

Методична розробка по темі:
«Фотолюмінесценція як безконтактний метод дослідження харчових
продуктів»

Кондратюк Світлана Євгеніївна,
учитель методист, учитель фізики
лицею № 59 міста Києва
Голосіївського району

Сьогодні людина все менше довіряє якості вироблених продуктів. Це пов'язано з погіршенням умов навколишнього середовища, великою кількістю якісного фальсифікату, а також із низьким контролем якості в процесі виробництва продуктів харчування.

Одним із завдань яке ставили перед собою при реалізації проєкту – дослідити натуральні молочні сири (Радомер і Монастирський) та продукти з рослинним жиром (сирний продукт, Гауда і Молочний) для виявлення ознак псування, наявності рослинних жирів (пальмового масла), ідентифікації сирів фізико-хімічними методами.

ЗМІСТ	
ВСТУП	3
РОЗДІЛ I Теоретична частина	5-11
1.1. Явище люмінесценції	5
1.2. Спектральні методи аналізу	7
1.3. Люмінесценція метод дослідження	9
1.4. Люмінесцентні методи візуальної реєстрації	10
РОЗДІЛ II Експериментальна частина	12-18
2.1. Фальсифікація харчових продуктів та методи її визначення	12
2.2. Фальсифікація сирів	13
2.3. Результати досліджень	14
2.3.1. Фотографування плями розсіяного лазерного світла на зразках сиру різних виробників	15
2.3.2. Візуально-термічний спосіб	17
ВИСНОВКИ	18
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Стародавня східна мудрість свідчить: «Ми є те, що ми їмо». Саме це, коротке і точне формулювання пояснює, чому наше життя залежить від харчування.

Актуальність проблеми. Світовий досвід показує, що найважливіший фактор, що впливає на здоров'я населення країни і тривалість життя людини, – це кроки суспільства по запобіганню захворювань і стимулювання здорового способу життя. Головним при цьому є використання чистої води та якісної їжі.

Продукція рослинного та тваринного походження вітчизняного чи імпортного виробництва, яка надходить на ринок України має відповідати чинним нормативно-правовим актам [4,5]. Проте у сучасних умовах людина все менше довіряє якості вироблених продуктів. Це пов'язано з погіршенням умов навколишнього середовища, а також із низьким рівнем контролю якості в процесі виробництва продуктів харчування.

Мета дослідження. Метою даної роботи є використання фізико-хімічних методів досліджень для ідентифікації продуктів з рослинним жиром (сирний продукт) від натуральних молочних твердих сирів.

Матеріал і методи досліджень. Об'єктами досліджень є натуральні молочні сири (Радомер і Монастирський) та продукти з рослинним жиром (сирний продукт, Гауда і Молочний).

Дослідження зразків сиру та сирного продукту можна здійснити наступними методами:

1. Люмінесцентний експрес метод – фотографування плями розсіяного лазерного світла на зразках досліджуваних сирів (як джерело збудження фотолюмінесценції використовувалась фіолетова лазерна указка).
2. В лабораторних умовах провести кількісний люмінесцентний аналіз шляхом реєстрації спектрів люмінесценції досліджуваних свіжих і несвіжих сирів спектральними вимірювальним комплексом на базі монохроматора МДР-23.
3. Якісний візуально-термічний спосіб – нагрівання зразків твердого сиру в мікрохвильовій печі з подальшим візуальним визначенням якості продукту.

Використання лабораторного методу дещо обмежене і недоступне в шкільних навчальних лабораторіях оскільки потребує високоякісних приладів та кваліфікованого персоналу. Запропоновані два експрес-методи для ідентифікації сирів, виявлення ознак псування та фальсифікацій є високоефективними методами контролю, більш оперативнішими, швидшими та головне доступними споживачам.

РОЗДІЛ I

Теоретична частина

1.1. Явище люмінесценції

Люмінесценція (англ. luminescence, нім. Lumineszenz f) нетеплове спонтанне випромінювання світла збудженою речовиною. Яскравість речовини, що люмінесцує, є вищою за яскравість теплового випромінювання чорного тіла з тією самою температурою у тому ж самому спектральному діапазоні. Тому люмінесценцію також називають холодним світлом. Речовина, у якій спостерігається люмінесценція, називається люмінофором [2].

Люмінесценція є одним з широко розповсюджених в природі видів випромінювання. Дуже багато речовин здатні люмінесціювати. При цьому вони можуть перебувати в газоподібному, рідкому або твердому станах.

За механізмом розрізняють такі різновиди люмінесценції: резонансну, спонтанну, вимушену та рекомбінаційну.

