

УДК 637.51: 637.518

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.1.19>

## ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГІВ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

**Левченко М. В.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри технологій виробництва та переробки  
сільськогосподарської продукції імені академіка В. Г. Пелиха  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0001-7774-8955

М'ясні продукти є вагомою частиною раціону харчування людини. М'ясна сировина характеризується поживністю, вираженими смаковими та кулінарними властивостями, повноцінним набором вітамінів та мінеральних речовин. М'ясо є дороговартісним продуктом, оскільки в його собівартість закладені витрати на утримання, забій, переробку м'ясної сировини, її транспортування, зберігання, пакування, допоміжні матеріали, тощо. Підвищений інтерес до веганства та вегетаріанства спонукає виробників шукати нові альтернативні продукти, які за складом, смаковими і кулінарними властивостями будуть альтернативою м'яса. Аналоги м'ясних продуктів класифікуються за походженням на ті, що складаються на основі рослинної чи грибною сировини і культивоване м'ясо. В роботі наведено технології виготовлення аналогів м'ясної сировини (культивування м'яса *in vitro*, веганський фарш та мікопротеїн). Встановлено, що продукти з використанням аналогів м'ясної сировини за зовнішнім виглядом, смаком та консистенцією не відрізняються від звичайного м'ясного фаршу (яловичини, нежирної свинини, курятини). Аналоги м'ясної сировини є функціональними, високобілковими та економічно вигідними інгредієнтами.

Розглянуто ефективність взаємодії та впливу аналогів м'ясних продуктів на організм людини. Встановлено, що вживання м'ясних продуктів на основі мікопротеїну покращує перетравлювання їжі, регулює рівень інсуліну, холестерину в крові, сприяє кращій роботі шлунково-кишкового тракту. Веганський фарш має натуральний, екологічно-безпечний, збалансований вітамінно-мінеральний склад (в т.ч. вітаміни групи В, заліза, кальцію, фосфору, цинку); високий вміст білку (16–20 г білка в 100 г веганського фаршу). Культивування м'яса *in vitro* є безпечним, гуманним по відношенню до тварин, екологічно чистим, дозволяє контролювати вміст холестерину в кінцевому продукті. Аналоги м'ясної сировини вважаються більш здоровішими і, водночас, екзотичними продуктами харчування. За своїми якісними характеристиками альтернативні продукти не відрізняються суттєво від традиційних, виготовлених з м'ясної сировини.

**Ключові слова:** м'ясо, м'ясна сировина, аналоги, *in vitro*, веганський фарш, мікопротеїн.

### **Levchenko M. V. Production and use of analogues of meat raw materials**

Meat products are a significant part of the human diet. Meat raw materials are characterized by nutrition, pronounced taste and culinary properties, a complete set of vitamins and minerals. Meat is an expensive product, since its cost includes the costs of keeping, slaughtering, processing meat raw materials, its transportation, storage, packaging, auxiliary materials, etc. The increased interest in veganism and vegetarianism prompts manufacturers to look for new alternative products that will be an alternative to meat in terms of composition, taste and culinary properties. Analogues of meat products are classified by origin into those based on plant or mushroom raw materials and cultured meat. The work presents technologies for the production of analogues of meat raw materials (cultivation of meat *in vitro*, vegan minced meat and mycoprotein). It was established that products using analogs of meat raw materials do not differ in appearance, taste and consistency from ordinary minced meat (beef, lean pork, chicken). Analogues of meat raw materials are functional, high-protein and economically beneficial ingredients.

The effectiveness of the interaction and influence of analogues of meat products on the human body is considered. It has been established that the consumption of meat products based on mycoprotein improves food digestion, regulates the level of insulin and cholesterol in the blood, and promotes better work of the gastrointestinal tract. Vegan minced meat has a natural, ecologically safe, balanced vitamin and mineral composition (including B vitamins, iron, calcium,

*phosphorus, zinc); high protein content (16–20 g of protein in 100 g of vegan minced meat). Cultivating meat in vitro is safe, humane to animals, environmentally friendly, and allows you to control the cholesterol content of the final product. Raw meat analogues are considered healthier and, at the same time, exotic food products. According to their quality characteristics, alternative products do not differ significantly from traditional products made from meat raw materials.*

