

УДК 664.9.037:664.9.035:
[343.988+347.957]

DOI: <https://doi.org/10.32631/v.2025.1.33>

Ліонелла Юріївна Улибіна,

*Харківський науково-дослідний
експертно-криміналістичний центр МВС України,
відділ товарознавчих та гемологічних
досліджень (старший судовий експерт);*

 <https://orcid.org/0009-0001-8489-3648>,
e-mail: etekh@ukr.net;

Марія Володимирівна Гарбуз,

*Харківський науково-дослідний
експертно-криміналістичний центр МВС України,
відділ товарознавчих та гемологічних
досліджень (головний судовий експерт);*

 <https://orcid.org/0009-0001-8062-204X>,
e-mail: etekh@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ РОСЛИННИХ ЗАМІННИКІВ М'ЯСА ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ СУДОВОЇ ТОВАРОЗНАВЧОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

У статті розглянуто методичні підходи до проведення судової товарознавчої експертизи рослинних заміників м'яса, описано теоретичні та прикладні аспекти дослідження цієї продукції, а також виокремлено характерні товарознавчі аспекти можливих дефектів, що впливають на якість. Запропоновано систематизовані дані щодо особливостей виконання експертизи рослинних заміників м'яса, зокрема щодо їхніх відмінностей від м'ясних виробів. Представлено основні етапи проведення експертизи та розроблено рекомендації для оцінювання якості рослинних заміників м'яса, які можуть бути корисними як експертам, так і споживачам.

Ключові слова: класифікація рослинних заміників м'яса, товарознавча експертиза, якість, інструментальні методи, фізико-хімічні методи, дефекти заміників м'яса.

Оригінальна стаття

Постановка проблеми

З позиції ідентифікації та визначення якості рослинні заміники м'яса становлять особливий інтерес у судовій товарознавчій експертизі, зокрема щодо встановлення їхньої відповідності виявленим характеристикам. Ці продукти виробляються на основі таких рослинних білків, як-от: соя, горох, пшениця, які дозволяють створити текстуру, схожу на структуру м'яса тварин. Рослинні заміники м'яса є джерелом білка, який легко засвоюється організмом людини.

Продукти на рослинній основі, призначені для заміни м'яса, містять близько 20–25 % білків, 5–10 % жирів та вуглеводів, а також амінокислоти, мінерали, вітаміни групи В та клітковину, яка сприяє процесу травлення. Подібні замітники м'яса мають високі коефіцієнти засвоєння (до 90–95 %), що робить їх цінним продуктом для споживання, особливо для вегетаріанців, веганів та осіб, які прагнуть відмовитися від споживання тваринних білків [1].

Рослинні замітники м'яса мають унікальні товарознавчі характеристики, що враховуються під час судової товарознавчої експертизи. Вони характеризуються кольором, ароматом, структурою та смаковими властивостями, подібними до традиційних м'ясних продуктів. Завдяки текстурі, отриманій методом екструзії, ці продукти імітують волокнистість м'язової тканини тварин, що є ключовим чинником у сприйнятті їхньої схожості з натуральним м'ясом споживачем [2]. До складу заміників м'яса можуть входити такі компоненти, як соєвий білок, білок гороху або пшениці, що забезпечують високий вміст незамінних амінокислот та інших поживних речовин. Крім того, для покращення смаку та консистенції в процесі виробництва додаються харчові волокна, олії, зокрема кокосова, соєва, ріпакова, соняшникова та ін., ароматизатори й барвники, які також впливають на кінцевий вигляд і смак продукції [3].

Рослинні замітники м'яса залишаються інноваційними харчовими продуктами і стають більш популярними завдяки екологічним перевагам та інтересу споживачів до здорового способу життя. Однак разом зі зростанням популярності з'являється потреба в чіткому контролі якості та належній класифікації цих продуктів під час судової товарознавчої експертизи. Таким чином, актуальним є аналіз складу рослинних заміників м'яса та можливих домішок, щоб захистити споживача від шкідливих речовин або фальсифікату. Варто зауважити, що домішки можуть потрапляти у продукт випадково або міститися у складі сировини, вони є небажаними через їхню потенційну шкоду для споживача. Це можуть бути залишки пестицидів та гербіцидів (зокрема гліфосфат), важкі метали (кадмій, ртуть, свинець, які можуть накопичуватися в рослинній сировині), природні антиживильні речовини в бобових (інгібітори протеолітичних ферментів) тощо. В умовах розширення ринку рослинних альтернатив м'ясу актуальним також стає питання судової товарознавчої експертизи для визначення автентичності цієї продукції як для внутрішніх споживачів, так і для суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності.

