

УДК 613.26.29

**М. І. Сичов, к.х.н., К. Ф. Боряк, д.т.н.***Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса*

### **ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ФАЛЬСИФІКАТИВ У МОЛОЧНИХ ПРОДУКТАХ**

*Наведені основні види та способи фальсифікації молочної продукції. Проведено аналіз видів і особливостей впливу фальсифікатів на здоров'я людини, основних джерел їх токсикологічної небезпеки, стану законодавчих та нормативних документів щодо технічних умов і вимог до якості молочних продуктів в Україні та в інших країнах, існуючих лабораторних методів встановлення їх якості та безпеки. Розглядається необхідність введення в існуючу нормативну документацію у вигляді технічних умов вимог щодо видів аналізів в Україні. Розглянуті особливості та переваги хроматографічних методів аналізу молочних продуктів та можливість застосування більш простих і доступних засобів встановлення натуральності молочної продукції. Пропонується введення вимог з проведення аналізів щодо вмісту меламіну, як високотоксичного сурогату білку, нових методів аналізу для виявлення фальсифікатів-замінників молочного жиру на рослинні.*

**Ключові слова:** продукти молочні, фальсифікація, ідентифікація, натуральність, склад, безпека, меламін, методи аналізу, хроматографія.

**М. И. Сычев, к.х.н., К. Ф. Боряк, д.т.н.**

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ВИЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАТОВ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ**

*Представлены основные виды и способы фальсификации молочной продукции. Проведен анализ видов и особенностей влияния фальсификатов на здоровье человека, основных источников их токсикологической опасности, состояния законодательных и нормативных документов относительно технических условий и требований к качеству молочных продуктов в Украине и других странах, существующих лабораторных методов установления их качества и безопасности. Рассматривается необходимость введения в существующую нормативную документацию в виде технических условий требований к видам анализов в Украине. Предлагается введение требований по проведению анализов по содержанию меламина, как высокотоксичного суррогата белка, новых методов анализа для выявления фальсификатов-заменителей молочного жира на растительные. Рассмотрены особенности и преимущества газохроматографических методов анализа молочных продуктов и возможность применения более простых и доступных аналитических средств установления натуральности молочной продукции.*

**Ключевые слова:** продукты молочные, фальсификация, идентификация, натуральность, состав, безопасность, меламин, методы анализа, хроматография.

**M. I. Sychov, PhD, K. F. Boriak, DSc**

### **PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR THE APPLICATION OF METHODS FOR DETECTION OF COUNTERFEITS OF DAIRY PRODUCTS**

*An analysis was made of the types and characteristics of the influence of counterfeit products on human health, the main sources of their toxicological danger, and the state of legislative and regulatory documents regarding the technical conditions and requirements for the quality of dairy products in Ukraine and other countries, and the existing laboratory methods for determining their quality and safety. The necessity of introducing requirements for the types of analyzes in Ukraine into the existing regulatory documentation in the form of technical conditions is considered. It is proposed to introduce a new method of analysis to identify vegetable fat in falsified milk fat substitutes. It is proposed to focus on the composition of the sterol fraction, which highly depends on the nature of the fat: animal or vegetable origin when evaluating the test results of*

dairy products. If the content of only milk fat in the sterol fraction should be only cholesterol. It is absent in vegetable fats, but other sterols are present: brassicasterin, campasterin, stigmasterol,  $\beta$ -sterol and others. Thus, the falsification assessment of the fat component of dairy products is established by comparing the obtained ratios of the mass fractions of methyl esters of fatty acids or their amounts with well-studied average indicators.

For the practice of laboratories, it is more appropriate to determine the Reichert-Meissl number, which is one of the constants of the milk fat and characterizes the content of low molecular weight water-soluble volatile fatty acids in 5 g of fat. If for milk fat this number is from 20 to 37, then for vegetable fats the Reichert-Meissl number is from 0.3 to 2.5 for corn and respectively 6-9 for coconut, 4-7 for palm kernel, 0.1-1.5 for palm fats. It is also possible to use another constant – iodine value. It characterizes the content of unsaturated acids in fat and makes it possible to distinguish milk fat from vegetable. In this case, use the ratio of iodine number and Reichert-Meissl number, which for milk fat is 2.5, and for vegetable fats from 90.8 (palm) to 754.2 (sunflower). This technique can be effectively used to detect counterfeits of dairy products.

**Keywords:** dairy products, falsification, authentication, naturalness, composition, safety, cyanotriamide, method of analysis, chromatography.

DOI 10.32684/2412-5288-2021-2-19-6-15

Молочні продукти мають чи не найбільший асортимент, відрізняючись по групах:

- цільномолочна продукція, в тому числі і частково знежирена або з добавками (вітаміни, білок);
- кисломолочна: кефір, сметана, ряжанка, йогурти;
- масла на основі жирів молока;
- продукти переробки молока – сири, консерви.

В літрі молока вміщується добова норма жиру, кальцію та фосфору, що необхідні організму зрілої людини, 53 % добового споживання білків, 35 % вітамінів «А», «В» та інших. Молоко по своїй біологічній природі має збалансований вміст в ньому всіх необхідних для людського організму харчових речовин, що легко перетравлюються. Хімічний склад молока відмінний для різних тварин, його властивості залежать від складу їжі цих тварин, пори року, умов утримання, догляду, віку. Найбільш цінна складова частина молока – це білки, кількість яких складає до 3,3 % і які містять всі незамінні амінокислоти. Молочний жир складається із складної суміші ацилглицеридів, в яких насичених жирних кислот 60-75 %, ненасичених – біля 30 %. Молочний жир вміщує також низькомолекулярні насичені жирні кислоти: масляну, капронову, каприлову і капрінову (4-10 %), які обумовлюють специфічний смак молочного жиру. Ненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова і арахідонова) при вмісті 3-5 % надають молочному жиру легкоплавкість в 27-34 °С, що обумовлює добре засвоєння. Основними вуглеводами молока є лактоза, моносахариди (глюкоза, галактоза та ін.). Мінеральних речовин в молоці вміщується до 1 %, в їх

