

Лекція № 7

Тема лекції: «Ресурси зернобобових культур з метою виробництва альтернативного білка»

План лекції

1. Альтернативні джерела білка.
2. Білок як сировина для виробництва нових форм їжі.
3. Ресурси зернобобових культур – вирішення проблеми білка.

Література

1. Вигера С., Ключевич М., Столяр С. Трофологія : посібник. /за редакцією С. Вигери. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 186 с.
2. Альтернативні джерела білків. Бобові. Горіхи. Гриби. Соя. Тофу [Електронний ресурс] : науково допоміжний бібліографічний покажчик двома мовами 1970-2020рр. / упоряд. Т. П. Фесун; Наук.-техн. б-ка; Нац. ун-т харч. технологій. Київ, 2020. 191 с.
3. Вигера С. М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Обґрунтування новітньої методології забезпечення здоров'я фітоценозів. Moderní aspekty vědy: XLVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 166–175.
4. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. Львів: НВФ «Українські технології». 2020. 806 с.
5. Продовольча безпека: світові тенденції та можливості агропродовольчого комплексу України / К. А. Алексеєва, В. П. Биховченко, Т. О. Власенко та ін.: монографія. Київ: НУБіП України, 2020. 307 с.
6. Вигера С.М. Природні і культурні фітоценози та принципи контролю їх біорізноманіття. Монографія. Київ: НУБіП України, 2013. 300 с.
7. Вигера С. М. Природоохоронний контроль культурних фітоценозів: монографія. Київ: НУБіП України, 2014. 380 с.

Зміст лекції

1. Альтернативні джерела білка.

Проблема підвищення рівня білкового забезпечення в харчуванні населення залишається актуальною. На сьогоднішній день вживання населенням білка є дефіцитним як в кількісному, так і в якісному відношенні. Серед можливих шляхів вирішення цієї проблеми головне і вирішальне місце належить залученню резерву білків рослинного походження.

Нестачу білка в раціоні можливо ліквідувати за рахунок використання

нетрадиційних джерел рослинного походження. При впровадженні нового виду білкових продуктів харчування крім харчової та біологічної цінності необхідно оцінювати їх якість з точки зору технологічних показників та фізико-хімічних властивостей, які мають дуже велике значення.

За останні роки бобові стали збалансованим джерелом живильних речовин для харчування та корму. Нові сорти, так і як польовий горох, звичайна квасоля та сочевиця все більше споживають у всьому світі. Ці культури дають перспективну альтернативу новим продуктам харчування та кормових продуктів з високою комерційною цінністю.

Бобові культури є стійким джерелом необхідних поживних речовин та не дорогих білків, що робить їх дуже цікавими для нових композицій препаратів. Зростання споживання бобових є одним з можливих варіантів досягнення більш збалансованої дієти на рослинній основі.

Відмова від споживання м'яса нині стає черговим трендом?!

Причини можуть бути різні: з релігійних або етичних причин, що пов'язано з турботою про тварин, екологію, або турбота про власне здоров'я. Тому останніми роками збільшилася кількість пропозицій заміників м'яса, і це говорить про попит на цю продукцію. А щоб таке харчування було більш якісним, потрібні нові джерела білків. Також слід враховувати, що разом із економічними розрахунками, запорукою успіху таких продуктів на ринку є їх позитивне органолептичне сприйняття споживачем.

Бо те, що було несмачним, другий раз напевне вже не куплять. Для тих, хто не їсть м'яса, є неприйнятною альтернатива білків, які отримують з комах.

Широке застосування мають замітники з білка бобових культур (гороху, сої, люпину), які мають високу цінність з точки зору фізіології харчування. Однак вони не є достатньо органолептично привабливими, що спонукало виробників використовувати ароматизатори, прянощі й інші добавки. Білки, які застосовують для виробництва заміників м'яса, мають здебільшого низьку біологічну цінність, а їхні функціональні властивості не відповідають технологічним вимогам через недостатньо високий вміст в них альбуміну.

Зростання населення в світі, дедалі більші проблеми з білками-алергенами мотивують ринок вегетаріанської і веганської продукції шукати альтернативу тваринним білкам. При цьому, важливим аспектом є можливість використання наявних в аграрному секторі вторинних ресурсів.