З точки зору товарознавчої експертизи важливими показниками рослинних заміників м'яса є термін зберігання, хімічна й біохімічна стабільність, а також відповідність встановленим стандартам безпечності та якості харчових продуктів. Строк придатності рослинних

замінників м'яса зазвичай становить 6–12 місяців завдяки спеціальним технологіям обробки і пакування, що знижують ризик окисного та мікробіологічного псування. Продукція має бути маркована відповідно до вимог нормативної документації. Це дозволяє споживачеві ознайомитися зі складом, поживною цінністю та умовами зберігання.

Стан дослідження проблеми

Рослинні замітники м'яса привертають увагу дослідників, що зумовлено їхнім потенціалом альтернативи тваринним продуктам у контексті сталого розвитку і здорового харчування. Основні напрями наукових досліджень у цій галузі за останнє десятиріччя охоплюють вивчення складу продуктів, особливостей характеристик їхнього складу, біологічної та фізіологічної цінності, визначення таких маркерів походження та автентичності, як амінокислотний профіль, вміст специфічних полісахаридів, а також летких речовин, що утворюються під час термічної обробки. Важливим напрямом дослідження є визначення параметрів якості та безпечності, зокрема вмісту металів, антиоксидантів, вологи та показників текстури, які забезпечують відповідність продукту нормативним вимогам [4; 5; 6].

Особливості класифікації рослинних замінників м'яса досліджуються в сучасних наукових роботах, адже ринок цих продуктів стрімко розвивається як в Україні, так і у світі. Зокрема, вивчалися питання розвитку ринку рослинних альтернатив м'ясу [7], деякі аспекти споживчих уподобань і чинників, що впливають на попит на рослинні замітники м'яса [8], методики виявлення специфічних компонентів у складі цих продуктів, що можуть впливати на їхню ідентифікацію під час експертної оцінки [9], способи визначення наявності добавок, які можуть змінювати поживну цінність замінників м'яса. Такими добавками можуть бути білкові ізоляти, жирові компоненти та емульгатори, вітаміни, харчові волокна з пребіотичною активністю тощо [10]. Однак питання, що стосуються класифікації рослинних замінників м'яса під час судової товарознавчої експертизи, потребують додаткових досліджень. Це зумовлено наявністю широкого спектра інгредієнтів і технологічних процесів, які використовуються під час виробництва цих продуктів, що може суттєво ускладнити процес їхньої ідентифікації. Таким чином, актуальними залишаються дослідження, спрямовані на розроблення критеріїв для уніфікації класифікаційних підходів та вирішення проблем, пов'язаних з експертною оцінкою якості рослинних замінників м'яса.

Мета і завдання дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні особливостей класифікації рослинних замінників м'яса під час проведення судової товарознавчої експертизи.

Завданнями дослідження є аналіз теоретичних і практичних аспектів класифікації рослинних замінників м'яса, а також дослідження проблем, які виникають під час встановлення їхнього складу та відповідності вимогам якості. Особливу увагу приділено виявленню таких можливих способів фальсифікації рослинних замінників м'яса, як додавання невідповідних або прихованих інгредієнтів, що може впливати на товарознавчі характеристики та ускладнювати процес експертизи цієї продукції.

Наукова новизна дослідження

Запропоновано нові підходи до класифікації рослинних замінників м'яса під час проведення судової товарознавчої експертизи. Сформульовано діагностичні завдання, які стоять перед експертом під час аналізу замінників м'яса, що дозволяє розширити уявлення про можливі аспекти дослідження цього виду продукції. Описано перспективні інструментальні методи, які можуть використовуватися для експертизи рослинних замінників м'яса, що збільшує доступний арсенал інструментів для аналізу якості. Висвітлено нові підходи до реалізації мікробіологічних методів, які можна застосовувати для дослідження безпечності замінників м'яса, що допомагає вдосконалити процес контролю якості та відповідності нормативним вимогам.

Виклад основного матеріалу

Під час проведення судової товарознавчої експертизи рослинні замінники м'яса класифікують за кількома основними параметрами, що дозволяє визначити їхні товарознавчі характеристики та відповідність стандартам якості [2; 4; 5; 8].