складі 50 елементів, основними з яких калій, натрій, кальцій, магній, фосфор, сірка, хлор. Серед мікроелементів найбільш важливими є залізо, мідь, кремній, селен, олово, хром, свинець, цинк, марганець, алюміній, кобальт. Мікроелементи забезпечують будову і активність життєво важливих ферментів, вітамінів і гормонів, які необхідні для обміну речовин. Молоко вміщує ферменти, основні з яких редуктаза, пероксидаза, каталаза, фосфатаза, ліпаза та інші. В молоці присутні жиророзчинні вітаміни (А, D, Е, К) і водорозчинні (групи В і аскорбінова кислота).

Незважаючи на властиві кожному продукту вимоги щодо якості і безпеки, є одна головна вимога – натуральність, відсутність сировинних складових, не властивих природньому продукту тваринного походження. На молочні продукти існують відповідні державні стандарти України, в яких зазначено органолептичні, фізико-хімічні та токсикологічні вимоги до цього продукту (ДСТУ 2661:2010; ДСТУ 4274:2003; ДСТУ 4399:2005; ДСТУ 4418: 2005; ДСТУ 4421:2005).

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Ризики від споживання неякісної контрафактної харчової продукції найбільш суттєво впливають не тільки на здоров'я та безпеку людини, але й припиняють конкурентоспроможність продукції українських виробників на світовому ринку. В законі України [1] зазначені основні принципи та вимоги при виробництві харчових продуктів. Нові економічні відносини, які склалися сьогодні між державою та виробниками, відкритість ринку для збільшення конкурентності виробництва, водночас збільшили і появу у торговій мережі кількість фальсифікатів і контрафактних харчових продуктів. Великий попит і спо-

живання населенням молочних продуктів є привабливим для зловживання цим становищем недобросовісними підприємцями.

Появі та розповсюдженню контрафактної та сфальсифікованої продукції сприяють прийняті на сьогодні методи дослідження тільки загальних властивостей молочних продуктів, що не дають уяви і фактичних даних про натуральність продукту [2], а виявлення фальсифікатів можливе лише за результатами ідентифікації, фізико-хімічних аналізів, підчас доволі складних. Процесу фальсифікації сприяє фактична відсутність дієвого контролю уповноваженими органами виконавчої влади продукції, що реалізується. Відсутні опитування споживачів, виведення рейтингу якості молочних продуктів, аналіз скарг громадян на факти реалізації неякісної продукції. Споживач довіряє рекламі, інформації на упаковці товару та власним смаковим уподобанням. Недостатньо і публічної інформації, виступів експертів щодо наявності фальсифікатів і способів їх виявлення. У відношенні методів ідентифікації і аналізів молочних продуктів на натуральність існує достатня їх кількість, які мають різну ступінь складності й різне призначення [3]. Деякі з них достатньо прості і придатні для використання споживачами на побутовому рівні, наприклад встановлення вмісту муки або крохмалю йодною реакцією, вмісту соди або крейди оцтом, натуральності масла вершкового по смаку та плавкості.

Складні методи потребують лабораторного обладнання і не можуть бути застосовані в умовах реалізації на ринках ветеринарними лабораторіями, що дають посвідчення про якість молочних продуктів. Повну ідентифікацію продуктів, що має на меті встановлення якості, проводять органи з оцінки відповідності та випробувальні лабораторії.

Недосконалість існуючих методів визначення показників якості молочної продукції та ідентифікації їх натуральності у відповідності до вимог у чинних нормативних документах щодо їх якості та безпеки спонукають до проведення нових наукових досліджень в цьому напрямку. Із зростанням вартості сільськогосподарської сировини кількість випадків та різноманітність видів фальсифікації молочних продуктів на ринку буде теж збільшуватися. Тому вироблення практичних рекомендацій у боротьбі з контрафактною та небезпечною для здоров'я людей продукцією, вдосконалення методів лабораторного контролю і розробка відповідних дій для захисту прав споживачів з боку державних контролюючих органів із внесенням нових засад до діючих стандартів виробництва молочних продуктів є актуальним

завданням.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** За даними офіційної статистики [4] фальсифікована продукція у Європі складає 7 %, у Росії – 12 %, Україна ж посідає 10 місце у світі з випуску фальсифікованої продукції. Фальсифікаторів не цікавлять інші мотиви, окрім фінансової вигоди, тому напрямок збуту фальсифікатів молочної продукції завжди буде приваблювати злодіїв надприбутками. Найбільш небезпечною для здоров'я людини є фальсифікація молочної продукції із заміною корисних для споживача властивостей, наприклад, заміною натуральних компонентів складу штучними дешевими замінниками або хімічними речовинами. Саме такі види фальсифікації найбільш розповсюджені у виробництві молочних продуктів, які мають широкий асортимент виробів та фізико-хімічних показників встановлених стандартами норм. У порівнянні з м'ясними та рибними виробами молочні продукти є дешевшими, водночас достатньо корисними, і тому більш доступними для споживача.

Методи фальсифікації завжди зводяться до порушень технології виробництва за рахунок використання невідповідної сировини із доведенням значень нормованих показників до зазначених в стандартах. Виходячи з досвіду вивчення фальсифікації молочних продуктів [5], на практиці найчастіше зустрічаються такі способи фальсифікації молочних продуктів [6]:

- використання немолочних видів сировини, часткова або повна заміна жиру коров'ячого молока на рослинні жири;
- фальсифікація натуральних молочних білків, часткова або повна заміна їх меламіном та соєвим білком;
- застосування консервантів;
- застосування харчових фарб (за винятком  $\beta$ -каротину);
- застосування підсолоджувачів;
- застосування загусників для придання консистенції у вершках, сметані, згущеному молоці;
- застосування нейтралізуючих речовин (соди, крейди, аміаку, інших).