За типом збудження розрізняють наступні види люмінесценції:

1. Фотолюмінесценція – світіння під дією світла (видимого і УФ-діапазону). Фотолюмінесценція поділяється на два види за часом життя, більш тривалий, та менш тривалий:
 1. флуоресценція (час життя 10^{-9} - 10^{-6} с);
 2. фосфоресценція (10^{-3} -10 с);
2. Хемілюмінесценція.
3. Катодолюмінісценція.
4. Сонолюмінесценція .
5. Радіолюмінесценція.
6. Тріболюмінесценція.
7. Біолюмінесценція.
8. Електролюмінесценція.
9. Кандолюмінесценція.
10. Термолюмінесценція.

Всі люмінесціюючі речовини мають загальну назву – люмінофори. Процес, збудження і свічення можна зобразити схемою, наведеною на рис. 1.1, з якого видно, що енергія випромінювання молекули завжди менша від енергії збудження.

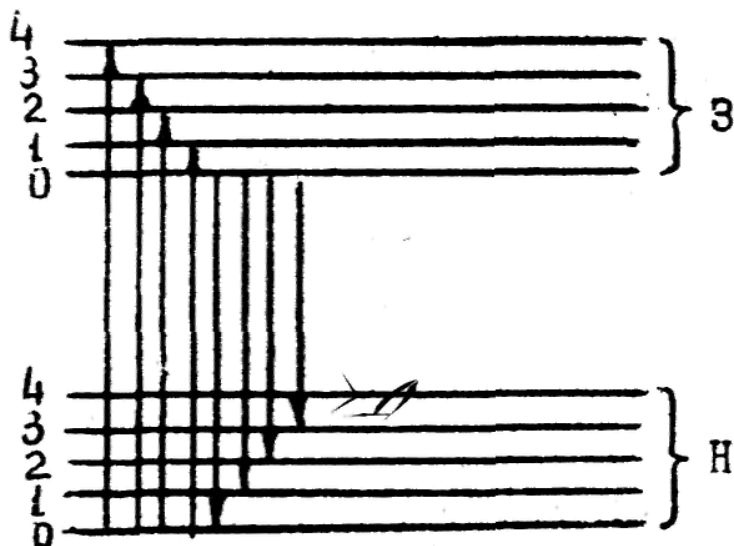


Рис. 1.1. Збуджений та нормальний стани молекули та переходи між ними в процесі люмінесценції

де H – нормальний стан молекули із станами 0,1, 2, 3, 4,

Z – збуджений стан молекули із станами 0,1, 2, 3, 4.

На основі цього було встановлено, що спектр люмінесценції зміщений відносно спектру поглинання в сторону довших хвиль (закон Стокса-Ломмеля).

В практиці найчастіше використовують *фотолюмінесценцію*, перш за все тому, що збудження світлом – універсальний спосіб збудження. Всі речовини поглинають, у видимій частині спектру, або в ультрафіолетовій (УФ) та в інфрачервоній (ІЧ) області спектра.

Приклад – свічення деяких мінералів під дією видимих та ультрафіолетових променів (рис. 1.2).

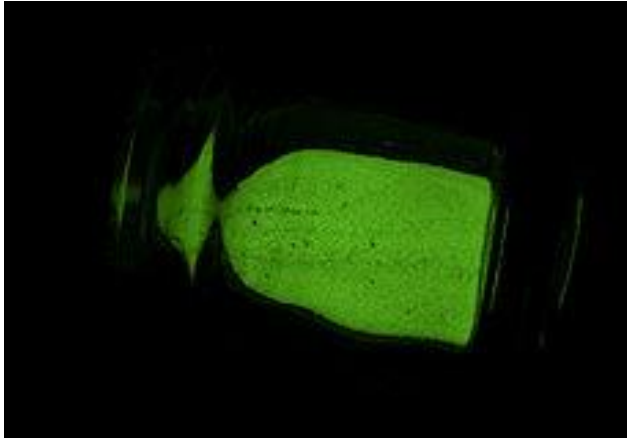


Рис. 1.2. Приклад фотолюмінесценції

1.2. Спектральні методи аналізу

Інструментальні методи в залежності від засобів вимірювань поділяються на фізичні, хімічні, фізико-хімічні і мікробіологічні.

Фізичні методи визначення якості товарів використовують для характеристики фізичних властивостей продукції. *Наприклад, за допомогою люмінесцентного аналізу можна визначити наявність цукрового сиропу в меді, пористості хліба за допомогою приладу Журавльова.*

Хімічні методи визначення якості товарів використовують для встановлення хімічних показників за допомогою стандартних речовин, вимірювальних приладів.

