13 рази, тоді як у прозорому пакуванні – у 1,69 рази. На третій день експерименту, відповідно, у 1,57 рази для білої пляшки і 2,85 рази для прозорої пляшки. Аналогічні показники можна побачити і в другому експерименті (табл. 2) – зміни в білій пляшці становили 1,54 рази, тоді в прозорій – 2,28 рази. Різке зниження вмісту вітаміну С на 5 добу зберігання може бути зумовлене його антиоксидантною дією на зростання швидкості пероксидації ліпідів, на що вказує різке збільшення вмісту гідропероксидів у 6,25 і 6,16 рази в білій пляшці та в 4,10 і 3,80 рази – в прозорій та різне зростання кількості продуктів ПОЛ – 2,15 і 2,19 рази для білої пляшки і 2,70 і 2,57 рази – для прозорої пляшки.

Для статистичної оцінки відмінності смаку молока у різних пакуваннях за дії УФ використано метод «трикутника». З точки зору точності встановлення відмін-

ності у «флейворі» продукції цей метод знижує можливість «випадкового» вибору правильної відповіді до 33,3%, що підвищує об'єктивність оцінки продукту та, відповідно, ефективність прийнятого рішення на основі отриманих даних. Результати дослідження взірців молока з описаних вище досліджень представлені у таблиці 3 і 4.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що вже на третій день зберігання молока у прозорій PET пляшці можна з точністю встановити його відмінний смак у порівнянні з молоком, яке зберігалось у білому пакуванні. Окрім цього, для результатів повторного дослідження органолептичної оцінки молока, при залученні 10 дегустаторів проведено розрахунок двох основних параметрів:

1. Кількість дегустаторів, які «відчули» різницю в смаку. Ймовірності достовірних відповідей при органолептичному аналізі продукції членами дегустаційної комісії не характеризує кожного індивідуально, а описує загальну концепцію формування результатів досліджень такого типу. Модель просто оцінює найбільш імовірну частку людей, які здатні встановити різницю в смакових властивостях взірців продукції, таким чином, відпо-

Таблиця 3 – Результати органолептичного дослідження молока, яке зберігалось в прозорому і білому PET пакуванні методом «трикутника»

день аналізу	кількість дегустаторів	правильні відповіді	% правильних відповідей
1	6	4	66,67
3	5	4	80
5	4	3	75

Таблиця 4 – Результати повторного експерименту органолептичного дослідження молока, яке зберігалось в прозорому і білому PET пакуванні методом «трикутника»

день аналізу	кількість дегустаторів	правильні відповіді	% правильних відповідей
1	10	6	60
3	10	8	80
5	10	8	80

відають правильно, а не тих, хто випадково відповідає правильно. Іншими словами, проблема полягає в тому, скільки членів комісії дійсно володіють необхідними органолептичними якостями. На основі статистичних шансів правильного «вгадування» можна розрахувати кількість дегустаторів, які здійснили цей вибір. Аксіомою цього припущення буде те, що загальна кількість правильних відповідей становитиме адитивне значення членів комісії, які свідомо зробили правильний вибір продукції і тих, хто правильно вгадав. Формула (1) є математичним вираженням цього твердження [6]:

$$ПВ = A + \frac{1}{n}(N - A) \quad (1)$$

де $ПВ$ – кількість правильних відповідей; A – кількість членів комісії, які здатні встановити органолептичні відмінності продукції; N – загальна кількість членів комісії; n – кількість взірців продукції для порівняння.

Якщо підставити відомі значення показників з формули (1), то отримуємо таке рівняння:

$$8 = A + \frac{1}{3}(10 - A),$$

з якого можна розрахувати показник A , який становитиме 7. Таким чином, з восьми дегустаторів сім відчули різницю у смаку, що є вагомим показником для прийняття рішення про відмінність за смаком цих продуктів.