1. За основним білковим компонентом:

- соєві замінники – продукти, основним компонентом яких є соєвий білок (бренди *Tofurky*, *Boca*, *Yves Veggie Cuisine*, *Gardein*, *Lightlife* та ін.);

- горохові замінники – продукти на основі горохового білка, що імітують текстуру м'яса і часто використовуються в м'ясоподібних продуктах (бренди *Beyond Meat*, *Impossible Foods*, *Gardein*, *Lightlife* та ін.);

- пшеничні замінники – продукти, які містять пшеничний білок, наприклад сейтан (бренди *Tofurky*, *Upton's Naturals*, *Field Roast*, *Sweet Earth Foods*, *YamChops*, *EcoBuffet* та ін.);

- замінники на основі мікопротеїну – продукти, виготовлені з білка грибів або інших мікроорганізмів, зокрема кукурудзяна мікопротеїнова основа (бренди *Quorn* та *Enough*);

- комбіновані замінники – продукти, що поєднують різні види рослинних білків для створення складніших смакових і текстурних характеристик (бренди *Beyond Meat*, *Eat Me At*, *Green Go*, *Wanted Vegan*, *Vegurman* та ін.).

2. За формою обробки:

- пресовані замітники – рослинний білок, який пресується для створення текстури, схожої на волокнисту структуру м'яса;

- ферментовані замітники – продукти, що проходять процес ферментації для поліпшення смаку, засвоюваності та збереження поживних речовин;

- смажені або термооброблені замітники – продукти, які піддаються тепловій обробці для досягнення певних консистенції та смаку.

3. За зовнішнім виглядом та формою продукту:

- замітники, що імітують текстуру м'яса, – продукти з текстурою, максимально наближеною до текстури звичайного м'яса (наприклад, філе, котлети);

- гранули або подрібнені форми – дрібніші форми, які часто використовують як інгредієнт для приготування страв;

- фаршоподібні замітники – продукти, що нагадують текстуру фаршу та застосовуються для приготування м'ясоподібних страв.

4. За додатковими характеристиками:

- замітники, збагачені вітамінами та мінералами, – продукти, що містять додаткові поживні речовини для компенсації можливого дефіциту мікроелементів;

- замітники з пониженим вмістом жирів або солі – спеціально оброблені продукти, призначені для людей з особливими харчовими потребами.

5. За сортом як показником якості:

- продукти вищого сорту – замітники, які відповідають найвищим вимогам якості, не містять домішок, барвників або консервантів;

- продукти першого сорту – продукти високої якості, але можуть містити ряд харчових добавок, незначні домішки супутніх речовин;

- продукти другого сорту – замітники, які містять помітну кількість небажаних домішок (дріжджі, прогірклі жири, залишки пестицидів, гербіцидів, нітратів тощо) або мають відхилення від стандартів.

Описані види класифікації стають у пригоді експертам під час визначення ключових характеристик рослинних заміників м'яса та забезпечення їхньої відповідності нормативам і стандартам якості.

Перед судовим експертом під час дослідження рослинних заміників м'яса постає низка діагностичних завдань, які мають на меті визначити їхню якість, автентичність і відповідність заявленим характеристикам [6; 10; 11]. Головними діагностичними завданнями з експертизи рослинних заміників м'яса є такі:

1) визначення автентичності складу, яке спрямоване на підтвердження відповідності зразка заявленому типу білка (соевий, гороховий, пшеничний, мікопротеїн тощо). Аналіз включає ідентифікацію

специфічних маркерів, які дозволяють визначити рослинне походження білків, використаних як основа продукту;

2) оцінювання чистоти і ступеня забруднення, яке включає визначення можливих домішок, важких металів, пестицидів та мікробіологічних забруднень. Контроль якості таких параметрів є важливим для забезпечення безпечності продукту для споживачів;

3) визначення харчової цінності, яке передбачає аналіз вмісту білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінералів. Співвідношення нутрієнтів може впливати на якість продукту та є додатковим маркером для підтвердження заявлених поживних характеристик;

4) оцінювання текстурних і органолептичних властивостей, яке включає вивчення текстури, смаку, аромату та кольору продукту. Ці властивості є важливими для заміників м'яса, оскільки вони мають бути максимально наближеними до аналогічних характеристик традиційного м'яса;