Фізико-хімічні методи визначення показників якості використовують в тих випадках, коли речовини хімічного складу визначають за допомогою фізичних приладів. До них відносять сучасні методи електронного аналізу, усі види хроматографії.

Мікробіологічні методи використовують для визначення загальної кількості мікроорганізмів у продуктах (ковбаси, сметани) та їх видовий склад.

Експертні методи визначення якості – це методи визначення якості товару на підставі рішення, прийнятого експертами [3].

Серед сучасних методів дослідження важливу роль відіграє *спектральний аналіз*. Він належить до фізико-хімічних методів якісного й кількісного визначення

атомного та молекулярного складу речовин, ґрунтується на дослідженні спектрів, що поглинаються або випромінюються речовинами, які аналізують.

Спектром називається сукупність монохроматичних випромінювань, що належать до складу складного випромінювання. Неперервний спектр – спектр, у якого монохроматичні складові заповнюють без розривів інтервал довжин хвиль, в межах якого відбувається випромінювання.



Рис. 1.3 Неперервний спектр видимого випромінювання

<u>Колір</u>	<u>Довжина хвилі, нм</u>
Червоний	від 620 до 760
Помаранчевий	від 585 до 620
Жовтий	від 575 до 585
Зелений	від 510 до 575
Блакитний	від 480 до 510
Синій	від 450 до 480
Фіолетовий	від 380 до 450

Спектром речовини називають упорядкований по довжинах хвиль електромагнітне випромінювання, що випускається, що поглинається, розсіюється або переломлюється речовиною. Методи, засновані на одержанні та вивчення спектрів випускання (емісії) електромагнітного випромінювання (енергії), називають емісійними, поглинання (абсорбції) – абсорбційними, розсіювання – методами розсіювання, заломлення – рефракційні.

Спектр речовини отримують, впливаючи на нього температурою, потоком електронів, світловим потоком (електромагнітною енергією) з певною довжиною хвилі (частоти випромінювання) та іншими способами. При певній величині енергії впливу речовина здатна перейти в збуджений стан. При цьому відбуваються

процеси, що призводять до появи в спектрі випромінювання з певною довжиною хвилі.

Види спектрального аналізу.

Атомний. Визначає елементарний склад по атомних спектрах випромінювання і поглинання.

Молекулярний. Визначає молекулярний склад речовини по молекулярним спектрам поглинання, люмінесценції та комбінаційного розсіювання світла.

Емісійний. Проводиться по спектрах випромінювання атомів, іонів і молекул збудженими різними джерелами електромагнітного випромінювання в діапазоні від гамма випромінювання до мікрохвильового.

Абсорбційний. Здійснюють за спектрами поглинання електромагнітного випромінювання аналізованих об'єктами (атомами, молекулами, іонами речовини які знаходяться в різних агрегатних станах).

Використання спектрального аналізу:

– в сільському господарстві та харчовій промисловості – аналіз ґрунтів, кормів, рослин, продуктів харчування на наявність домішок токсичних елементів або тяжких металів);

– в медицині – спектральний аналіз волосся для того, щоб виявити порушення у мінеральному обміні речовин;

– в металургії – для аналізу металів та їх сплавів;

– в астрономії – хімічний склад Сонця, променева швидкість зірок, тиск, індукцію магнітного поля,

1.3. Люмінесцентний метод дослідження

Люмінесцентний метод дослідження відрізняється високою чутливістю та швидкістю, і знаходить все більш широке використання. Він дозволяє виявити незначну кількість люмінесцентної речовини, що у багато разів перевищує чутливість хімічних і абсорбційних методів. Крім того, люмінесцентний аналіз повністю відповідає вимогам експрес-методу. Цей метод можливо використовувати

для виявлення початкових ознак псування, якості, ідентифікації та фальсифікації продукції.

Люмінесцентний аналіз включає спостереження за яскравістю та кольором люмінесценції, що слугують люмінесцентними характеристиками, за допомогою яких можна встановити вид та сорт харчових продуктів, виявити початкову ступінь псування, наявність домішок та забруднень у аналізованій продукції.

Люмінесценція біологічних об'єктів може бути власною (первісною) або виникати за рахунок додавання в систему, що аналізується, спеціальних речовин або хімічної модифікації (вторинна люмінесценція).

Люмінесцентний метод продовольчих товарів може бути застосований в декількох напрямках:

1. Для визначення якості продовольчих товарів (виду, сорту, складу, свіжості, причин псування)
2. При встановленні фальсифікації.
3. При створенні нових видів продуктів.
4. Для оцінки безпеки товарів.
5. У дослідженнях з оцінки впливу продовольчих товарів на стан здоров'я споживачів в експериментальних умовах і при клініко-лабораторних дослідженнях.
6. У сучасних приладах та обладнанні для спектрального і імунохімічного аналізів.
7. Як складовий в ланцюгу приладів для здійснення сучасних імунобіологічних та молекулярно-біологічних досліджень.