2. Для додаткового підтвердження цього твердження проведено також розрахунок розподілу χ^2 -квадрат. Для цього використано формулу, запропоновану дослідниками Amerine M.A. і Roessler E.B. [5]:

$$\chi^2 = \frac{(|O_1 - E_1| - 0,5)^2}{E_1} + \frac{(|O_2 - E_2| - 0,5)^2}{E_2} \quad (2)$$

де O_1 – кількість правильних результатів, отриманих у тестуванні

O_2 – кількість неправильних варіантів, отриманих у тестуванні

E_1 – очікувана кількість правильних відповідей, яка становить добуток загальної кількості досліджень (n) помножену на ймовірність (p) випадкового вибору правильної відповіді відповідно до типу застосовуваного тесту:

$p = 0,100$ для тесту «два з п'яти».

$p = 0,500$ для тесту «дуо-тріо» та порівняльних тестів на основі вибору з двох взірців

$p = 0,333$ для тесту «трикутник»

E_2 – очікувана кількість неправильних варіантів, яка відповідає добутку загальної кількості досліджень (n) помноженої на ймовірність ($q = 1 - p$) випадкового вибору неправильної відповіді відповідно до типу застосовуваного тесту:

$q = 0,900$ для тесту «два з п'яти».

$q = 0,500$ для тесту «дуо-тріо» та порівняльних тестів на основі вибору з двох взірців

$q = 0,667$ для тесту «трикутник»

У формулу (2) внесено поправку на безперервність, яка становить $(-0,5)$, вона необхідна, бо розподіл χ^2 є безперервним, а частоти, що спостерігаються в органолептичних дослідженнях, є цілими числами. У зв'язку

з цим, статистичне наближення може знаходитися в межах точності $1/2$.

Отриманий результат χ^2 становить 9,23, що знаходиться в межах $p \leq 0,01 - p \leq 0,02$, які становлять, відповідно, 9,31 і 7,82. Таким чином, ці дані підтверджують тезис відмінність смаку в молоці, яке зберігалось в прозорій PET пляшці, порівняно з білим пластиком.

Висновки. Проведене дослідження дало поштовх до зміни підходу оцінки якості продукції на прикладі кореляції кількісних показників, отриманих аналітичними методами, та органолептичної оцінки продукції з їх подальшою статистичною обробкою. Використання титрометричного і фотометричного методів для встановлення окремих показників процесу ПОЛ дозволили пояснити отримані дані оцінки флейвору молока. Не менш важливим є статистична обробка результатів органолептичного аналізу, яка дозволила кількісно оцінити результат та сформулювати висновок про відмінність продукту відповідно від споживчої тари. Таким чином, можна сформулювати ряд висновків:

– при зберіганні молока у прозорій PET пляшці ультрафіолетові промені у більшій мірі індукують, ймовірно, через тіамін, пероксидне окиснення як ліпідів, так і білків. На це вказує зростання як первинних, так і кінцевих продуктів ПОЛ у молоці;

– білий PET пакувальний матеріал, ймовірно, володіє нищою пропускну здатністю для УФ-променів, а, отже, здатний краще зберігати продукт та, відповідно, його смак. Підтвердженням цього є нижчі значення гідропероксидів і ТБК-активних продуктів у цьому молоці, а також його органолептична оцінка;

– використання кількісної оцінки результатів органолептичних досліджень, особливо це стосується «розподілу χ^2 -квадрат», дозволило зрозуміти достовірність сформованого на основі цих даних висновка, бо точність досліджень для будь-якого підприємства є пріоритетним, так як дозволяє ефективно використовувати вкладені кошти.

Таким чином, отримані дані підтверджують попередні висновки [19] щодо блокування кольоровим упакуванням, у тому числі і білим, небезпечних світлових хвиль з довжиною до 500 нм. Виходячи з вище вказаного пляшка з поліетилентерефталату білого кольору у меншій мірі пропускає ультрафіолет, який здатний активувати фото-чутливі групи окремих молекул, таких як O_2 , рибофлавін, та окремі жиророзчинні вітаміни. Тому молочний продукт у білій пляшці довше зберігатиме свій нативний смак, що забезпечить вимоги покупця.

Перспективи подальших досліджень. Запропонована нами публікація привертає увагу до необхідності поєднання як маркетингових досліджень, так і хімічного аналізу готового продукту, адже первинним завданням будь-якого харчового підприємства є забезпечення безпечності та якості продукції. Тому видаються перспективними аналогічні дослідження для молока, яке зберігалось у картонному пакуванні (Pure-Pack) та PE плівці. А також провести корелятивні зв'язки між органолептичними характеристиками продукту та їх кількісною оцінкою процесу пероксидації ліпідів.