Вважається, що найбільш небезпечними серед компонентів фальсифікатів молока і молочних продуктів є :

- консерванти (саліцилова, борна, сорбінова, бензойна кислоти);
- рослинні жири, які частково або повністю заміщують молочні жири в сметані, вершках, згущеному молоці, сирах і навіть в самому молоці;
- штучне підвищення вмісту білку добавками соєвих продуктів та меламіну.

Звичайно ж, що не всі сфальсифіковані продукти тотожні щодо їх негативного впливу на здоров'я людини. Так, загущення мукою, крохмалем, зниження кислотності содою ведуть до зниження харчової цінності та смаків, тобто відмінності від природніх споживчих властивостей молочної продукції. А от застосування консервантів, які не дозволені гігієнічними нормами, вже створює загрозу здоров'ю. Застосування аспартаму в якості підсолоджувача теж пряма загроза хворим на фенілкетонурію. І особливо небезпечним в молоці є меламін, який додають для створення враження (компенсації) вмісту білку.

В Російській Федерації з 2008 року діє Федеральний закон від 12.06.2008 № 88-ФЗ «Технічний регламент на молоко и молочную продукцию». Для встановлення фальсифікації молока і молочної продукції та її безпечності випробування проводять по таких показниках [7, 8]:

- вмісту сухих речовин молока;
- наявності і вмісту жирів немолочного походження та їх кількості;
- вмісту білку і співвідношенню сивороточних білків і казеїну, наявність вмісту меламіну.

Важлива роль відводиться змісту споживчого маркування, складу продукту, його харчовій цінності та складу сировини. Між виробниками молока великої рогатої худоби та виробниками молока на рослинній основі (напої з таких інгредієнтів як мигдаль, соя та рис) називають суперечки про те, які продукти насправді можна назвати «молоком». Це спонукало Федеральне управління з лікарських засобів США переглянути на рівні законодавства визначення молока відповідно до федеральних норм, щоб захистити здоров'я населення та гарантувати, що споживачі купують те, що вони очікують, виходячи з етикетки продукту [9].

Згідно Технічного регламенту Республіки Казахстан «Требования к безопасности молока и молочной продукции» ідентифікація молока і молочної продукції проводиться для оцінки споживчої інформації, встановлення її відповідності або ж наявності фальсифікатів по наступних показниках: вміст сухих речовин, наявність вмісту жирів немолочного походження, жирнокислотному складу жирової фази молока і молочної продукції [10].

Застосування рослинних жирів [11], в основному пальмового [12], кокосового і пальмоядрового – один із найбільш розповсюджених видів фальсифікації молочних продуктів [13]. Ці жири одержують з м'якоті або ядер плодів тропічних масляних культур пресуванням або екстракцією жирів органічними розчинниками. Тропічні жири не притаманні для споживання жителями України,

тому і виникають проблеми токсиколого-гігієнічного характеру при введенні їх в наш раціон. Особливий негативний вплив ці жири мають на людей з хворобами шлунково-кишкового тракту та серцево-судинної системи. Необхідне глибоке вивчення впливу на організм людини транс-ізомерів жирних кислот тропічних жирів та залишкових кількостей екстрагентів. Тропічні жири піддають гідрогенізації воднем для збільшення термінів зберігання, при цьому жирні кислоти переходять в форму транс-ізомерів. А такі транс-ізомери порушують ліпідний обмін організму людини, вражають судини, викликають артеросклероз, серцево-судинні захворювання, діабет, онкологію, хворобу Альцгеймера, особливо при споживанні з раннього віку. Пальмовий жир займає другу позицію (31 %) серед інших у їх світовому виробництві, соняшникова олія – четверте місце (9,14 %).

В розвинутих країнах світу прийнято декларувати вміст транс-ізомерів в харчових продуктах. Враховуючи, що ринок України заповнений гідрогенізованими рослинними жирами, в яких вміст транс-ізомерів досягає 49 %, необхідно проводити контроль вмісту транс-ізомерів в масложирових продуктах на стадії державної експертизи і атестації виробництв, а також проводити періодичний контроль їхньої продукції і об'ємів використання тропічних жирів. Так, за даними проведених досліджень експертами ДП «Укрметрестандарт» із перевірених зразків масла вершкового тільки у 20 % продукту не було вмісту рослинних жирів, наявність таких було виявлено в 40 % продукції вітчизняних виробників молока згущеного та сметани. Виявлені не тільки рослинні жири в таких продуктах, але й консерванти у виді сорбінової та бензойної кислот [14]. У даний час вміст транс-ізомерів жирних кислот нормується і передбачається їх контроль в тваринно-рослинних жирах (спредах) згідно ДСТУ ISO 5508-2001. Закон України «Про молоко і молочні продукти» встановлює розмежування між молочними продуктами і продуктами, що вміщують заміники молочних складових, про що і повинно повідомлятися в споживчому маркуванні [15].

Вкрай актуальним щодо оцінки безпеки продуктів є виявлення імітації вмісту білку в молоці і молочних продуктах із застосуванням меламіну. Увага до меламіну виникла в 2007-2008 роках, після масового захворювання тварин внаслідок поїдання штучних кормів. Надалі стало відомо про забруднення меламіном в кількості до 2560 мг/кг різних видів харчових продуктів (молоко, сухе молоко, дитячі молочні суміші, йогурти, цукерки, шоколад, напої) в Китаї і в ряді країн



Південно-Східної Азії. Середня смертельна доза мелаїну в дослідях з пацюками складала 3161 мг/кг маси тіла (LD<sub>50</sub>) [16].