**Key words:** *meat, meat raw materials, analogues, in vitro, vegan minced meat, mycoprotein.*

**Вступ.** М'ясо і м'ясовмісні продукти є одним з головних джерел незамінних білків в збалансованому раціоні харчування людини. М'ясо характеризується повноцінним набором поживних і корисних речовин, адже окрім білків, містить в складі жири, вуглеводи, вітаміни та мінеральні речовини. М'ясна сировина є важливим джерелом заліза та вітамінів групи В ( $B_1$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ ), які перешкоджають виникненню чи розвитку анемії в організмі людини. Через свою структуру, смакові та споживчі властивості м'ясо збагачує готові продукти і кулінарні страви. Екстрактивні речовини м'ясного соку, виділяючись під час приготування, збуджують апетит, сприяють активному виділенню шлункового соку та покращують перетравлювання їжі. Амінокислотний склад м'ясних продуктів має високий (більше 96%) коефіцієнт засвоюваності. Жири підвищують калорійність готових страв, слугують джерелом обмінної енергії [1].

**Постановка проблеми.** За даними державної служби статистики [2] середньостатистична людина споживає за рік більше 50 кг м'яса та м'ясопродуктів. Це, переважно, м'ясо свинини, яловичини, баранини чи козлятини різної категорії, птиці, кролів, дичини, субпродукти, ковбасні вироби, м'ясні напівфабрикати, консерви, тощо. М'ясо є дорогавартісним продуктом, оскільки в його собівартість закладені витрати на утримання, забій худоби чи птиці, переробку м'ясної сировини, її транспортування, зберігання, пакування, допоміжні матеріали, тощо.

Зниження рівня доходів населення, зменшення кількості поголів'я сільськогосподарських тварин і птиці, криза та наслідки воєнних дій на території України за останні роки суттєво стали причиною виникнення розриву між фактичним та нормативним рівнем споживання м'яса і м'ясопродуктів. Такі умови спонукають виробників та науковців до пошуку нових альтернативних джерел білку в раціоні харчування, які будуть повноцінними за складом, простими у виробництві та невисокої вартості. Сучасні виробники харчової продукції все частіше прагнуть виготовляти продукти, які за своїми смаковими і поживними властивостями будуть схожі до м'ясної сировини. В світі зростає інтерес до продуктів, до складу яких не входить м'ясо. Це, так звані, альтернативні джерела білку, як рослинного (гриби, нут, горох, сочевиця, квасоля, соєві боби або адамам, кіноа, арахіс, горіхи, ін.), так і нерослинного походження (борошно з чорної левини або протеїнове борошно, комахи, тощо).

**Метою статті** є дослідження технології виготовлення і перспективних напрямків використання аналогів м'ясних продуктів та визначення впливу на організм людини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Термін «аналоги м'ясних продуктів» характеризує харчові продукти, які за смаковими властивостями та складом близькі до м'яса, при цьому не містять в своєму складі білків тваринного походження. Аналоги м'ясних продуктів класифікуються за походженням на ті, що складаються на основі рослинної чи грибної сировини і культивоване м'ясо [3].

Культивування м'яса (*in vitro*) – це процес штучного вирощування м'яса зі стовбурових клітин в окремі тканини у лабораторних умовах. Така система виробництва м'яса передбачає виділення ембріональних міобластів з клітин

сільськогосподарських тварин, таких як велика рогата худоба, овець, свиней, птиці, тощо. Культивування ґрунтується на принципах тканинної інженерії, коли вирощуються окремі тканини тварин, цінні для харчової та переробної промисловості. Так, за допомогою культивування можна отримувати тільки філе, вирізьку, тобто збільшити вихід цінного м'яса, при цьому мінімізувати відходи (шкуру, кістки, внутрішні органи) [4].

Процес культивування розпочинається з відокремлення стовбурових клітин тварини чи птиці для переміщення їх в рідке поживне середовище. Система культивування м'яса передбачає культивування м'язової тканини в рідкому середовищі у великому масштабі в спеціальному біореакторі. В наслідок ділення і розмноження таких клітин, розмежування на м'язові волокна всередині біореактора утворюється каркас. Після прикріплення до каркасу колагенової сітки, стовбурові клітини зливаються в міотуби, а далі – диференціюються в міоволокна (рис. 1). В процесі вирощування на поживному субстраті утворюється м'ясо, яке можна варити, піддавати температурній обробці, споживати у вигляді емульсії або січених напівфабрикатів [5].