References:

1. 12 Reasons to Stop Drinking Cow's Milk [12 Reasons to Stop Drinking Cow's Milk]. Available at: <https://www.peta.org/living/food/reasons-stop-drinking-milk/>
2. Stancik, C.M. (2017) Accelerated light protection performance measurement technology validated for dairy milk packaging design. *Packaging Technology & Science*, vol. 30, pp. 771–780.
3. Suppakul, P. (2003) Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *J. Food Sci*, vol. 68, pp. 408–420.
4. Adam, M.A., Ali, K. (2014) Impact of visual elements of packaging of packaged milk on consumer buying behaviour. *Interdiscip J. Contemp Res Bus*, vol. 5, pp. 118–160.
5. Amerine, M.A., Roessler, E.B. (1942) Wines: Their sensory evaluation. Second Edition. [Wines: Their sensory evaluation. Second Edition]. W.H. Freeman & Co. San Francisco, CA.
6. Antinone, M.A., Lawless, H.T., Ledford, R.A., Johnston, M. (1994) The importance of diacetyl as a flavor component in full fat cottage cheese. *Journal of Food Science*, vol. 59, pp. 38–42.
7. Boff, J.M., Min, D.B. (2002) Chemistry and reaction of singlet oxygen in foods. *Comprehensive review in Food Science and Food Safety*, vol. 1(1), pp. 58–72.
8. Brotherson, C., McMahan, D.J., Legako, J., Martini, S. (2016) Comparison of milk oxidation by exposure to LED and fluorescent light. *Journal of Dairy Science*, vol. 99(4), pp. 2537–2544.
9. Chapman, K.W., Whited, L.J., Boor, K.J. (2002) Sensory threshold of light-oxidized flavor defects in milk. *Journal of Food Science*, vol. 67(7), pp. 2770–2773.
10. CLAL. Quadro dei paesi dell'Unione Europea [CLAL. Quadro dei paesi dell'Unione Europea] (2020). Available at: https://www.clal.it/en/?section=quadro_europa&country=IT
11. Cow milk alternatives, and why you should stop drinking milk [Cow milk alternatives, and why you should stop drinking milk]. Available at: <https://thehumaneleague.org/article/cow-milk>
12. Decker, E.A. Antioxidant mechanisms. In: Akoh C.C., Min D.B. (1998) Food lipids chemistry, nutrition, and biotechnology. New York: Marcel Dekker, pp. 397–401.
13. Duncan, S.E., Hannah, S. (2012) Light-protective packaging materials for foods and beverages. Ch. 15. In Yam K.L., Lee D.S. (Eds). *Emerging food packaging technologies: Principles and practices*, pp. 303–322.
14. Duncan, S.E., Webster, J.B. (2010) Oxidation and protection of milk and dairy products. In Decker E.A., Elias R.J., McClements D.J. (Eds.). Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications. *Management in different industry sectors*, vol. 2, pp. 121–155.
15. Edwards, A.M., Silva, E. (2001) Effect of visible light on selected enzymes, vitamins and amino acids. *J. Photochem Photobiol*, vol. 63(1-3), pp. 126–131.
16. Martin, N. (2016) Exposure of fluid milk to LED light negatively affects consumer perception and alters underlying sensory properties. *Journal of Dairy Science*, vol. 99(6), pp. 4309–4324.
17. Gaafar, A.M., Gaber, F.I. (1992) Volatile flavor compounds of sunlight-exposed milk. *J. Dairy Sci*, vol. 20(1), pp. 111–115.
18. Lu, C.Y. (1999) Generation and photosensitization properties of oxidized radical of riboflavin: a laser flash photolysis study. *J. Photochem Photobiol B*, vol. 52(1-3), pp. 111–116.
19. Griffiths, M.W. (2010) Improving the Safety and Quality of Milk [Griffiths M.W. Improving the Safety and Quality of Milk]. NY: Woodhead Publishing.
20. Health Concerns About Dairy. Avoid the Dangers of Dairy With a Plant-Based Diet [Health Concerns About Dairy. Avoid the Dangers of Dairy With a Plant-Based Diet]. Available at: <https://www.pcrm.org/good-nutrition/nutrition-information/health-concerns-about-dairy#:~:text=Milk%20and%20other%20dairy%20products,%2C%20ovarian%2C%20and%20prostate%20cancers>
21. Heide, M., Olsen, S.O. (2017) Influence of packaging attributes on consumer evaluation of fresh cod. *Food Qual Prefer*, vol. 60, pp. 9–18.
22. Ofitsijnyj sajt Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. Available at: <https://ukrstat.gov.ua/>
23. Demartini, E. (2019) Impact of information and food technology neophobia in consumers' acceptance of shelf-life extension in packaged fresh fish fillets. *Sustain Prod Consum*, vol. 17, pp. 116–125.
24. Koutsimanis G. (2012) Influences of packaging attributes on consumer purchase decisions for fresh produce. *Appetite*, vol. 59, pp. 270–280.
25. Jae Hwan Lee, M.S. (2002) Photooxidation and photosensitized oxidation of linoleic acid, milk, and lard [Photooxidation and photosensitized oxidation of linoleic acid, milk, and lard]. The Ohio State University. Available at: https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=osu1486549482662984&disposition=inline
26. Jung, M.Y., Yoon, S.H., Lee, H.O., Min, D.B. (1998) Singlet oxygen and ascorbic acid effects on dimethyl disulfide and off-flavor in skim milk exposed to light. *J. Food Sci*, vol. 63(3), pp. 408–412.
27. Kim, Y.D., Morr, C.V. (1996) Dynamic headspace analysis of light-activated flavor in milk. *Int. Dairy J*, vol. 6(2), pp. 185–193.
28. King, J.M. (1996) Riboflavin photosensitized singlet oxygen oxidation of vitamin D (Ph. D. dissertation). Columbus, Ohio: The Ohio State University, Columbus, pp. 65–105.
29. Kontominas, M.G. (2010) Packaging and shelf life of milk. Ch 5. In Ed: Robertson G.L. *Food packaging and shelf life: A practical guide*, pp. 81–102.
30. Loose, S.M., Peschel, A., Grebitus, C. (2013) Quantifying effects of convenience and product packaging on consumer preferences and market share of seafood products: The case of oysters. *Food Qual Prefer*, vol. 28, pp. 492–504.
31. Mandler, J.M., Johnson, N.S. (1976) Some of the thousand words a picture is worth. *J. Exp. Psychol*, vol. 2, pp. 529–540.