Характерна дія мелаїну на організм людини виражена перш за все в ураженні сечовидільної системи: випадіння кристалів в сечі з наступним утворенням камінців в нирках і розвитком ниркової недостатності. За останні роки на перше місце вийшли факти фальсифікації продуктів мелаїном деякими фірмами в Китаї, причому мелаїн був добавлений в продукти харчування навмисно. Посуд з мелаїну з часом втрачає захисний шар полімеру і мелаїн переходить в їжу, тому посуд з мелаїну заборонений на території Росії [17]. Заборона Роспотребнадзора [18] відноситься і до імпорту молока, молочних продуктів і продуктів, що містять молоко з Китаю.

Більшість вчених [19], медиків [20] та дослідників [21] схилиються до визнання негативних наслідків на людський організм від вживання рослинних жирів, які використовуються у вигляді добавок на заміну натурального жиру в молоці. Визначення масової частки жиру в молочних продуктах входить в задачі технохімічного контролю якості. В Україні прийнято бутирометричний метод визначення загального вмісту молочних жирів. В останні роки в багатьох країнах активно проводяться науково-дослідні роботи, які направлені на пошук нових експресних методів визначення жирів [22]. При цьому використовують деякі властивості жирів:

- здатність змінювати швидкість розповсюдження ультразвукових хвиль в середовищі;
- здатність кульок жиру поглинати окремі спектри інфрачервоного випромінювання;
- здатність жирних кислот до люмінесценції під дією ультрафіолету або флуоресціювати під дією лазерного випромінювання;
- здатність жиру змінювати теплопровідність молока;
- здатність атомів водню в молекулах тригліцеридів резонувати під дією магнітних імпульсів та інші. Ряд методів були втілені в роботу приладів – аналізаторів.

Найбільш прийнятним і започаткованим у всіх дослідженнях та у практиці випробувальних лабораторій методом визначення справжності та відповідності є вивчення жирно-кислотного складу продуктів. Звичайно, що цей метод є прерогативою оснащених лабораторій і випробувальних центрів. Таким, що викликає найбільшу увагу вчених і практиків лабораторій, є газохроматографічне визначення жирнокислотного складу молочних продуктів і виявлення фальсифікатів [23-25].

Недоліком газохроматографічного методу

вважають його складність, особливість процесів підготовки проб, вплив індивідуальних характеристик приладів. Є дискусійним і граничне значення вмісту тих чи інших кислот, для чого потрібні більш прості і надійні для оператора лабораторії алгоритми інтерпретації аналітичних результатів. Хроматографічний метод, який зазначено у ГОСТ Р 54471-99 «Жир молочный. Метод обнаружения растительных жиров газожидкостной хроматографией стеринов», що гармонізований з міжнародним стандартом ISO 3594, прийнятий в «Техническом регламенте на молоко и молочную продукцию» в Російській Федерації як основний арбитражний методу контролю.

Контроль, що здійснюється органами сертифікації продукції, має явно недостатню кількість критеріїв і сучасних засобів виконання. Це має відношення і до роботи лабораторій органів контролю. Діючі державні стандарти України щодо якості і безпеки молочних продуктів містять тільки узагальнені показники і перелік методів аналізів, які не дають можливості виявити денатуризовані, сурогатні, сфальсифіковані і контрафактні молочні продукти, розширити область визначення ще не введених в перелік обов'язкового визначення речовин – токсикантів. Існуючі методи «відбитків пальців», що характерні для кожного молочного продукту і є доступними для проведення аналізів та наступної ідентифікації, не введені в зміст та в практику дії стандартів, які потребують доповнення такими сучасними методами. Численні наукові дослідження, запропоновані хроматографічні методи аналізу та новітні вітчизняні прилади та їх зарубіжні аналоги не доведені до практичного втілення в роботу підприємств для контролю їх продукції, що є вимогою часу та міжнародних норм щодо якості і безпеки молочної продукції. Зрозуміло, наскільки актуальним є питання організації і проведення випробувань щодо найбільш важливих та шкідливих для здоров'я людини показників складу, натуральності і безпеки молочних продуктів.

**Мета статті:** на підставі аналізу різновидів та способів фальсифікації молочних продуктів, спираючись на існуючі положення законодавчих актів, нормативних документів виробників та чинних державних стандартів щодо якості та методів контролю цієї продукції, надати практичні рекомендації щодо вдосконалення методів виявлення фальсифікатів, встановлення відповідності та натуральності у випадках фальсифікації із застосування рослинних жирів як замінників натуральних молочних.

**Основна частина.** Основними методами визначення фальсифікатів в Україні є: інформацій-

ний, органолептичний, фізико-хімічний, хіміко-токсикологічний, радіологічний та мікробіологічний. Існує і ряд спеціальних досліджень щодо вмісту контамінантів та ксенобіотиків біологічного походження.

В роботі [11] вказано, що саме жирнокислотний склад молочного жиру молока і продуктів з нього є «відбитком пальців», що буде свідчити про справжність або ж фальсифікацію продуктів. Відмінними особливостями складу жирних кислот натурального молочного жиру є:

- наявність масляної кислоти;
- наявність міnorних компонентів (пентадеканової, пальмітинової, маргаринової кислот);
- можлива присутність транс-ізомерів ненасичених жирних кислот (в основному транс-ізомерів олеїнової кислоти) – не більше 3-5 %.

При оцінці результатів випробувань слід зосередитися на складі стерінової фракції, яка безпосередньо залежить від природи жиру: тваринного або рослинного походження. При вмісті виключно молочного жиру в стеріновій фракції повинен бути тільки холестерин. В рослинних жирах він відсутній, але присутні інші стерини: брасикастерин, кампастерин, стигмастерин,  $\beta$ -стерин та інші.