Наприклад, відходи виробництва яблучного соку або цукру (макуха) в поєднанні із здатністю базидіальних грибів використовувати целюлозу (солону і дерево) як джерело вуглецю. Вирощування базидіальних грибів глибинним методом культивування із використанням вторинних ресурсів (як поживне середовище) дозволяє вирощувати міцелії з високим вмістом білків.

Один із таких прикладів – продукція торгової марки «Quorn». Це лінійка продовольчих продуктів, які випускають на базі грибниць цвілевих грибів *Fusarium venenatum*. Цю продукцію продають у Німеччині, Великобританії,

Швейцарії.

Гриби вирощують у бродильних чанах і переробляють наданням відповідної текстури, що необхідна для виготовлення продукції, подібної на м'ясну. Зазвичай для виробництва заміників м'яса використовували гриби, що ростуть у формі ниткоподібних клітин, бо вважалося, що вони мають текстурні властивості, які нагадують м'ясну продукцію.

Але на практиці, щоб отримати необхідну структуру, до продукції необхідно додавати зв'язуючі речовини, як-от яєчний альбумін, ароматизатори залежно від кінцевого продукту. Шляхом екструзії отриманої маси вдається досягти структурних властивостей, подібних на властивості м'ясної продукції.

Що таке альтернативні джерела білків?

Наукові дослідження альтернативних джерел білків проводять у напрямку пошуку відповідної рослинної сировини, методів вирощування м'язових волокон «In Vitro» («м'ясо з пробірки»). Одночасно вивчають способи використання в якості сировини комах та згаданих міцеліїв грибів.

Комахи

У багатьох країнах світу комахи є частиною раціону, а, скажімо, в країнах Європи така їжа суперечить традиціям. Незважаючи на це, комах можна розглядати як цінну альтернативу джерела білків для тих споживачів, які відмовляються від м'яса тварин. Вживання в їжу комах має дві основні переваги:

- дуже висока біологічна цінність;
- їх виробництво є вигіднішим, ніж тваринництво.
- щоб продукція, вироблена з комах, мала попит, її насамперед потрібно протестувати, щоб вона відповідала таким вимогам:
 - продукт візуально не повинен нагадувати про те, що виготовлений з комах;
 - продукт повинен бути органолептично привабливим, добре пахнути, бути приємним на смак;
 - дегустація має сподобатися якомога більшому колу споживачів.

Також необхідні дослідження на предмет безпеки (потенційні алергени; накопичення важких металів, отрут, залишкових речовин пестицидів; патогенні мікроорганізми), а також, чи потрібно вносити законодавчі зміни, перш ніж цей вид альтернативного білка почнуть застосовувати в промисловому виробництві.

«М'ясо з пробірки»

Ця технологія використовує бичачі стовбурові клітини для культивування в спеціальних середовищах волокон м'язового м'яса, призначених для вживання в їжу. При цьому можуть бути зведені практично до нуля як страждання с/г тварин, так і негативний вплив на довкілля промислового м'ясного тваринництва. Ця гіпотеза підтверджена результатами багатьох досліджень.

Наразі у сфері культивування м'яса в лабораторних умовах досі проведено лише розрахунок і аналіз доцільності промислового застосування. Крім цього,

якщо стоїть питання повністю відмовитися від тваринного матеріалу як вихідної бази, то виникають серйозні перешкоди в частині розробки технологій вирощування м'яса саме в лабораторних умовах.

Недостатньо вивченими є й функціональні властивості «м'яса з пробірки» з точки зору технологій подальшої переробки.

Рослинні білки

Вже багато років рослинні білки використовують для виготовлення заміників м'яса. У деяких країнах завдяки їм знижують відсоток вмісту м'ясної сировини у кінцевій м'ясній продукції. Приклади таких «гібридних» продуктів: сосиски або варений окіст. Цілковито рослинними заміниками є тофу, текстурований соєвий білок.

У харчовій промисловості також застосовують низку рослинних білків, вироблених з гороху, люпину, соняшнику та ріпаку. Продукція на базі рослинних білків, що імітує м'ясу, вже міцно утвердилася на ринку. Освоєно далеко не всі сфери застосування цих заміників, їх функціональні властивості ще мають потенціал щодо збільшення попиту, а технології виробництва продукції з цієї сировини потребують подальшої оптимізації.