1.4. Люмінесцентні методи візуальної реєстрації

В основі люмінесцентних методів оцінки якості продовольчих товарів лежить оцінка кольору і яскравості люмінесценції шляхом візуальної реєстрації, тобто коли приймачем світіння є око дослідника.

Цей метод дозволяє практично миттєво розпізнавати захворювання плодів, овочів на початковій стадії псування, наявність домішок, видові й сортові

відмінності продуктів та інші особливості продовольчих товарів, пов'язані з їх якістю.

Крім швидкодії і простоти, візуальні спостереження вирізняються також високою чутливістю. В багатьох випадках вони фіксують зміну якості продукту ще до того, як воно встановлюється органолептичним й фізико-хімічними аналізом.

У першу чергу використовується первісна люмінесценція для діагностики псування плодів і овочів, визначення сорту борошна, доброякісності м'яса й риби, якості молочних продуктів харчових жирів, нешкідливості деяких продуктів харчування.

При псуванні м'яса, м'ясних виробів, риби – таблиця 1.1, 1.2, 1.3 (додаток 1), жирів, молока, сирів – таблиця 1.4 (додаток 2) їх колір у світлі люмінесценції змінюється відповідно до стандартних показників [7].

Флуоресцентним методом можна виявити домішки арахісового масла в оливковій олії, додавання мінеральних масел (вазелінове, автомобільне, автосол) при додаванні домішок 1...2 % з жовто-зеленого кольору надає яскраво голубий. Топлені тваринні жири – яловичий, свинячий, баранячий, що флуоресціює, в той час як коров'яче масло має жовтий колір флуоресценції, а маргарин – блакитний. Це дозволяє виявити домішки в тваринних жирах та встановити ступінь окислення харчових жирів.

Отже, люмінесцентний метод дослідження – це метод заснований на властивості речовин люмінесціювати й змінювати кольори продуктів під дією ультрафіолетового випромінювання, залежно від їх складу, якості, свіжості, що може бути зареєстровано візуально.

РОЗДІЛ II

Експериментальна частина

2.1. Фальсифікація харчових продуктів та методи її визначення

Сьогодні, поряд із застосуванням прогресивних технологій з випуску натуральних продуктів, зустрічається велика кількість фальсифікацій, зокрема молока та молочних продуктів. При цьому такі продукти – імітатори реалізуються разом із звичайними молочними продуктами, які візуально схожі і мають маркетингові назви запозичені в натуральних продуктів типу: «сметанка», «сирочок», і при цьому незначно відрізняється за ціною. Таким чином, споживачів вводять в оману з боку недобросовісні виробники та торговельні мережі. У зв'язку з цим для врегулювання такої ситуації розроблено ряд законів: «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», «Про молоко та молочні продукти» [4,5].

Кабінетом Міністрів України було схвалено законопроект щодо посилення заходів боротьби з фальсифікацією молочних продуктів і відповідно до цього документа виробники молокозмісних продуктів зобов'язані зазначати на упаковці, що в продукції використані *рослинні жири*. Такі продукти повинні відповідно маркуватися і реалізовуватись в торговельних мережах з окремих полиць, а на упаковці повинен міститися напис про наявність в них рослинних жирів великим розміром шрифту. Окрім того, допустимий відсоток рослинних жирів у таких продуктах повинен становити 50%.

При визначенні фальсифікації харчових продуктів використовують візуальні, органолептичні та вимірювальні (фізико-хімічні) методи – таблиця 2.1.(додаток 3) [3].

Піддаються найбільшому ризику і несуть найбільші втрати від фальсифікації споживачі. Ризик споживача пов'язаний з нанесенням *шкоди його життю, здоров'ю і майну*, якщо фальсифіковані товари в результаті застосування замінників стають небезпечними.

2.2. Фальсифікація сирів

Сир – це високобілкові та високопоживні харчові продукти, які виготовляють шляхом ферментативного згортання білків молока, з подальшою обробкою і дозріванням виділеної сирної маси. Для їх виробництва використовують переважно молоко коров'яче.

Сирний продукт – це харчовий продукт виготовлений за технологією сиру з використанням немолочного жиру або білку та барвника Аннато Е 160b, який містить пігменти рожево-помаранчевого кольору біксину та норбіксину. *Продукти з частковою заміною молочного жиру рослинним жиром та іншими немолочними інгредієнтами не відносяться до натуральних продуктів.*

З однієї сторони, самостійно відрізнити сир від сирного продукту споживач не зможе: це може встановити тільки експерт. Якщо на етикетці зазначено найменування «сир», але виникла підозра, що це сирний продукт з рослинними жирами (*пальмовим маслом*), довести це можна в лабораторії.