32. Marsili, R.T. (1999) SPME-MS-MYA as an electronic nose for the study of off-flavors in milk. *J. Agric Food Chem*, vol. 47(2), pp. 648–654.
33. Meneses, M., Pasqualino, J., Castells, F. (2012) Environmental assessment of the milk life cycle: The effect of packaging selection and the variability of milk production data. *J Environ Manage*, vol. 107, pp. 76–83.
34. Mueller, S., Szolnoki, G. (2010) The relative influence of packaging, labelling, branding and sensory attributes on liking and purchase intent: Consumers differ in their responsiveness. *Food Qual Prefer*, vol. 21, pp. 774–783.
35. Johnson, D.S. (2015) Packaging modifications for protecting flavor of extended-shelf-life milk from light. *Journal of Dairy Science*, vol. 98(4), pp. 2205–2214.
36. Paivio, A., Csapo, K. (1973) Picture superiority in free recall: Imagery or dual coding? *Cognit Psychol*, vol. 5, pp. 176–206.
37. Potts, H.L., Amin, K.N., Duncan, S.E. (2017) Retail lighting and packaging influence consumer acceptance of fluid milk. *Journal of Dairy Science*, vol. 100(1), pp. 146–156.
38. Mestdagh, F. (2005) Protective influence of several packaging materials on light oxidation of milk. *Journal of Dairy Science*, vol. 88(2), pp. 499–510.
39. Sevilla, J. (2012) When it's what's outside that matters: Recent findings on product and packaging design. *ACR North Am. Adv*, vol. 40, pp. 308–312.
40. Simmonds, G., Spence, C. (2017) Thinking inside the box: How seeing products on, or through, the packaging influences consumer perceptions and purchase behaviour. *Food Qual Prefer*, vol. 62, pp. 340–351.
41. Skibsted, L.H. (2000) Light-induced changes in dairy products. *Bulletin International Dairy Federation*, vol. 346, pp. 4–9.
42. Spaeth, E.E., Baptish, V.H., Roberts, M. (1962) Rapid Potentiometric Determination of Ascorbic Acid. *Anal. Chem*, vol. 34, pp. 1342.
43. Gelici-Zeko, M.M. (2013) Studying the influence of packaging design on consumer perceptions (of dairy products) using categorizing and perceptual mapping. *Packag Technol Sci*, vol. 26, pp. 215–228.
44. Tetra Rex Plant-based wins top award for 'Sustainable Innovation' [Tetra Rex Plant-based wins top award for 'Sustainable Innovation']. Available at: <https://www.tetrapak.com/about-tetra-pak/news-and-events/newsarchive/tetra-rex-bio-based-wins-top-award-for-sustainable-innovation>
45. Orquin, J.L. (2020) The visual ecology of product packaging and its effects on consumer attention. *Journal of Business Research*, vol. 111, pp. 187–195.
46. Walsh, A.M., Duncan, S.E., Potts, H.L., Gallagher, D.L. (2015) Comparing quality and emotional responses as related to acceptability of light-induced oxidation flavor in milk. *Food Research International*, vol. 76, pp. 293–300.
47. Webster, J.B., Duncan, S.E., Marcy, J.E., O'Keefe, S.F. (2009) Controlling light oxidation flavor in milk by blocking riboflavin excitation wavelengths by interference. *Journal of Food Science*, vol. 74, pp. 390–398.
48. Ziegler, E.E. (2007) Adverse effects of cow's milk in infants. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program*, vol. 60, pp. 185–199.