Грибні міцелії

Базидіальних грибів існує близько 30 тис. видів, що становить 37% всіх описаних видів грибів. До них належить більшість їстівних грибів. Щорічні обсяги їх виробництва сягають 3.4 млрд тонн. Основними видами є: печериці (*Agaricus bisporus*), шиїтаке (*Lentinula edodes*) і гливи (*Pleurotus spp.*). Як субстрат для вирощування базидіальних грибів використовують органічний матеріал, наприклад, солому і деревину. Базидіальні гриби мають здатність виділяти широкий спектр ферментів у субстрат, на якому вони ростуть, з метою перетворення важкодоступних з хімічної точки зору речовин у поживні.

Вирощування плодових тіл грибів - процес довготривалий і, залежно від використовуваного субстрату, може тривати кілька місяців. Культивування міцеліїв глибинним методом дає багато переваг, серед яких: скорочення часу на отримання біомаси з базидіальних грибів на порівняно невеликій площі з низьким потенціалом контамінації. Крім цього, глибинний метод культивування відкриває можливості промислового масштабу з високою продуктивністю біологічно активних сполук.

2. Білок як сировина для виробництва нових форм їжі.

Білок - один з найважливіших макроелементів у вашому раціоні.

Назва білок походить від грецького слова *proteios*, що означає "перший" або "важливий". У цьому немає нічого дивного - білки складають близько 20% маси тіла людини і багато хто вважає їх одними з найважливіших макроелементів у раціоні.

Білки корисні і навіть необхідні для нормального функціонування організму. Вони є одними з ключових поживних речовин, необхідних організму

для побудови м'язів, кісток, шкіри та волосся. Білки також виконують багато функцій в організмі, наприклад, відновлюють клітини, виробляють ферменти і гормони та підтримують імунну систему.

Добова потреба в білку залежить від віку, маси тіла, способу життя та фізіологічного стану. Стандартна рекомендація Національного центру освіти з питань харчування - споживання 0,8 грама білка на кілограм маси тіла для стандартної людини Сміта. Це означає наступну норму споживання:

- Людина вагою 50 кг - 40 г білка
- Людина вагою 60 кг - 48 г білка
- Людина вагою 70 кг - 56 г білка
- Людина вагою 80 кг - 64 г білка
- Людина вагою 90 кг - 72 г білка.

Рослинні білки є важливою частиною раціону, особливо для веганів та вегетаріанців.

Нестачу білка в раціоні можливо ліквідувати за рахунок використання нетрадиційних джерел рослинного походження. При впровадженні нового виду білкових продуктів харчування крім харчової та біологічної цінності необхідно оцінювати їх якість з точки зору технологічних показників та фізико-хімічних властивостей, які мають дуже велике значення.

У технології м'ясопродуктів широко використовують білки рослинного і тваринного походження. Білки, додатково внесені у м'ясну фаршеву систему, позитивно впливають на неї та стабілізують її. Використовують наступні білкові препарати рослинного походження: соєвий ізолят "Pro-Vo 500 U", соєвий концентрат "Pro-Vo КМ", соєвий текстурат "Pro-Vo Тех PU 35" та соєвий протеїн GS8100. Для білкових препаратів було обрано такі гідромодулі – 1:2, 1:4, 1:6. Доведено покращення функціонально-технологічних показників та структурно-механічних властивостей шляхом використання нанокомпозиту.

Соє є цінним джерелом білків, олії, харчових волокон та біологічно активних речовин. Встановлено, що біологічно активні речовини насіння сої мають суттєвий позитивний вплив на здоров'я. Поруч дослідників доведено, що рівень денатурації білків насіння сої залежить від технологічних параметрів його переробки.

Застосування соєвих продуктів у дієтотерапії дітей із ерозивно-виразковим ураженням травного каналу сприяло позитивній клінічній динаміці, нормалізації функції кишківника, показників білкового обміну, прискоренню репарації ерозивних дефектів, корекції порушень імунного статусу.

Розробка білковмісних рослинних напоїв – перспективний напрям розвитку харчової галузі.

3. Ресурси зернобобових культур – вирішення проблеми білка.

Сочевиця, боби, горох та інші бобові довго вважалися їжею для жебраків. Але той незаперечний факт, що вони є чудовим джерелом високоякісних білків, клітковини й мінералів, підкреслює їхнє цінне значення в здоровому харчуванні. У результаті чого Продовольча та сільськогосподарська організація ООН оголосила 2016 рік «Міжнародним роком зернобобових».

