

## МОДИФІКАЦІЯ РОСЛИННИХ СУБСТРАТІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПРОДУКТІВ ПОДІБНИХ ДО М'ЯСА

*А. Р. Косенко, студент, [kosya.kosenko666@gmail.com](mailto:kosya.kosenko666@gmail.com)*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент Юлевич О.І.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*У статті розглянуто проблеми, що виникають при збільшенні виробництва продукції тваринництва, для подолання яких застосовують різні методи модифікації рослинного крохмальвмісного субстрату для отримання продуктів, які збагачені білком і подібні до м'яса. Оцінено напрями роботи компанії Impossible Foods та подальші перспективи її досліджень. Проаналізовано можливості застосування модифікованої рослинної сировини в якості замітника м'яса.*

**Ключові слова:** *тваринництво, крохмаль, Impossible Foods, гем, леггемоглобін, Pichiapastoris, м'ясо, генномодифіковані продукти.*

**Постановка проблеми.** Проблема дефіциту продуктів харчування, як і інші проблеми, безпосередньо пов'язана з прогресуючим зростанням населення Землі. Населення земної кулі досягло 7 млрд. Щотижня населення нашої планети збільшується в середньому на 1,2 млн. чоловік [1].

Зниження вживання білку з їжею відповідає сучасним світовим тенденціям зниження рівня забезпечення населення Землі білком. Загальний дефіцит білку на планеті оцінюється в 10-25 млн т на рік. З 7 млрд чоловік, що живуть на Землі, приблизно половина страждає від нестачі білку. Брак харчового білку є не тільки економічною, але й соціальною проблемою сучасного світу. Традиційним шляхом збільшення ресурсів харчового білку є підвищення продуктивності рослинництва і тваринництва на основі технологій обробки зернобобових, олійних і злакових культур, що вживаються як безпосередньо в їжу, так і на корм худобі.

Розглядаючи тваринництво можемо сказати, що тварин утримують у несприятливих для них умовах життя, наприклад курей тримають у тісних клітках, де вони не можуть навіть розправити крила, свиней поміщають в спеціальні пристрої, в яких вони не здатні розвернутися, корів змушують вагітніти раз по раз, щоб у них не закінчувалося молоко, а їх новонароджених телят забирають, щоб перетворити в телятину. Також великі фермерські господарства колективно виробляють більше викидів парникових газів, ніж автомобільна промисловість всій Землі. Нераціональне використання їжі та обробленої землі, кислотні дощі, вирубання лісів, виснаження ґрунту – тваринництво завдає величезної шкоди планеті.

Для вирішенні проблеми дефіциту білку було визначено новий біотехнологічна напрямок – отримання харчових об'єктів з підвищеним вмістом і поліпшеною якістю білку методами генетичної інженерії. Сутність генетичної інженерії полягає в перенесенні генів будь-якого організму в клітину реципієнта для отримання рослин, тварин або мікроорганізмів з рекомбінантними генами, а отже, і з новими корисними властивостями. Таким чином, доцільно розглянути

можливість отримання продуктів, подібних м'ясу, які виготовлені з модифікованого рослинного субстрату [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Як свідчать останні дослідження з сфери м'ясоподібних продуктів існує стартап *Beyond Meat*, який заснував Ітан Браун у 2009 році в Каліфорнії. Над створенням формули рослинного м'яса сім років працювала команда з 40 вчених, шеф-кухарів, молекулярних біологів і фізіологів рослин в інноваційному центрі *Manhattan Beach Project* в Каліфорнії.

Альтернативну технологію утворення штучного м'яса – вирощування м'яса зі стовбурових клітин, запропонувала компанія *Memphis Meats*, яка починає будувати фабрики для масово поширення штучного м'яса.

Незвичайний метод утворення рослинного м'яса розробила компанія *Novameat* – використання тривимірного друку для імітації структури справжнього шматка м'яса. *Novameat* – не єдина компанія, яка готова виробляти реалістичне м'ясо за допомогою тривимірного друку. Схожу технологію планує використовувати ізраїльський стартап *Redefine Meat*.