Таким чином, оцінка фальсифікації жирової фази молочних продуктів встановлюється за результатами порівняння одержаних співвідношень масових часток метильних естерів жирних кислот або їх сум з показниками, що є середньостатистичними і добре вивченими. Фальсифікацію жирової фази масла з коров'ячого молока жирами немолочного походження встановлюють по результатам порівняння одержаних співвідношень масових часток метильних естерів жирних кислот із співвідношеннями, які надані в таблиці 1.

Для практики роботи лабораторій більш придатним є визначення числа Рейхарта-Мейсля, яке є однією з констант молочного жиру і характеризує вміст в 5 г жиру низькомолекулярних водорозчинних летючих жирних кислот [22]. Якщо для молочного жиру це число складає від 20 до 37, то для рослинних жирів число Рейхарта-Мейсля складає, наприклад: для кукурудзяного від 0,3 до 2,5, для кокосового жиру – у межах 6-9, для пальмоядрового жиру – 4-7 і для пальмового жиру – 0,1-1,5 відповідно (таблиця 2). Таким чином, число Рейхарта-Мейсля може бути застосовано як визначальний показник при виявленні фальсифікації молочних продуктів [22].

Також можливо застосувати ще одну константу – йодне число. Воно характеризує вміст ненасичених жирних кислот в жиру і дає можливість відрізнити молочний жир від рослинного. Йодне число обчислюється в грамах йоду, приєд-

наних по місту розриву подвійних зв'язків в молекулах жирних кислот у 100 г жиру (табл. 3).

Таблиця 1 – Співвідношення долі метильних естерів жирних кислот [22]

| Співвідношення метильних естерів жирних кислот молочного жиру                            | Діапазон співвідношення масових часток метильних естерів жирних кислот у молочному жирі |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Пальмітинової ( $C_{16:0}$ ) к лауринової ( $C_{12:0}$ )                                 | від 5,8 до 14,5                                                                         |
| Стеаринової ( $C_{18:0}$ ) к лауринової ( $C_{12:0}$ )                                   | від 1,9 до 5,9                                                                          |
| Олеонової ( $C_{18:1}$ ) к миристинової ( $C_{14:0}$ )                                   | від 1,6 до 3,6                                                                          |
| Линолевої ( $C_{18:2}$ ) к миристинової ( $C_{14:0}$ )                                   | від 0,1 до 0,5                                                                          |
| Суми олеїнової і лінолевої до суми лауринової, миристинової, пальмітинової і стеаринової | від 0,4 до 0,7                                                                          |

Таблиця 2 – Числа Рейхарта-Мейсля для жирів різних рослинних олій [22]

| Жир                   | Число Рейхарта-Мейсля, мг КОН |
|-----------------------|-------------------------------|
| <b>Молочний:</b>      | от 20 до 37                   |
| <b>Рослинна олія:</b> |                               |
| соняшникова           | до 0,6                        |
| ріпакова              | до 0,8                        |
| кукурудзяна           | от 0,3 до 2,5                 |
| соєва                 | от 0,5 до 0,8                 |
| кокосова              | от 6,0 до 9,0                 |
| пальмове              | от 0,1 до 1,5                 |
| пальмоядрова          | от 4,0 до 7,0                 |
| арахісова             | от 0,3 до 1,8                 |
| оливкова              | от 0,2 до 1,0                 |
| бавовняна             | от 0,2 до 1,0                 |

Таблиця 3 – Значення величин йодних чисел жирів різних олій [22]

| Жир                   | Йодне число, г йоду/100 г жиру |
|-----------------------|--------------------------------|
| <b>Молочний</b>       | від 25 до 46                   |
| <b>Рослинна олія:</b> |                                |
| соняшникова           | від 125 до 136                 |
| соєва                 | від 120 до 140                 |
| ріпакова              | від 84 до 103                  |
| кокосова              | від 7 до 12                    |
| пальмова              | від 46 до 58                   |
| пальмоядрова          | від 15 до 20                   |
| кукурудзяна           | від 111 до 133                 |

Ефективність використання йодного числа з метою ідентифікації молочного жиру може бути завищена. Для уникнення помилки застосовують співвідношення йодного числа і числа Рейхарта-Мейсля, яке для молочного жиру становить 2,5, а для рослинних жирів від 32 для пальмоядрової олії до 754,2 для соняшникового (таблиця 4).

Таблиця 4 – Співвідношення значень йодного числа до числа Рейхарта-Мейсля для жирів різних рослинних олій [22]

| Жир            | Співвідношення йодного числа до числа Рейхарта-Мейсля, кількість молей йоду / кількість молей низькомолекулярних жирних кислот |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Молочний       | 2,5                                                                                                                            |
| Рослинна олія: |                                                                                                                                |
| соняшникова    | 754,2                                                                                                                          |
| соєва          | 356,7                                                                                                                          |
| кукурудзяна    | 88,1                                                                                                                           |
| ріпакова       | 509,6                                                                                                                          |
| пальмова       | 90,8                                                                                                                           |
| кокосова       | 103                                                                                                                            |
| пальмоядрова   | 32                                                                                                                             |

В такому разі розглядаються дві ознаки відмінності рослинних жирів від молочного жиру – кількість ненасичених сполук, яких в рослинних жирах більше, ніж в молочному жирі, і вміст водорозчинних летючих жирних кислот, який в рослинних жирах менший, ніж в молочному жирі. Завдяки цьому показники за своїми значеннями значно відаляються від контрольних значень, одержаних для молочного жиру [23].