Рис. 1. Схема культивування м'яса *in vitro*

Культивування м'яса *in vitro* дозволяє контролювати вміст жирних кислот в готовому продукті шляхом зміни складу живильного середовища (субстрату). Вміст жиру контролюють шляхом зміни співвідношення насичених та поліненасичених жирних кислот. Культивоване м'ясо не має кольору, тому в процесі вирощування до субстрату додають буряковий сік або шафран. Такий вид м'ясної сировини є чудовою альтернативою для вегетаріанців або літніх людей, як відмінний замітник тваринного білку. Культивування м'яса є безпечним, гуманним по відношенню до тварин, екологічно чистим (без антибіотиків, гормонів та інших домішок) способом виробництва.

Недоліками такого способу виробництва м'ясної сировини вважається підвищення вартість, знижений попит на продукцію даного способу виробництва, низьке соціальне сприйняття (через своє неприродне походження), низькі смакові властивості [4; 5].

Різновидом аналогів є вироби на основі рослинного білку у вигляді фаршу (так званий «веганський фарш»), які створені для імітації м'ясної сировини. Веганським називається мілко подрібнений фарш, на основі рослинних білків (переважно гриби, соя, пшениця, горох), рослинних жирів, спецій, прянощів, барвників та зв'язуючих речовин (метил целюлози МЦ, Е461).

Для того, щоб веганський фарш мав подібну до м'яса структуру, додають текстуровані білки рослинного походження, в деяких випадках курячі яйця та молоко. Текстурований рослинний білок (екструдат) виготовляється в екструдерах із сумішок рослинної сировини, білків та води, методом нагрівання та механічної обробки тиском з подальшим охолодженням продукту. Існує два види екструзії рослинного білку – з високим вмістом вологи НМЕ (рис. 2, а) та з низьким вмістом вологи TVP (рис. 2, б) [6].

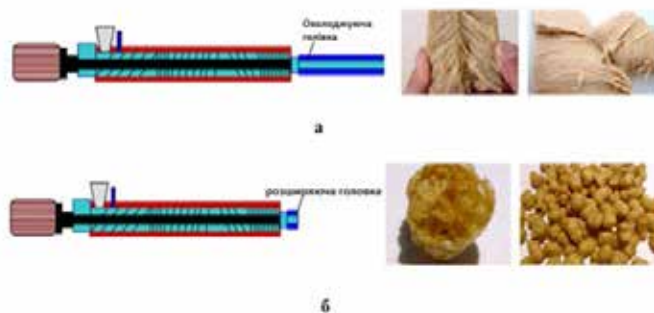


Рис. 2. Екструзія рослинного білку:  
а – високим вмістом вологи (НМЕ), б – з низьким вмістом вологи (TVP)

Екструдат з високим вмістом вологи (НМЕ) характеризується волокнистою структурою і вмістом вологи більше 40%. Натомість, екструдат з низьким вмістом вологи (TVP) має грубу, щільну структуру, вологість нижче 35% і вимагає попереднього замочування у воді перед вживанням. Технологія виготовлення харчових продуктів з веганського фаршу складається з підготовки сировини, її подрібнення, змішування та емульгування. Підготовка сировини включає в себе підбір рослинного жиру, екструдованого білку, з попереднім його замочуванням в воді (в залежності від вологості вихідної сировини). Вихідну сировину подрібнюють до частинок заданого розміру. Змішування проводиться в два етапи. На першому – змішують рослинний білок (екструдат) з рослинними оліями чи жирами. На другому етапі в змішувач додають лід, спеції, прянощі, барвники, ароматизатори, зв'язуючі речовини. Готовий фарш завантажується в бункер вакуум-шприця VF-800, звідки продукт через вбудовану лінію направляється до подрібнювача і формуючої установки. Продукт подрібнюють до мілкозерна, а за допомогою кінцевої решітки йому надають вигляд та власне форму фаршу (рис. 3).

За зовнішнім виглядом, смаком і консистенцією готові страви з веганського фаршу класичної повітряної структури («free-flow») не відрізняються від звичайного м'ясного фаршу (наприклад яловичини, нежирної свинини, курятини). Перевагами використання веганського фаршу є його натуральність; екологічний та безпечний склад (не містить антибіотиків, холестерину, гормонів); наявність збалансованого вітамінно-мінерального складу (в т.ч. вітамінів групи В, заліза, кальцію, фосфору, цинку); високий вміст білку (16–20 г білка в 100 г веганського фаршу) [3; 6].