Бобові культури (ботанічна назва – Leguminosae) придатні для споживання в різних формах: свіжими (наприклад, боби та горох), консервованими або сушеними. Вони є одними з найстаріших і найважливіших культурних рослин, що належать до сімейства бобових. Насіння ростуть у стручках. Зазвичай використовується зріле насіння, але деякі сорти, як-от зелена квасоля та стручковий горох, можна їсти зі стручками. Існує багато різновидів бобових. Найбільш відомі: горох, боби, сочевиця, нут і соєві боби, але до цієї групи входять також арахіс, конюшина та вика. Наразі бобові знов стають одним із найбільш споживаних продуктів, тому що містять більше білків, ніж будь-яка інша їжа. Саме тому вони є дуже важливою складовою вегетаріанського та веганського харчування.

БІЛКИ БОБОВИХ КУЛЬТУР

Насіння бобових відрізняється високим вмістом білка (20...40%) і його гарним амінокислотним складом. Вміст білків в насінні бобових змінюється в межах, наведених в таблиці 1. Розподіл білків за фракціями - таблиця 2.

Таблиця 1. Вміст білків в насінні бобових, %

Найменування	Коливання	Середній вміст	Найменування	Коливання	Середній вміст
Горох	20,4–35,7	27,8	Кормові боби	26,4–31,2	29,2
Квасоля	17,0–32,1	24,3	Чина	23,1–34,7	28,7
Сочевиця	21,3–36,0	30,4	Нут	18,5–29,7	24,5
Соя	27,0–50,0	39,0	Вика яра	22,3–37,8	33,7

Таблиця 2

Середній розподіл насіння бобового за фракціями, %

Найменування	Альбумін	Глобуліни	Глютеніни
Горох	9,6	85,7	4,8
Сочевиця	8,1	85,9	6,0
Вика	10,1	83,6	6,3
Маїс	8,3	88,4	3,3
Нут	12,2	79,8	7,9

Проламінова фракція у білках насіння бобових відсутня. Основна фракція – глобуліни. Найменша кількість припадає на частку глутелінів. Альбуміну трохи більше, ніж глутелінів. У насінні бобових знайдені окремі, характерні для тієї або іншої культури білки – в насінні гороху водорозчинний легумелін і два глобуліни (легумін і віцилін), в насінні квасолі – глобулін фазеолін, в насінні сої – глобулін гліцинін.

Незважаючи на кількісні розбіжності, амінокислотний склад насіння бобових має багато спільного, аспарагінова і особливо глутамінова кислоти містяться в найбільшій кількості, в найменшій – цистин, метіонін і триптофан. Білки насіння бобових є бідними на сірковмісні амінокислоти. Але в насінні бобових у значних кількостях міститься багато незамінних амінокислот.

Оскільки насіння бобових є бідними на сірковмісні амінокислоти (метіонін + цистин), які в надмірній кількості містяться у білках злакових, то в харчовому відношенні білки бобових добре доповнюють білки злаків.

Для повного засвоєння білку бобових культур живим організмом потрібна їх попередня обробка. Сире зерно містить лише 15...20% засвоюваного білку. Глобулінова фракція білків квасолі стійка до деяких протеолітичних ферментів. Завдяки високому вмісту білків, багатих незамінними амінокислотами, насіння бобових культур є одним з найважливіших джерел білку.

Серед бобових культур в якості джерела харчового біологічно цінного білку найбільше значення має насіння сої. З нього виготовляють соєве борошно (знежирене, напівжирне і незнежирене), концентрати й ізоляти. Проте поживна цінність білків сої, що не пройшла термічну обробку, є дуже низькою. Це пов'язано з високим вмістом у бобах сої інгібіторів протеаз різного типу.

Разом з білками, що мають поживну цінність, до складу не тільки сої але й інших бобових культур входять антиаліментарні сполуки, що мають також білкову природу. Вони знижують поживну цінність білкових продуктів і харчових виробів. До таких сполук відносяться інгібітори протеаз шлунково-кишкового тракту і лектини (білки глікопротеїнової природи).