В Україні існує методика, яка застосовується для визначення масової долі немолочних жирів в комбінованій жировій (тваринно-рослинній фазі, спредах) [27]. В той же час, методика оцінки їх і співвідношення по числу Рейхарта-Мейсля і величині йодного числа не є складною для більшості лабораторій в Україні і може бути ефективно використана для визначення фальсифікатів молочної продукції. На жаль, методика визначення числа Рейхарта-Мейсля і йодного числа, та оцінка їх співвідношення, як дієвий і відносно нескладний вид аналізу для встановлення натуральності жирової фази молочних продуктів, не прописана в існуючих нормативних документах в Україні. Тому більшість наших лабораторій, на відміну від дослідників більшості країн світу, не використовують таку методику щодо визначення натуральності жирів у молочних продуктах і визначення фальсифікатів.

В окремих складних і спірних випадках, як арбітражний, може бути використаний газохроматографічний метод визначення стерінових фракцій [24-26]. Результати визначення стеринів в жировій фазі молочних продуктів газохроматографічним методом є незаперечними при рішенні експертами спірних питань. Його складність визначається тільки наявністю кваліфікованого персоналу та відповідного газохроматографічного обладнання, якого в Україні на жаль поки не має.

**Висновки.** Аналіз положень основних законодавчих і нормативних актів України щодо якості молочних продуктів не дозволяє зробити висновки про однозначність вимог до способу їх виробництва, ідентифікації і контролю якості та натуральності, наявності нормативних положень щодо виявлення фальсифікатів даного виду харчових продуктів стандартизованими методами контролю.

Виконання попереджувальних дій із застосуванням законодавчої та нормативної бази, ведення моніторингу та статистики виявлення фальсифікатів на ринку молочних продуктів, об'єктивного і неупередженого контролю з боку виробника і держави, усунення можливостей застосування засобів фальсифікації і невідповідної сировини, активне введення системи аналізу ризиків та контролю по ISO 22000 (НАССР) і ДСТУ 4161-2003 «Системи управління безпекою харчових продуктів», наявність в доступу до інформації в ланцюгу: виробник ↔ реалізатор ↔ споживач повинні виключити появу фальсифікатів у молочних продуктах.

#### Список використаних джерел

1. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 р. № 771/97-ВР. Дата оновлення: 13.11.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 25.11.2021).
2. Про молоко та молочні продукти : Закон України від 24.06.2004, № 1870-IV. Дата оновлення: 16.10.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15#Text> (дата звернення: 25.11.2021).
3. Симоненко С. В., Симоненко Е. С., Антипова Т. А., Фелик С. В. Методы идентификации молока и молочной продукции. *Пищевая промышленность*. 2019. № 4. С. 92-94. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-identifikatsii-moloka-i-molochnoy-produktsii>.

4. Гаврись О. М., Кратченко А. С. Аналіз методів виявлення фальсифікації продуктів харчування: теоретичний аспект товарознавства. *Збірник наукових праць НТУ «Харківський політехнічний інститут»*. Харків, 2012. № 11. С. 8-14. URL: [http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2012\\_11.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2012_11.pdf).
5. Петрова Т. И. Фальсификация молочной продукции. Дата: 18.02.2014. URL: [http://12sanepid.ru/press/publications/2060.html?sphrase\\_id=9037](http://12sanepid.ru/press/publications/2060.html?sphrase_id=9037).
6. Идентификация и фальсификация молока и молочной продукции. URL: <https://znaytovar.ru/new779.html>.
7. Reznichenko L., Nikolenko E., Noskov S., and Shcherbinin R. Development of histological detection methods of cottage cheese falsification. BIO Web Conf. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). Volume 27, 2020. Article Number 00098. 4 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700098>.
8. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 9 июля 2013 г. № 33 «О надзоре за производством и оборотом молока и молочной продукции». Зарегистрировано в Минюсте России 10.09.2013 г. № 29921.
9. Rebecca Friedman. The Cry Over Fake Milk. URL: <https://blog.petrieflom.law.harvard.edu/2018/09/07/the-cry-over-fake-milk/> (дата звернення: 25.11.2021).
10. Об утверждении Технического регламента «Требования к безопасности молока и молочной продукции»: Постановление Правительства Республики Казахстан от 11.03.2008. № 230. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30168019](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30168019).
11. Куликовская Т. С., Гусева Т. Б., Караньян О. М., Маркевич Т. Е. Обеспечение безопасности и качества масла сливочного и молочных консервов (Российская Федерация). Федеральное агентство по государственным резервам. URL: [https://rosrezerv.gov.ru/Konsultativnij\\_sovet/Obmen\\_opitom/Obespechenie\\_bezopasnosti\\_i\\_kachestva\\_m\\_a](https://rosrezerv.gov.ru/Konsultativnij_sovet/Obmen_opitom/Obespechenie_bezopasnosti_i_kachestva_m_a).
12. Евгений Кузьменко. «Молочка» без молока: поможет ли запрет на пальмовое масло в борьбе с фальсификатом. URL: <https://eba.com.ua/molochka-bez-moloka-pomozhetly-zapret-na-palmovoe-maslo-v-borbe-s-falsyfykatom/>.
13. Пальмовое масло: украинские традиции фальсификации продуктов. URL: [https://censor.net/ru/resonance/198170/palmovoe\\_maslo\\_ukrainskie\\_traditsii\\_falsifikatsii\\_produkto](https://censor.net/ru/resonance/198170/palmovoe_maslo_ukrainskie_traditsii_falsifikatsii_produkto).
14. Молочные продукты грешат фальсификатом URL: <https://biz.liga.net/all/prodovolstvie/article/molochnye-e-produkty-greshat-falsifikatom>.
15. Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів: Закон України від 06.12.2018 р. № 2639-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2019. № 7. Ст. 41. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19#Text>.
16. Молчанова К. В., Фомина Е. Н., Носенко А. Л. Меламин в молочных и пищевых продуктах: динамика и современные подходы к решению проблемы. *Проблеми харчування*. 2009. Вип. 1-2. С. 14-21. URL: [http://medved.kiev.ua/web\\_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2\\_09/str14.pdf](http://medved.kiev.ua/web_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2_09/str14.pdf).
17. Меламиновый скандал добрался из Китая до Европы. URL: <https://www.dw.com/ru/%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BB-%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%81%D1%8F-%D0%B8%D0%B7-%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F-%D0%B4%D0%BE-%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%8B/a-3682952>.
18. Методические указания МУК 4.1.2420-08. 4.1. Методы контроля. Химические факторы. «Определение меламина в молоке и молочных продуктах». 2008. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293834/4293834260.htm>.
19. Dobson R. L., Motlagh S., Quijano M., et al. Identification and characterization of toxicity of contaminants in pet food leading to an outbreak of renal toxicity in cats and dogs. *Toxicological Sciences*. Volume 106, Issue 1, November 2008, pp. 251-262. URL: <https://academic.oup.com/toxsci/article/106/1/251/1708342>, DOI: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfn160>. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.617.1556&rep=rep1&type=pdf>.
20. Wong S. N., Chiu M. C. The scare of melamine tainted milk products [Editorial]. *Hong Kong Journal of Paediatrics*. (New Series). 2008. Vol. 13, pp. 230-234. URL: <https://www.hkjpae.org/pdf/2008;13;230-234.pdf>.
21. Молчанова К. В., Фомина Е. О., Носенко А. Л. Меламин в молочных и пищевых продук-