5) аналіз додаткових компонентів, що передбачає перевірку наявності і вміст харчових добавок, зокрема консервантів, барвників, підсилювачів смаку та аромату, стабілізаторів консистенції тощо. Ці добавки можуть впливати на органолептичні якості і термін зберігання продукту;

6) дослідження вмісту антиоксидантів, яке включає аналіз на наявність натуральних або синтетичних антиоксидантів, що можуть додаватися для продовження терміну придатності продукту. Наявність антиоксидантів також може свідчити про якість продукту та його відповідність нормам зберігання;

7) перевірка на наявність генетично модифікованих організмів. Це є важливим аспектом експертизи, оскільки деякі білкові компоненти можуть містити генетично модифіковані складові, що має бути обов'язково зазначено на етикетці продукту.

Описані методи експертизи спрямовані на забезпечення відповідності рослинних заміників м'яса вимогам якості та нормативам. Для цього застосовують низку фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних методів аналізу. Результати експертизи можуть бути використані в судових процесах для оцінювання якості продукції та вирішення суперечок щодо складу й безпечності рослинних заміників м'яса.

Основні ідентифікаційні завдання товарознавчої експертизи рослинних заміників м'яса включають такі етапи [7; 11]:

1) підтвердження автентичності походження білків, що вимагає аналізу основного білкового складу продукту (соевий, гороховий, пшеничний тощо) та визначення його фізико-хімічних характеристик, які відображають натуральність і відсутність сторонніх домішок;

2) визначення типу рослинної сировини, що включає вивчення білкових компонентів, які можуть поєднуватися в продукті (наприклад,

комбінація горохового, соєвого і грибного білків) для отримання бажаних текстурних та смакових властивостей;

3) визначення регіону походження сировини, що передбачає аналіз слідів певних рослинних маркерів, які можуть вказувати на специфіку регіону виробництва (у деяких випадках може бути корисним для підтвердження відповідності продукту заявленим характеристикам);

4) визначення якості та класифікації заміни м'яса, що включає оцінювання фізико-хімічних та органолептичних властивостей для віднесення продукту до певної категорії (наприклад, преміум-класу чи стандартного рівня);

5) виявлення домішок та забруднень, що передбачає аналіз на наявність таких можливих домішок, як важкі метали, залишків пестицидів або шкідливих мікроорганізмів, які можуть впливати на безпечність продукту;

6) аналіз хімічного складу продукту з метою визначення вмісту білків, вуглеводів, жирів, вітамінів та мінеральних речовин. Такий аналіз допомагає підтвердити поживну цінність продукту та його відповідність заявленим характеристикам;

7) перевірка відповідності стандартам якості, яка включає оцінювання продукції згідно з чинними нормативними документами, які регулюють якість і безпечність рослинних заміників м'яса, зокрема їхній склад, умови зберігання та особливості обробки.

Описані етапи ідентифікації дозволяють всебічно оцінити рослинні заміники м'яса з точки зору їхньої якості, автентичності та відповідності нормативним вимогам. Варто зазначити, що для таких експертиз може знадобитися використання різних методів, включаючи органолептичні, фізико-хімічні, а також мікробіологічні тести [5; 12].

Під час проведення судової товарознавчої експертизи рослинних заміників м'яса, крім стандартних органолептичних (оцінювання кольору, смаку, запаху і текстури) та фізико-хімічних (визначення вологості, кислотності, білкового та жирового складу) методів, широко застосовують інструментальні методи дослідження. Ці методи включають газову та рідинну хроматографію, інфрачервону спектроскопію з перетворенням Фур'є (FTIR), а також твердофазну мікроекстракцію (SPME), що забезпечує більш детальну ідентифікацію хімічних компонентів, які утворюють текстуру і смак заміників [3; 5]. Метод газової хроматографії у поєднанні із твердофазною мікроекстракцією є особливо ефективним для аналізу летких сполук, що надають специфічний аромат і смак рослинним продуктам. Необхідно зауважити, що методика твердофазної мікроекстракції є зручною, екологічною, швидкою і чутливою, але потребує спеціальних навичок у роботі з інструментальним обладнанням та інтерпретації отриманих результатів. Високоєфективна рідинна хроматографія (ВЕРХ)

дозволяє здійснювати ідентифікацію білкових і фенольних сполук у заміниках м'яса, що є важливими компонентами для визначення харчової та органолептичної якості продукту [4; 6]. Наприклад, фенольний профіль заміників, отриманих з гороху, сої та грибів, дозволяє ідентифікувати специфічні біологічно активні речовини, характерні для кожного типу білка. Інфрачервона спектроскопія з перетворенням Фур'є є зручним методом для оцінювання складу рослинних заміників м'яса без руйнування зразку для аналізу. Ця методика широко застосовується для визначення структурних особливостей компонентів білків та їхніх сумішей, які використовуються в рослинних заміниках м'яса, і дозволяє вивчати зміни в молекулярній структурі продукції, зумовлені, наприклад, термічною обробкою або додаванням текстуризуючих агентів.