Кворн («Quorn») – аналог м'яса на основі мікопротеїну (протеїну, отриманого з гриба *Fusarium venenatum*). Мікопротеїн, через значний вміст білку (45%) і клітковини (25%), є відмінним джерелом амінокислот, має подібний склад до спіруліни. Технологія виготовлення Кворну передбачає бродіння, фільтрацію, висушування, змішування з яєчним альбуміном або картопляним білком (зв'язувальний



Рис. 3. Технологія виготовлення веганського фаршу

компонент), пресування та фасування. Кінцевим продуктом бродіння є грибна біомаса, яка при заданих параметрах мікроклімату (температура 28–30°C, рН 6,0) забезпечує швидкість росту до 350 кг/год. Біомасу нагрівають до температури 65°C протягом 25–30 хв. Отриману суспензію міцелію прогрівають до температури 90°C, центрифугують та охолоджують. Центрифугування проводять до отримання пастоподібної маси з масовою часткою твердих речовин не менше 20%. Отриманий мікопротеїн змішується зі зв'язуючим агентом та є готовим для виробництва харчових продуктів. Кворн застосовується для виготовлення сосисок, ковбас, бургерів, нагетсів, ескалопу, стейків, тощо.

Вживання мікопротеїнів покращує перетравлювання їжі, регулює рівень інсуліну, холестерину в крові, сприяють кращій роботі шлунково-кишкового тракту. Енергетична цінність в 100 г Кворну становить 94 ккал (393 кДЖ), вміст вуглеводів – 4,5 г (в т. ч. цукру 0,6 г), жирів – 2 г (в т. ч. насичені 0,5 г), білків – 14,5 г (із них триптофану – 0,18 г, треоніну – 0,61 г, ізолейцину – 0,57 г, лейцину – 0,95 г, лізину – 0,91 г, метіоніну – 0,23 г, фенілаланіну – 0,54 г, валіну – 0,6 г, гістидину – 0,39 г). Кворн є натуральним аналогом м'яса, який має широке застосування в Європі, США, Індії. Технологія виробництва мікопротеїну є високо промисловою та вимагає значного капітального фінансування [7].

Як імітацію м'яса використовують вегетативну частину грибів (грибний міцелій). Американська стартап-компанія «Meati Foods» розробила технологію, на основі якої частинки міцелію гливи звичайної поміщають в металеву ємність з цукром на 18–20 год. В результаті можна отримати шматки, які за смаком і текстурою нагадують м'ясо курятини. Така сировина є екологічно чистою, безпечною та використовується для виробництва сосисок, стейків, бургерів, інших страв. Продукт містить повноцінний білок, бета-глюкани, клітковину, вітаміни та мінерали,

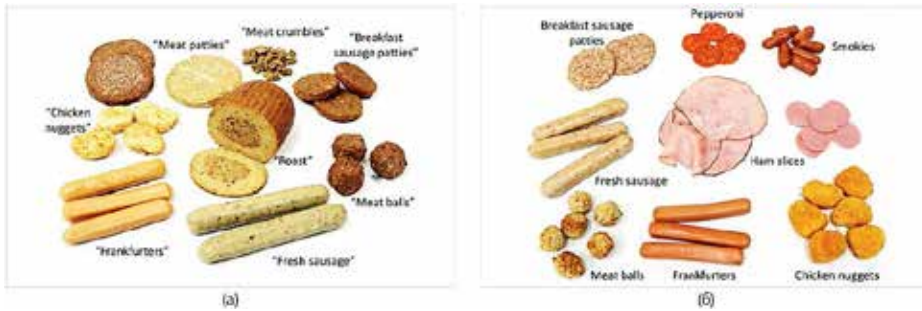


Рис. 4. Готові продукти на рослинній сировині (а), традиційній м'ясній сировинні (б)

низьку калорійність, мало жиру, не вимагає значних фінансових чи виробничих витрат. Вживання такого продукту надає стійкість організму до хронічних захворювань, сприяє зміцненню імунної системи, знижує рівень холестерину, захищає клітини від стресу чи ураження вільними радикалами, захищають від виникнення нейродегенеративних захворювань (хвороба Альцгеймера, Паркінсона, деменція) [8].

Аналоги м'ясної сировини вважаються більш здоровішими і водночас, екзотичними, продуктами харчування. За своїми якісними характеристиками альтернативні продукти не відрізняються суттєво від традиційних, виготовлених з м'ясної сировини (рис. 4) [6].