тах: динамика и современные подходы к решению проблемы. *Проблеми харчування*. Київ, 2009. № 1-2. URL: [http://medved.kiev.ua/web\\_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2\\_09/str14.pdf](http://medved.kiev.ua/web_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2_09/str14.pdf).

22. Лепилкина О. В., Тетерева Л. И. Методы установления фальсификации жировой фазы продуктов. *Сыроделье и маслоделие*. 2011. № 5. URL: <https://test.org.ua/usefulinfo/food/info/127>.

23. Лепилкина О. В., Тетерева Л. И. Методы контроля содержания жира в молочносодержащих продуктах. URL: <https://produkt.by/story/metody-kontrolya-soderzhaniya-zhira-v-molokosoderzhashchih-produktah>.

24. Лепилкина О. В., Тетерева Л. И. Методы установления фальсификации жировой фазы продуктов. *Сыроделье и маслоделие*. 2011. № 5. URL: <https://test.org.ua/usefulinfo/food/info/127>.

25. Чмиленко Ф. А., Минаева Н. П., Сандомирский А. В., Сидорова Л. П. Установление фальсификации молочной продукции методами газовой хроматографии. *Методы и объекты химического анализа*. 2009. № 1. С. 60-66. URL: <http://www.moca.net.ua/09/pdf/04012009-060.pdf>.

26. Нафталиев С. И., Мельникова Е. И., Селиванова А. А. Газохроматографическое определение жирнокислотного состава заменителей молочного жира и других специализированных жиров. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2009. Т. 9. Вып. 4. С. 574-581.

27. Методика выполнения измерений массовой доли немолочных жиров в масле с комбинированной жировой фазой: Свидетельство о метрологической аттестации № 081/12-0086-03 от 05.05.2003. К.: УкрЦСМ.

## References

1. Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do bezpechnosti ta yakosti kharchovykh produktiv : Zakon Ukrainy vid 23.12.1997 r. # 771/97-VR. Data onovlennia: 13.11.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text>. (data zvernennia: 25.11.2021).

2. Pro moloko ta molochni produkty : Zakon Ukrainy vid 24.06.2004, # 1870-IV. Data onovlennia: 16.10.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15#Text>. (data zvernennia: 25.11.2021).

3. Simonenko S. V., Simonenko E. S., Antipova T. A., Felik S. V. Metody identifikatsii moloka i molochnoy produktsii. *Pishhevaia promyshlennost'*. 2019. № 4. С. 92-94. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-identifikatsii-moloka-i-molochnoy-produktsii>.

4. Havrys O. M., Kratchenko A. S. Analiz metodiv vyivlennia falsyfikatsii produktiv kharchuvannia: teoretychnyi aspekt tovaroznavstva. *Zbirnyk naukovykh prats NTU «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut»*. Kharkiv, 2012. # 11. С. 8-14. URL: [http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2012\\_11.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2012_11.pdf).

5. Petrova T. I. Fal'sifikatsiya molochnoy produktsii. Data: 18.02.2014. URL: [http://12sanepid.ru/press/publications/2060.html?sphrase\\_id=9037](http://12sanepid.ru/press/publications/2060.html?sphrase_id=9037).

6. Identifikatsiya i fal'sifikatsiya moloka i molochnoy produktsii. URL: <https://znaytovar.ru/new779.html>.

7. Ljudmila Reznichenko, Elena Nikolenko, Sergej Noskov, Roman Shherbinin. Razrabotka gistologicheskikh metodov vyjavleniya fal'sifikatsii tvoroga. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferentsiya «Sel'skoe hozjajstvo i prodovol'stvennaja bezopasnost': tehnologii, innovatsii, rynki, chelovecheskie resursy» (FIES 2020). Tom 27, S. 98-102, 2020 g. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700098>.

8. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federatsii ot 9 iyulya 2013 g. № 33 «O nadzore za proizvodstvom i oborotom moloka i molochnoy produktsii». Zaregistirovano v Minyuste Rossii 10.09.2013 g. № 29921.

9. Rebecca Friedman. The Cry Over Fake Milk. URL: <https://blog.petrieflom.law.harvard.edu/2018/09/07/the-cry-over-fake-milk/> (date of application: 25.11.2021).