Yurii Senyk

West Ukrainian National University; PJSC "Ternopil Milk Factory"

PACKAGING OF PASTEURIZED MILK AS AN ELEMENT OF ITS QUALITY ASSURANCE

At the current stage of development of the food industry, the protective function of packaging for maximum preservation of product quality is less and less a priority for manufacturers. Now, the marketing component of transferring information to consumers to increase product sales comes to the fore. This is due to the fact that during the purchase process, the consumer first analyzes and evaluates the appearance of the product packaging, and only then familiarizes himself with the information provided there. Product packaging aims to convey certain information to the consumer, which can be conventionally divided into verbal (composition, nutritional value, and slogan) and visual (packaging color, transparency, design, image, material, and packaging size). No less interesting is the influence of the transparency of consumer packaging on the probability of purchasing this product. This effect is due to the direct visual perception of the product through the packaging and, accordingly, trust in it. From the products of various nomenclature presented on the shelves of commercial establishments, it is clear that marketers are already successfully using this element of «communication» with customers, using completely transparent packaging or only certain parts of it. The purpose of the article is a laboratory study of the effect of different types of lighting on pasteurized milk in different types of packaging and considering these results in the development of packaging design and methods of communication with buyers. The article discusses the theoretical basis of the influence of light rays and oxygen on the taste of pasteurized milk. The experimental part of testing the hypothesis of the effect of UV radiation on milk in different packaging is divided into two stages: in the first stage, changes in lipid peroxidation indicators and organoleptic indicators of milk stored in transparent and white PET packaging were evaluated, and in the second stage – in transparent PET packaging and puree. The conducted research gave an impetus to change the approach to product quality assessment using the example of correlation of quantitative indicators obtained by analytical methods and organoleptic evaluation of products with their further statistical processing. The use of titrimetric and photometric methods to establish individual indicators of the LPO process made it possible to explain the obtained data on the evaluation of the flavor of milk. Equally important is the statistical processing of the results of the organoleptic analysis, which made it possible to quantitatively evaluate the result and form a conclusion about the difference of the product, respectively, from the consumer packaging.

Keywords: product quality, packaging material, pasteurized milk, flavor, ultraviolet light.

Статтю подано до редакції 25.08.2023