**Постановка завдання.** Для уникнення екологічних і господарських проблем людству збагнуло на думку створити продукти, які будуть максимально збагачені білком, але не тваринного походження. Тобто за допомогою біотехнологій модифікувати рослинний субстрат, який в своєму складі має крохмаль. Метою статті є оцінка можливості застосування крохмальвмістної сировини, як альтернативи заміни справжнього м'яса, варіанти її одержання та модифікації, позитивні та негативні аспекти методу.

**Матеріали і методика.** В основу роботи покладено аналіз та оцінка інформації щодо можливостей створення продуктів, подібних до м'яса, з рослинної сировини, за допомогою мікроорганізмів та інших сучасних технологій, що дозволяють вирішити деякі харчові та екологічні проблеми людства.

**Результати досліджень.** Традиційно вегетаріанське м'ясо готують з сої та пшеничного глютену. Воно може бути корисним та етичним, але точно не смакує, як м'ясо. У цьому головний виклик нового покоління рослинних аналогів: створити якомога більш правдоподібну в усіх аспектах імітацію [3]. Одним з найбільш помітних інноваційних трендів у харчовій промисловості стає розширення виробництва рослинного м'яса.

Компанія *Impossible Burger* вважає, що головну роль в м'ясі грає молекула під назвою гем – саме вона додає м'ясу його колір і легкий присмак металу (вона містить в собі залізо). У крові ця молекула міститься в білку під назвою гемоглобін, а в м'язах – у міоглобіні. Глобін (клас білків) можна знайти не тільки в тілах тварин, але і в рослинах. Наприклад, в коренях сої міститься леггемоглобін, де теж можна знайти гем. У леггемоглобіні сої і міоглобіні м'яса однакова односпірально 3D-структура, і обидва цих білка містять гем. Замінник секретного інгредієнта м'яса можна отримати просто з рослин, але є одна проблема – для цього буде потрібно дуже багато сої. Щоб добути всього один кілограм леггемоглобіну, знадобиться зібрати урожай з поля площею 4000 м<sup>2</sup>.

Тому інженери цієї компанії вилучили гени сої, що відповідають за леггемоглобін, і ввели їх в особливий вид дріжджів *Pichiapastoris*, які у процесі росту на поживному середовищі, збагаченому цукром і мінералами, виробили значну кількість гема. Причому на виробництві за цим методом використовується лише 1/20 землі, необхідної для вирощування худоби, а кількість парникових газів, що створилася, скорочується до 1/8.

Справжнє м'ясо тварин має унікальну структуру. Щоб її передати, вчені *Impossible Foods* виділяють в лабораторних умовах окремі білки м'яса. Вони визначають характеристики цих білків і надають їх білку рослин. Суміш різних білків дозволяє відтворити структуру справжнього м'яса. Наприклад, завдяки пшеничному білку отримують щільність і тягучість м'яса під час жування, а через картопляний білок під час обсмажування воно твердне. Для додання м'ясу жирності використовують кокосовий білок, леггемоглобін сої надає страві «м'ясний» присмак.

Для того, щоб передати запах справжнього м'яса, використовують метод газової хромато-маспектрометрії [4, 5].

У складі рослинного м'яса від *Beyond Meat* немає сої чи глютену. Основними компонентами є гороховий білок, вода, рапсова олія, сіль, оцет, крохмаль та дріжджовий екстракт. А червоний колір котлетам надає звичайний буряк.

При цьому виробництва рослинного м'яса від *Beyond Meat* використовується на 99% менше води, на 93% менше земельних ресурсів, продукується на 90% менше викидів парникових газів і потрібно на 46% менше енергії, ніж для виробництва м'ясних продуктів [3].

Крім рослинних аналогів, існують й інші альтернативи. Зокрема, м'ясо з пробірки. Його також називають культивованим або лабораторним. Перший такий бургер у 2013 році представив фармаколог Марк Пост. Сьогодні технології дозволяють вирощувати м'язову тканину з окремих клітин тварини. Крім власне клітин, для цього процесу потрібно поживне середовище та біореактор, який буде підтримувати умови для їх розмноження та життєдіяльності.