Застосування таких хемометричних методів, як аналіз головних компонентів (PCA), кластерний аналіз, а також частковий дискримінантний аналіз найменших квадратів (PLS-DA), забезпечує точність і надійність результатів аналізу, а також дозволяє класифікувати заміники м'яса за типом білка, походженням сировини та іншими характеристиками [9; 11]. Ці методи сприяють кращому розумінню властивостей рослинних білкових заміників і дозволяють всебічно оцінити їхню якість і відповідність заявленим параметрам.

Мікробіологічні методи судової товарознавчої експертизи рослинних заміників м'яса спрямовані на визначення наявності та кількості мікроорганізмів у продукті, а також на оцінювання їхньої безпечності для споживачів. Основні мікробіологічні методи, які застосовуються під час експертизи заміників м'яса, включають такі підходи [12]:

1) визначення загальної кількості мікроорганізмів, що передбачає підрахунок загальної кількості бактерій, грибів та інших мікроорганізмів у продукті. Цей метод дозволяє оцінити санітарний стан виробництва та умови зберігання рослинних заміників;

2) ідентифікація видів мікроорганізмів, що передбачає аналіз на наявність конкретних видів мікроорганізмів, які можуть впливати на безпечність продукту. Особливу увагу приділяють виявленню патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів, зокрема *Salmonella*, *Escherichia coli* та *Listeria monocytogenes*, оскільки ці мікроорганізми є небезпечними для здоров'я людини;

3) аналіз стійкості мікробів до зовнішніх факторів, який включає дослідження стійкості мікроорганізмів до різних умов, таких як термічна обробка або змінений атмосферний тиск. Цей аналіз важливий для оцінки безпечності зберігання та обробки продукту;

4) визначення мікотоксинів (токсинів, що могли утворитися в продукті як продукти життєдіяльності пліснявих грибів).

Мікробіологічна експертиза рослинних заміників м'яса покликана визначити, чи містить продукт мікроорганізми, які можуть

бути потенційно небезпечними для споживачів. Такий аналіз є важливим для забезпечення безпечності та відповідності продуктів харчування нормативним вимогам.

Характерні дефекти рослинних заміників м'яса – це дефекти, які виникають у процесі виробництва, зберігання або обробки цього продукту і можуть впливати на його органолептичні, фізико-хімічні, структурні та мікробіологічні властивості. До найпоширеніших дефектів рослинних заміників м'яса можна віднести такі [13]:

1) зміна текстури, тобто рослинні заміники м'яса можуть втрачати свою пружність або набувати надмірної твердості, що зазвичай пов'язано з умовами зберігання або недотриманням технологічного процесу. Зміни в текстурі значною мірою впливають на споживчі характеристики продукту;

2) окиснення жирів, які входять до складу деяких рослинних заміників м'яса. Це призводить до появи неприємного запаху, зміни кольору та погіршення смакових властивостей. Основними чинниками, що впливають на окиснення, є доступ до кисню, підвищена температура та пряме світло;

3) знебарвлення, яке виникає в результаті реакцій окиснення та впливу світла. Зокрема, заміники м'яса з додаванням бурякового соку або інших природних барвників можуть втрачати колір під час зберігання;

4) надлишок вмісту води може впливати на текстуру продукту та створювати середовище для розвитку мікроорганізмів, що може знизити термін придатності продукту;

5) неприємний запах і присмак виникає під впливом високої температури під час термічної обробки або внаслідок тривалого зберігання. Це може бути наслідком окиснення жирів або взаємодії білкових компонентів з іншими складовими продукту;

6) мікробіологічна контамінація, зокрема наявність плісняви, виникає за умов використання неякісної сировини, недотримання умов технології виробництва, а також неправильного зберігання;

7) розшарування компонентів може спостерігатися в продуктах, що містять різні види рослинних білків та стабілізаторів. Це негативно впливає на зовнішній вигляд і текстуру продукту;

8) наявність сторонніх об'єктів, зокрема таких домішок, як фрагменти рослинного матеріалу, часточки ґрунту тощо, що свідчать про низьку якість і порушення санітарних норм під час виробництва продукції.