З іншої сторони, рослинного жиру (в тому числі, *пальмового масла*) в складі сиру бути не може. Продукт з найменуванням «сир» на етикетці повинен виготовлятися виключно з молочного жиру, сичужного ферменту (або замінників) і кисломолочної закваски. В іншому випадку – перед нами фальсифікат.

Пальмова олія – справжній паразит сучасності, який повільно, але впевнено отруює наш організм. Вся справа в тому, що пальмова олія дуже дешевий заміник молочного жиру (дешевший у 8-12 разів) і може бути використана в різних галузях харчової промисловості. Крім цього, масло пальми значно збільшує термін зберігання продуктів і покращує смакові якості. *Пальмовий рослинний жир можна знайти в сирі, вершковому маслі, вершках, сирі, йогуртах, згущеному молоці, морозиві.*

Небезпечною отрутою сповільненої дії пальмову олію вважають через те, що вона має високу температуру плавлення – від 38°C до 40°C, в той час, як нормальна температура людського тіла складає 36,6 градусів. Тому пальмовий жир, потрапляючи в організм людини, не переробляється ним. Подібно пластиліну, він

починає накопичуватися на стінках судин, підвищує рівень холестерину в крові, зашлаковує організм, провокує підвищення ваги і може викликати розвиток серцево-судинних і онкологічних захворювань.

2.3. Результати досліджень

В даній роботі досліджено чотири типи сирів українських виробників. Сири були куплені на ринку «Столичний» м. Києва.

№	Назва	Вартість, грн	Склад
1	Радомер	260	Натуральне коров'яче незібране молоко, коров'яче знежирене молоко, сіль, хлористий кальцій, бактеріальний концентрат, афілакт, ферментний препарат, натуральний барвник аннато. Рослинний жир і інші шкідливі для здоров'я компоненти в ньому відсутні.
2	Монастирський	240	Натуральне коров'яче незібране молоко, коров'яче знежирене молоко, сіль, хлористий кальцій, селітра натрієва, закваска на молочних культурах, ферментний препарат, ароматизатор харчовий «Молоко топлене», натуральний барвник аннато. Рослинний жир і інші шкідливі для здоров'я компоненти в ньому відсутні.
3	Гауда	157	Молоко коров'яче незбиране, закваски бактеріальні, мезофільні культури, ферментний препарат, сіль харчова, кальцій хлористий, калій азотнокислий, барвник харчовий натуральний. Масова частка жиру в сухій речовині – 50%.
4	Молочний	51	Молоко незбиране, молоко знежирене, сіль кухонна виварна, кальцію хлорид, калій азотнокислий, сичужний фермент для сиру, натуральний барвник аннато, бактеріальна закваска для сиру. Масова частка жиру в сухій речовині – 50%.

Сири досліджувались на наявність в них рослинного (пальмового масла) двома методами:

1. *Експрес метод* – фотографування плями розсіяного лазерного світла на зразках досліджуваних сирів (як джерело збудження фотолюмінесценції використовувалась фіолетова лазерна указка).

2. Якісний візуально-термічний спосіб – нагрівання зразків твердого сиру в мікрохвильовій печі з подальшим візуальним визначенням якості продукту.

2.3.1. Фотографування плями розсіяного лазерного світла на зразках сиру різних виробників

Як джерело збудження фотолюмінесценції використовувалась кишеньковий фіолетовий лазер рис. 2.1. (додаток).



Технічні характеристики:

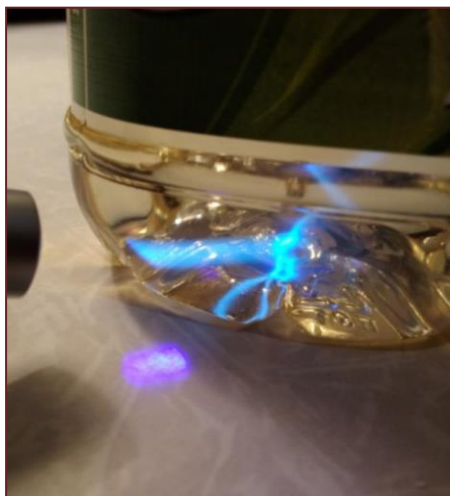
довжина хвилі: 405nm

живлення: 2xAAA

потужність: 5мВт

Рис. 2.1. Кишеньковий фіолетовий лазер

Методика дослідження полягає в тому, що зразки сиру встановлюють під променем фіолетової лазерної указки.