Створені таким чином котлети матимуть контрольований хімічний склад, не міститимуть антибіотиків і не потребуватимуть вбивства тварин: необхідні клітини можна отримати без шкоди для організмів, а завдяки поділу з одного зразка можна виростити достатню кількість продукту.

Крім того, у лабораторії досить складно відтворити структуру м'яса. Більшість культивованого м'яса сьогодні – це продукти, які складаються з окремих подрібнених волокон незалежно від походження сировини. Але отримати продукт, де м'язи поєднані з жиром та сполучною тканиною у конкретному порядку – поки вкрай складне завдання.

Ще одна проблема стосується поживного середовища, у якому вирощують м'ясо. Сьогодні більшість компаній використовують для цього сироватку, виділену з крові ембріонів тварин. І хоча рослинні аналоги цієї речовини активно розшукують, поки це виробництво навряд можна назвати повністю гуманним.

Також варто зазначити, що хоча лабораторне м'ясо вирішує частину проблем традиційного тваринництва, вплив такого виробництва на навколишнє середовище ще не до кінця зрозумілий.

Але найбільше шансів стати реальністю мають варіанти, в яких поєднують технології отримання рослинних замінників та м'яса, що вирощено у пробірці.

Однак більшість виробників альтернативних продуктів погоджуються в одному: попри всі недоліки виробництва м'яса, людина не відмовляється від його споживання. А тому єдиний варіант – забезпечити цю потребу більш екологічним та гуманним способом, ніж це робить м'ясна індустрія сьогодні. І саме тому компанії шукають новий продукт, що повинен смакувати як м'ясо, мати подібну поживну цінність, бути доступним скрізь та коштувати не більше традиційної свинини чи курятини [3].

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Ми стоїмо на порозі нової ери високотехнологічної генномодифікованої їжі. Якщо ми хочемо нагодувати стрімко зростаюче населення Землі, нам потрібно ввести до раціону більш доступний і екологічний замінник м'яса.

Компанія *Impossible Foods* відкриє нові можливості для цього методу, потрібен тільки час.

Модифікація рослинного крохмальвмісного субстрату є одним з можливих шляхів вирішення проблеми забезпечення людства продуктами збагаченими білком.

#### **Список використаних джерел**

1. Саяпіна У. С., Крахмалева Т. М. Штучні аналоги продуктів харчування : Оренбурзький державний університет, 2018. 212 с.
2. Об'єдков Г. Білл Гейтс і інвестори вклали 108 млн дол. у виробництво рослинних м'яса і сирів : AggroXXI, 2016. Режим доступу : <https://habr.com/ru/post/368673/>
3. Луцька В. Навіщо українцям «рослинне м'ясо», яке нещодавно почали продавати в магазинах та закладах?: Хмарочос, 2019. Режим доступу : <https://hmarochos.kiev.ua/2019/12/18/navishho-ukrayintsyam-roslynne-m-yaso-yake-neshhodavno-pochaly-prodavaty-v-magazynah-ta-zakladah/>
4. Єлкіна В. Як генетики створюють штучне м'ясо, яке не відрізнити від справжнього : Rusbase, 2017. Режим доступу : <https://harchi.info/blogs/san-ayt-j/shtuchne-myaso-vyhodyt-na-svitovyy-rynok>
5. Matt Simon, The Impossible Burger: Inside the Strange Science of the Fake Meat That 'Bleeds' : Wired, 2017.

#### ***A. Kosenko. MODIFICATION OF VEGETABLE SUBSTRATES FOR PRODUCTION OF MEAT-LIKE PRODUCTS***

*The article deals with the problems that arise when increasing the production of livestock products, which is overcome by various ways of modifying the vegetable starch substrate to obtain protein-rich and meat products. Directions of work of Impossible Foods and further prospects of its research were evaluated. The possibility of using modified vegetable raw materials as a meat substitute is analyzed.*

*Keywords: animal husbandry, starch, Impossible Foods, heme, legemoglobin, Pichiapastoris, meat, genetically modified products.*