10. Ob utverzhdenii Texnicheskogo reglamenta «Trebovaniya k bezopasnosti moloka i molochnoy produktsii»: Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazaxstan ot 11.03.2008. № 230. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30168019](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30168019).

11. Kulikovskaya T. S., Guseva T. B., Karan'-yan O. M., Markevich T. E. Obespechenie bezopasnosti i kachestva masla slivochnogo i molochnykh konservov (Rossijskaya Federatsiya). Federal'noe agentstvo po gosudarstvennym rezervam. URL: [https://rosrezerv.gov.ru/Konsultativnij\\_sovet/Obmen\\_opitom/Obespechenie\\_bezopasnosti\\_i\\_kachestva\\_ma](https://rosrezerv.gov.ru/Konsultativnij_sovet/Obmen_opitom/Obespechenie_bezopasnosti_i_kachestva_ma).

12. Evhenyy Kuz'menko. «Molochka» bez moloka: pomozhet ly zapret na pal'movoe maslo v bor'be s falsyfikatом. URL: <https://eba.com.ua/molochka-bez-moloka-pomozhet-ly-zapret-na-pal'movoe-maslo-v-bor-be-s-falsyfikatом/>.

13. Pal'movoe maslo: ukrainskie tradicii fal'sifikacii produktov. URL: [https://censor.net/ru/resonance/198170/pal'movoe\\_maslo\\_ukrainskie\\_traditsii\\_falsifikatsii\\_produktov](https://censor.net/ru/resonance/198170/pal'movoe_maslo_ukrainskie_traditsii_falsifikatsii_produktov).
14. Molochnye produkty greshat fal'sifikatom <https://biz.liga.net/all/prodovolstvie/article/molochnye-produkty-greshat-falsifikatom>.
15. Pro informatsiyu dlya spozhyvachiv shchodo kharchovykh produktiv: Zakon Ukrayiny vid 06.12.2018 r. # 2639-VIII. Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny. 2019. # 7. St. 41. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19#Text>.
16. Molchanova K. V., Fomina E. N., Nosenko A. L. Melamin v molochnyx i pishhevyx produktax: dinamika i sovremennye podxody k resheniyu problemy. *Problemy kharchuvannia*. 2009. Vyp. 1-2. S. 14-21. URL: [http://medved.kiev.ua/web\\_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2\\_09/str14.pdf](http://medved.kiev.ua/web_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2_09/str14.pdf).
17. Melaminovyy skandal dobralsja iz Kitaja do Evropy. URL: <https://www.dw.com/ru/%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BB-%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%81%D1%8F-%D0%B8%D0%B7-%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F-%D0%B4%D0%BE-%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%8B/a-3682952>.
18. Metodicheskie ukazaniya MUK 4.1.2420-08. 4.1. Metody kontrolya. Ximicheskie faktory. «Opređenje melamina v moloche i molochnyx produktax». 2008. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293834/4293834260.htm>.
19. Dobson R. L., Motlagh S., Quijano M., et al. Identification and characterization of toxicity of contaminants in pet food leading to an outbreak of renal toxicity in cats and dogs. *Toxicological Sciences*. Volume 106, Issue 1, November 2008, pp. 251-262. URL: <https://academic.oup.com/toxsci/article/106/1/251/1708342>, DOI: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfn160>. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.617.1556&rep=rep1&type=pdf>.
20. Wong S. N., Chiu M. C. The scare of melamine tainted milk products [Editorial]. *Hong Kong Journal of Paediatrics*. (New Series). 2008. Vol. 13, pp. 230-234. URL: <https://www.hkjpae.org/pdf/2008;13;230-234.pdf>.
21. Molchanova K. V., Fomina E. O., Nosenko A. L. Melamin v molochnix i pishhevyx produktax: dinamika i sovremennye podxody k resheniyu problemy. *Problemy kharchuvannia*. Kyiv, 2009. # 1-2. URL: [http://medved.kiev.ua/web\\_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2\\_09/str14.pdf](http://medved.kiev.ua/web_journals/arhiv/nutrition/2009/1-2_09/str14.pdf).
22. Lepilkina O. V., Tetereva L. I. Metody ustanovleniya fal'sifikacii zhirovoj fazy produktov. *Syrodellie i maslodellie*. 2011. № 5. URL: <https://test.org.ua/usefulinfo/food/info/127>.
23. Lepilkina O. V., Tetereva L. I. Metody kontrolya soderzhaniya zhira v molokosoderzhashhix produktax. URL: <https://produkt.by/story/metody-kontrolya-soderzhaniya-zhira-v-molokosoderzhashchih-produktah>.
24. Lepilkina O. V., Tetereva L. I. Metody ustanovleniya fal'sifikacii zhirovoj fazy produktov. *Syrodellie i maslodellie*. 2011. № 5. URL: <https://test.org.ua/usefulinfo/food/info/127>.
25. Chmilenko F. A., Minaeva N. P., Sandomirskij A. V., Sidorova L. P. Ustanovlenie fal'sifikacii molochnoj produkcii metodami gazovoj xromatografii. *Metody i ob"ekty ximicheskogo analiza*. 2009. № 1. S. 60-66. URL: <http://www.moca.net.ua/09/pdf/04012009-060.pdf>.
26. Naftaliev S. I., Mel'nikova E. I., Selivanova A. A. Gazohromatograficheskoe opredelenie zhirkokislотного состава заменителей молочного жира и других специализированных жиров. *Sorbcionnye i hromatograficheskie processy*. 2009. T. 9. Vyp. 4. S. 574-581.
27. Metodika vypolnenija izmerenij massovoj doli nemolochnyh zhirov v masle s kombinirovannoj zhirovoj fazoj: Svidetel'stvo o metrologicheskoy attestacii № 081/12-0086-03 ot 05.05.2003. K.: UkrCSM.

Надійшла до редакції 07.12.2021