Спершу учні переконалися, що явище люмінесценції при освітленні олії спостерігається (рис.2.2.). Дійсно, як видно із фото, при опроміненні масло світиться голубим кольором. Фіолетова пляма на столі – це відбитий від зовнішньої поверхні промінь. Такий колір в лазера за відсутності люмінесценції.

Рис. 2.2. Явище люмінесценції олії



Пальмове масло при освітленні фіолетовим лазером теж дає голубуватий ореол навколо променя рис. 2.3.

Рис. 2.3. Пальмове масло при освітленні фіолетовим лазером

Далі проводилося фотографування досліджуваних сирів: свіжих та зіпсованих, які перебували у приміщенні при кімнатній температурі протягом 3 тижнів. При фотографуванні використовувався світлофільтр НС 13.

У фальсифікованих сирах, при наявності у них пальмового масла, колір фотолюмінесценції змінюється – замість фіолетового з'являється синій ореол в плямі.

Дані досліджень представлені у додатках 4,5.

Із запропонованого візуального способу можна зробити наступні **висновки:**

1. Визначити, які сири є більш якісними (без пальмової олії) за кольором фотолюмінесценції, доволі важко. У всіх досліджуваних сирів, колір фотолюмінесценції приблизно однаковий, хоча сир Гауда та Молочний є сирними продуктами, які мають 50% вмісту рослинного жиру.

2. Колір фотолюмінесценції свіжих та зіпсованих сирів відрізняється. Глобальні і локальні зміни кольорів зіпсованих сирів свідчать про несвіжість продукту.

3. Візуально видно, що колір фотолюмінесценції несвіжого сиру Монастирський зелений, що свідчить про ріст бактерій при псуванні.

2.3.2. Візуально-термічний спосіб

Для вирішення мети з ідентифікації досліджуваних сиру та сирного продукту я використав ще один експрес-метод, а саме якісний візуально-термічний спосіб. Для цього експрес-методу відібрані зразки, а саме сир Російський та сир Монастирській нагрівались в мікрохвильовій печі до певної температури з подальшим візуальним визначенням якості продукту.

На рисунку 2.5, 2.6 (додаток б) представлена проба продукту з рослинним жиром Молочний. За всією масою він був однорідним від білого до жовтого кольору. Після термічної обробки (1,5 хв в мікрохвильовій печі), даний продукт приймав насичено жовтий колір з яскраво вираженим помаранчевим вкрапленнями. Така проба дуже важко відділялася від термостійкого посуду.

На відміну від сиру Молочного, сир Монастирський після аналогічної обробки не змінив кольору (жовто-білий) і легко відділився від чашки рис. 2.7, 2.8. (додаток б).

Висновок: візуально-термічний спосіб ідентифікації твердих сирів від сирів із вмістом рослинних жирів (сирний продукт) дає змогу швидко, за декілька хвилин провести ідентифікацію продукту.

ВИСНОВКИ:

1. За результатами досліджень зразків сирів Радомер, Монастирський, Гауда, Молочний різними методами зроблені наступні висновки:

2.1. *Люмінесцентний експрес-метод* – дає змогу швидко зробити висновок про якість продукту. При цьому слід прийняти до уваги, що на характер світіння впливають різноманітні домішки:

- визначити, які сири є більш якісними (без пальмової олії) за кольором фотолюмінесценції, доволі важко. У всіх досліджуваних сирів, колір фотолюмінесценції приблизно однаковий, хоча сир Гауда та Молочний є сирними продуктами, які містять 50% рослинного жиру;
- колір фотолюмінесценції свіжих та зіпсованих сирів відрізняється. Глобальні і локальні зміни кольорів зіпсованих сирів свідчать про несвіжість продукту;
- візуально видно, що колір фотолюмінесценції несвіжого сиру Монастирський зелений, що свідчить про ріст бактерій при псуванні.

2.2. *Візуально-термічний спосіб* ідентифікації твердих сирів від сирів із вмістом рослинних жирів (сирний продукт) дає змогу швидко, за декілька хвилин провести ідентифікацію продукту:

- зміна кольору при нагріванні та важкість при видаленні із термостійкого посуду свідчить про наявність рослинних жирів в продукті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Базарнова, Ю.Г. Теоретичні основи методів дослідження харчових продуктів / Ю.Г. Базарнова: Учеб. пособие. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. - 136 с.
2. Вікіпедія ([Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F>)
3. Дубініна А. А., Овчиннікова І. Ф., Дубініна С. О. та ін. М 97 Методи визначення фальсифікації товарів. Підручник. — К.: «Видавничий дім «Професіонал», 2010. — 272 с.
4. Закону України «Про молоко та молочні продукти» щодо безпечності та якості молочних продуктів № 2132- VI від 15 квітня 2010 року.
5. Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» від 22 липня 2014 року N 1602-VII
6. Лещенко, В. Г. Введение в спектральный и люминесцентный анализ / В.Г. Лещенко: Учеб.-метод. пособие / В.Г. Лещенко.-Мн.: БГМУ, 2002.
7. Парамонова Т.Н. Еспрес методи оцінки якості харчових продуктів / Парамонова Т.Н. – М : Економіка, 1988. – 108 с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

<http://www.irbis-nbuv.gov.ua/>

<https://dspace.uzhnu.edu.ua/>

<http://www.achem.univ.kiev.ua/>

Додаток 1

Таблиця 1.1

Показники люмінесценції еталонних зразків різних видів м'яса

Вид м'яса	Колір люмінесценції
Яловичина	Темно-червоний чи темно-червоно-фіолетовий з оксамитовим відтінком
Баранина	Темно-брунатний
Свинина	Рожевий з брунатним відтінком
Телятина	Світло-брунатний
Кістки, сухожилля, фасції, хрящі	Блакитний
Жир	Світло-жовтий

Таблиця 1.2

Показники люмінесценції еталонних зразків сосисок та сардельок

Вид виробів	Колір люмінесценції
Сосиски:	
Свині вищого гатунку	Блідо-рожевий
Вершкові	Блідо-рожевий неоднорідний із-за вкраплень жиру
Молочні	Блідо-рожевий з різними відтінками
Діабетичні	Блідо-брунатно-рожевий
Любительські	Рожевий різнотонний
Яловичі 1-го гатунку	Брунатно-рожевий
Сардельки	
Свині вищого гатунку	Рожевий
Свині 1-го гатунку	Рожево-брунатний
Яловичі 1-го гатунку	Брунатно-рожевий неоднорідний

Таблиця 1.3

Зміни показників люмінесценції при псуванні м'яса та риби

Вид продукту	Свіжий	Сумнівна свіжість	Не свіжий
М'ясо	Червоне, брунатне, рожеве свічення	Різнотонність світіння	Різнотонне світіння із суцільним зеленим нальотом
Риба	Немає світіння	Яскраво-біле з голубим відтінком	Брунатне з помаранчевими чи червоними плямами

Додаток 2

Таблиця 1.4

Показники люмінесценції жирів, молока, сирів

Вид продукту	Люмінесценція еталонного свіжого та якісного продукту	Зміна свічення	Ймовірні причини, що викликали зміну кольору світіння
Жири			
Масло вершкове	Від блідо-жовтого до яскраво-жовтого	Блакитне свічення на тлі яскраво-жовтого	Фальсифікація (додано маргарин)
Маргарин вершковий	Білувато-рожевий	Різнотонність світіння	Фальсифікація (надлишок рослинних масел)
Маргарин любительський	Білувато-рожевий	Голубувате свічення	Фальсифікація (надлишок рослинних масел)
Маргарин екстра	Матово-білий	Голубувате свічення	Фальсифікація (надлишок рослинних масел)
Маргарин особливий	Матово білий	Блідо-блакитне свічення	Фальсифікація (надлишок рослинних масел)
Кулінарні жири	Інтенсивно-блакитний	Блідо-блакитне свічення	Фальсифікація (надлишок рослинних масел)
Сало	Інтенсивної блакитний	Різнотонність світіння	Старіння
Молоко			
Коров'яче молоко	Яскраво жовтий	Блідо-жовті тони	Молоко від тварини з хворим вим'ям чи з содою або розведене водою на 15% й більше
Молоко кобилиць	Блакитне чи синє	Блідо-блакитне	Молоко від тварини з хворим вим'ям чи з содою або розведене на 15% й більше водою
Сир	Сіро-синій чи фіолетовий відтінок	Жовтий колір	Сир з незрілим тістом
Мед	Яскраво-жовте	Білуватий, синюватий	Фальсифікація



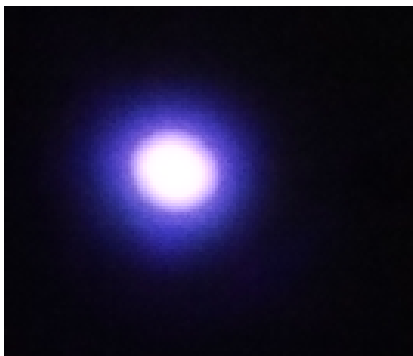



Додаток 3
Таблиця 2.1.