Важливо враховувати, що деякі з цих дефектів можуть виникати внаслідок природних процесів або впливу зовнішніх факторів і не завжди свідчать про низьку якість продукту [14].

Експертиза рослинних заміників м'яса дозволяє оцінити відповідність продукту стандартам якості, а також виявити можливі

дефекти чи недоліки, що можуть вплинути на безпечність та якість продукту для споживача. Проведення експертизи заміників м'яса включає кілька послідовних дій та аналізів для визначення якості й відповідності стандартам. Загальна послідовність дій під час проведення експертизи рослинних заміників м'яса є такою [15].

1. Візуальний огляд зразка з метою визначення загального стану продукту. Експерт оцінює колір, текстуру, аромат і виявляє видимі дефекти, як-от: наявність слизу, плісняви, зайвої вологості, сторонніх домішок або інших аномалій.

2. Вимір вмісту води є ключовим параметром для встановлення якості рослинного заміника м'яса. Для цього можуть використовуватися такі спеціальні прилади, як портативні вологоміри.

3. Визначення білкового та жирового складу допомагає оцінити, чи відповідає продукт заявленому складу та чи не були в нього додані сторонні інгредієнти для збільшення білкової цінності або текстури.

4. Мікроскопія зразка використовується для виявлення мікроорганізмів і таких потенційних домішок, як часточки пилу або фрагменти сировини, що впливають на якість і безпечність продукту.

5. Ідентифікація компонентів продукту. Зокрема, деякі види заміників м'яса мають специфічний аромат, текстуру та інші характеристики, що дозволяє ідентифікувати тип білка або комбінованого складу. Наприклад, продукти на основі соєвого або горохового білка можуть мати характерний смак.

6. Додаткові аналізи з метою виявлення небажаних домішок, наприклад ступеня окиснення ліпідної складової, можуть бути застосовані залежно від обставин.

7. Порівняння зі встановленими стандартами якості рослинних заміників м'яса (ISO 22000, регламенти ЄС № 1169/2011 та № 1924/2006) є завершальним етапом експертизи, який передбачає порівняння результатів аналізів [15; 16]. Виявлені аномалії чи відхилення можуть свідчити про порушення технології виробництва, низьку якість продукту або його фальсифікацію.

Висновки

Розкрито аспекти класифікації рослинних заміників м'яса під час проведення судової товарознавчої експертизи; визначено основні завдання, що постають перед експертом у процесі дослідження цієї продукції; описано методи, які застосовують під час експертизи рослинних заміників м'яса, зокрема газова та рідинна хроматографія, інфрачервона спектроскопія з перетворенням Фур'є, твердофазна мікроекстракція. Окрему увагу приділено мікробіологічним методам аналізу, які дозволяють визначити мікробіологічну безпечність заміників м'яса та оцінити ризики їхнього споживання. Описано дефекти рослинних заміників м'яса, які можуть вказувати на знижену якість або можливі ознаки псування, зокрема наявність плісняви,

зміна текстури, запаху та присмаку, та можуть бути наслідком неналежних умов зберігання або виробничих порушень. Описано послідовність дій, що відбуваються під час експертизи рослинних замінників м'яса: від первинного огляду зразка до завершального порівняння з встановленими стандартами якості.