Аналоги м'ясної сировини використовують як окремі страви, так і як доповнення до салатів, макаронних виробів, круп, картоплі, овочів, тощо. В Україні все більше набирає популярності споживання альтернативних продуктів м'ясної сировини. За останні роки все більше з'являється виробників фаршу, бургерних котлет, сосисок, ковбасок, фрикаделей та інших варіацій аналогів м'ясної сировини. Відтак, знайти такі продукти можна в мережах відомих супермаркетів (Metro, Сільпо, Фора, Vegetus, WineTime, GoodWine, Еко-Лавка) та в закладах харчування. Виробництвом такого виду продукції займаються торгаві марки «MR Grill», «Vegetus», «Yummy-Yummy», «Wanted Vegan», «Dynameat», «Vegurman», АВК, тощо.

**Висновки.** Зниження рівня доходів населення, зменшення кількості поголів'я сільськогосподарських тварин і птиці, криза та наслідки воєнних дій на території України за останні роки суттєво стали причиною виникнення розриву між фактичним та нормативним рівнем споживання м'яса і м'ясопродуктів. Такі умови спонукають виробників та науковців до пошуку нових альтернативних джерел білку в раціоні харчування. Аналоги м'ясних продуктів за смаковими властивостями та складом близькі до м'яса, при цьому не містять в своєму складі білків тваринного походження. Вони класифікуються за походженням на ті, що складаються на основі рослинної чи грибно-сіфировини і культивоване м'ясо. Встановлено, що вживання м'ясних продуктів на основі мікопротеїну покращує перетравлювання їжі, регулює рівень інсуліну, холестерину в крові, сприяє кращій роботі шлунково-кишкового тракту. Веганський фарш має натуральний, екологічно-безпечний, збалансований вітамінно-мінерального складу (в т.ч. вітамінів групи В, заліза, кальцію, фосфору, цинку); високий вміст білку (16–20 г білка в 100 г веганського фаршу).

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Левченко М. В. Вплив температурного режиму охолодження на тривалість зберігання м'ясної сировини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023. №. 5. С. 108–115.
2. Україна в цифрах. Статистичний збірник. Державна служба статистики України, 2023. 34 с.
3. Ismail I., Hwang, Y. H., Joo S. T. . Meat analog as future food: a review. *Journal of animal science and technology*. 2020. Vol. 62(2). P. 111–120.
4. Bhat Z F, Bhat H F, Pathak V. Prospects for In vitro cultured meat-a future harvest. *Principles of Tissue Engineering, Fourth Edition*. Vol. 45. 2013. Pp. 1663–1678.
5. Bhat, Z F. In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 2015. V. 2. Pp. 241–248.
6. Shlapak, G. Agunova, L. Azarova, N. Vegetable components in technology production of meat products. *Ukrainian black sea region agrarian science*. 2021. 110. Pp. 95–103.
7. Finnigan T., Needham L. Abbott C. Mycoprotein. *Sustainable Protein Sources*. 2017. Vol.10. Pp. 305–325.
8. Shaa, L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science and Technology*. 2020. 102. Pp. 51–61.

**REFERENCES:**

1. Levchenko M. V. (2023) Vplyv temperaturnogho rezhymu okholodzhennja na tryvalistj zberighannja m'jasnoji syrovyny. *Tavrijskyj naukovyj visnyk. Serija: Tekhnichni nauky*. Vol. 5. Pp. 108–115 [in Ukrainian].
2. *Ukrayina v cyfrakh. Statystychnyj zbirnyk*. (2023) Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny. P. 34 [in Ukrainian].
3. Ismail I. & Hwang Y. H. & Joo S. T. (2020) Meat analog as future food: a review. *Journal of animal science and technology*. Vol. 62(2). P. 111–120.
4. Bhat Z F & Bhat H F & Pathak V. (2013) Prospects for In vitro cultured meat-a future harvest. *Principles of Tissue Engineering, Fourth Edition*. Vol.45 Pp. 1663–1678.
5. Bhat, Z F. (2015) In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*. V. 2. Pp. 241–248.
6. Shlapak, G. & Agunova, L. & Azarova, N. (2021) Vegetable components in technology production of meat products. *Ukrainian black sea region agrarian science*. Vol. 110. Pp. 95–103.
7. Finnigan T., & Needham L. & Abbott C. (2017) Mycoprotein. *Sustainable Protein Sources*. Vol. 10. Pp. 305–325.
8. Shaa, L. (2020) Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science and Technology*. Vol. 102. Pp. 51–61.