Класифікація методів визначення фальсифікації товарів

Методи	Показники, що визначаються	Галузь застосування
<u>Візуальні</u>	Достовірність даних маркування, штрихового кодування, акцизних марок, товарно-супровідних документів (накладні, сертифікати, якісні посвідчення)	Усі харчові продукти
<u>Органолептичні</u>	Смак, запах, за дотиком, колір та інші	Усі харчові продукти
<u>Люмінесцентні:</u> а) візуальна люмінесценція	Наявність хвороб фруктів і овочів, свіжість молока, ступінь зрілості сиру, свіжість м'яса, риби та яєць, вид борошна	Фрукти і овочі, молоко та молочні продукти, м'ясо та м'ясні продукти, риба та рибопродукти, яйця
б) флуорометрія, спектрально-люмінесцентний аналіз	Хімічний склад	Борошно, м'ясні продукти, молоко та молочні продукти, харчові жири
<u>Спектральні:</u> а) спектроскопія	Елементний склад зольного залишку	Усі харчові продукти
б) колориметрія, фотоколориметрія, спектрофотометрія	Хімічний склад, наявність домішок, слідів і псування продуктів	Усі харчові продукти
<u>Електрохімічні:</u> а) електрогравіметрія	Вміст важких металів	Кондитерські вироби, м'ясні, м'ясо, рослинні та рибні консерви
б) кондуктометрія	Вологість, концентрація	Борошно, круп'яні вироби, макарони, харчові концентрати, кондитерські вироби, молоко та молочні







Додаток 4

Фото плям розсіяного лазерного світла на зразках сиру різних виробників

Свіжий	Несвіжий
Зразок 1 (Радомер – 260 грн)	
	
Зразок 2 (Монастирський – 240 грн)	
	
Білий папір	
	

Додаток 5

Фото плям розсіяного лазерного світла на зразках сиру різних виробників

Свіжий	Несвіжий
Зразок 3 (Гауда – 157 грн)	
	
Зразок 4 (Молочний – 51 грн)	
	
Творог – ринок	
	

Візуально-термічний спосіб



Рис. 2.5, 2.6 Проба сирного продукту Російський до нагрівання і після

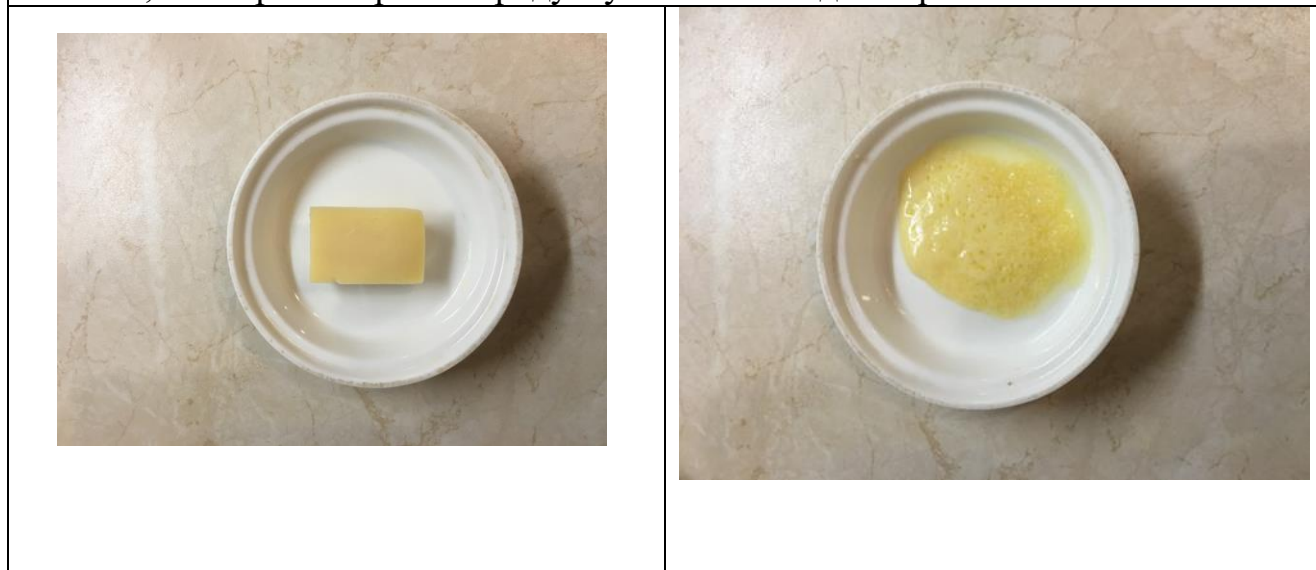


Рис. 2.7, 2.8 Проба сирного сиру Монастирський до нагрівання і після