Список бібліографічних посилань: 1. Tso R., Forde C. G. Unintended Consequences: Nutritional Impact and Potential Pitfalls of Switching from Animal- to Plant-Based Foods. *Nutrients*. 2021. Vol. 13, Iss. 8. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13082527>. 2. Curtain F., Grafenauer S. Plant-based meat substitutes in the flexitarian age: An audit of products on supermarket shelves. *Nutrients*. 2019. Vol. 11, Iss. 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11112603>. 3. Kyriakopoulou K., Dekkers B., Goot van der A. J. Plant-based meat analogues. // *Sustainable Meat Production and Processing* / ed. by Ch. M. Galanakis. Cambridge, Massachusetts : Academic Press, 2019. Pp. 103–126. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00006-7>. 4. Bohrer B. M. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*. 2019. Vol. 8, Iss. 4. Pp. 320–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>. 5. He J., Evans N. M., Liu H., Shao S. A review of research on plant-based meat alternatives: Driving forces, history, manufacturing, and consumer attitudes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020. Vol. 19, Iss. 5. Pp. 2639–2656. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12610>. 6. Joshi V. K., Kumar S. Meat analogues: Plant based alternatives to meat products – A review. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 2015. Vol. 5, Iss. 2. Pp. 107–119. DOI: <https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00001.5>. 7. Ahmad M., Qureshi S., Akbar M. H., Siddiqui S. A. Plant-based meat alternatives: Compositional analysis, current development and challenges. *Applied Food Research*. 2022. Vol. 2, Iss. 2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100154>. 8. McClements D. J., Weiss J., Kinchla A. J., Nolden A. A., Grossmann L. Methods for Testing the Quality Attributes of Plant-Based Foods: Meat- and Processed-Meat Analogs. *Foods*. 2021. Vol. 10, Iss. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10020260>. 9. Mihalache O. A., Carbonell-Rozas L., Cutroneo S., Dall'Asta C. Multi-mycotoxin determination in plant-based meat alternatives and exposure assessment. *Food Research International*. 2023. Vol. 168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112766>. 10. Shireen A., Wright A. J. The meat of the matter: Plant-based meat analogue versus traditional meat product nutritional quality. *Food Science and Human Wellness*. 2024. Vol. 13, Iss. 6. Pp. 3110–3125. DOI: <https://doi.org/10.26599/FSHW.2023.9250003>. 11. Методи визначення фальсифікації товарів / А. А. Дубініна, І. Ф. Овчиннікова, С. О. Дубініна та ін. Київ : Професіонал, 2010. 272 с. 12. Sha L., Xiong Y. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 102. Pp. 51–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.022>. 13. Wild F., Czerny M., Janssen A. M., Kole A. P. W., Zunabovic M., Domig K. J. The

evolution of a plant-based alternative to meat: From niche markets to widely accepted meat alternatives. *Agro Food Industry Hi Tech*. 2014. Vol. 25, Iss. 1. Pp. 45–49. **14.** Bohrer B. M. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*. 2019. Vol. 8, Iss. 4. Pp. 320–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>. **15.** Sadler M. J. Meat alternatives – market developments and health benefits. *Trends in Food Science & Technology*. 2004. Vol. 15, Iss. 5. Pp. 250–260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.003>. **16.** Begho T. Sentiments, barriers, and predictors of acceptance for meat alternatives among UK meat consumers. *Food and Humanity*. 2024. Vol. 3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100461>.

Надійшла до редакції 23.01.2025

Прийнята до опублікування 28.02.2025



Ulybina L. Yu., Harbuz M. V. Peculiarities of plant-based meat substitutes classification in the course of forensic commodity examination

The article deals with the peculiarities of classification of plant-based meat substitutes in the course of forensic commodity examination. The main attention is paid to determining the authenticity, quality and compliance of these products with regulatory requirements. The examination involves a sequence of studies, including composition analysis, identification of sources of protein components, assessment of textural and organoleptic characteristics, as well as identification of possible impurities and contaminants. These studies are aimed at ensuring the quality and safety of plant-based meat substitutes, which is important for consumer protection and product confidence. The methods of examination, including the use of gas and liquid chromatography, Fourier transform infrared spectroscopy, and solid-phase microextraction, are systematised. The article describes microbiological methods of analysis that allow assessing the microbiological safety of products and identifying the risks of their consumption. Particular attention is paid to the types of defects in plant-based meat substitutes that can occur due to process violations, improper storage or transportation conditions. The most common defects include the presence of mould, changes in texture, smell, taste, and signs of spoilage caused by fat oxidation or contamination with foreign substances. The article describes the sequence of actions performed during the examination: from the initial inspection of the sample, including visual assessment, analysis of texture, colour, smell, and ending with the comparison of the results with the established quality standards. The results of the study are of practical value for expert organisations, manufacturers and consumers. The material presented here contributes to the expansion of the methodological basis of forensic commodity expertise and the formation of criteria for evaluating innovative products.

Keywords: classification of plant-based meat substitutes, forensic food examination, quality indicators, organoleptic methods, physicochemical methods, defects of plant-based meat substitutes.