Інгібітори протеаз шлунково-кишкового тракту пригнічують активність травних ферментів, наприклад, *інгібітор Кунітца* та *інгібітор Баумана-Бирк* (інгібітори трипсину і хімотрипсину. Ці інгібітори є білковими молекулами з молекулярними масами 21,5 і 8 кД, відповідно. У насінні сої міститься не менше п'яти інгібіторів трипсину у кількості 5...10% від загального вмісту білку.

Лектини (від лат. – "вибирати") – це глікопротеїни рослинного походження, що зв'язані з одним або декількома специфічними цукрами. Свою назву дістали за специфічною здатністю викликати вибірку аглютинацію**** еритроцитів крові. На частку лектинів у бобових культурах припадає від 2 до 10% загального білку.

Аглютинація відбувається шляхом взаємодії лектинів з вуглеводними компонентами поверхні клітин. Деякі лектини мають дуже високу вибірку здатність і взаємодіють тільки з еритроцитами певної групи крові

(використовуються для визначення групи крові). Лектини здатні аглютинувати ракові клітини.

Високий вміст лектинів в насінні деяких бобових робить їх токсичними. Причому токсичність може бути вибірковою, для певної групи людей. Дієтологи рекомендують обережно відноситися до додавання борошна з сирих соєвих бобів під час виробництва продуктів харчування.

Відсутність високої активності лектинів, як і інгібіторів ферментів, у білкових продуктах з бобових є однією з санітарно-гігієнічних вимог, що передбачаються сертифікацією для використання їх в хлібопеченні, кондитерській і інших галузях промисловості з метою підвищення харчової цінності виробів. Зниження активності лектинів досягається нагріванням за температури 80°C.

В бобових, крупах, борошні білки знаходяться у вигляді сухих гелів. Під час замочування круп, бобових, а також під час замішування тіста білки набухають. Під час варіння зернобобових і випіканні тіста білки денатурують і зсідуються, в результаті чого гелі ущільнюються і виділяється значна кількість вологи, яка в них міститься. Але рідина не виходить в навколишнє середовище, як у випадку теплової обробки м'яса або риби, а залишається в продуктах, оскільки вона зразу поглинається крохмалем на його клейстеризацію.

Високий вміст білка в них пояснює, чому вони вважалися їжею для жебраків, адже це чудова й дешева альтернатива м'ясу. Але білок – це не єдина корисна речовина, що міститься в бобових культурах. Вони мають високий вміст мінералів, вітамінів (як-от вітамін В1, магній, цинк і залізо), а також багаті на клітковину. Бобові дуже поживні, але через них ви не наберете вагу, оскільки, незважаючи на високу щільність поживних речовин, вони відрізняються досить низькою калорійністю. Ці культури мають напрочуд низький рівень жирів, і близько 30 % їхніх калорій не споживаються організмом. А додає бобовим популярності той факт, що вони можуть зберігатися довгий час і прості в приготуванні.

Бобові також відіграють важливу роль в екологічному виробництві продуктів. Їхні азотфіксуючі властивості підвищують родючість ґрунту й мають позитивний вплив на навколишнє середовище.

Ось кілька практичних порад.

- Купуючи сушені бобові, завжди перевіряйте їхній термін придатності. Їх не можна зберігати більше року.

- Промийте неочищені бобові та залиште їх замочуватися в кип'яченій воді щонайменше на 7–8 годин (а краще на 12), щоб вони стали м'якшими під час приготування. Використовуйте для приготування воду, де попередньо їх замочували, оскільки в ній містяться цінні поживні речовини.

- Сочевицю, лущений горох і деякі невеликі сорти бобів замочувати не потрібно.

- Під час приготування не додавайте до бобових сіть – це зробить їх жорсткими.
- Час готування залежить від віку та різновиду бобових, а також від жорсткості води. Що жорсткіша вода, то довше вони будуть готуватися.
- Тривале замочування й готування допоможуть уникнути здуття, яке виникає в деяких людей після споживання бобових культур. Також ці неприємні наслідки можна зменшити шляхом додавання чабру, насіння фенхелю, майорану або кмину.
- Свіжі боби потрібно готувати щонайменше протягом 10 хвилин, щоб знищити токсичну речовину фітогемаглютинін. Перед приготуванням ретельно промийте боби та видаліть жорсткі волокна.

Паростки та мікролистки не лише смачні та корисні, їх також досить просто вирощувати вдома. Їхня головна перевага в тому, що вони містять усі поживні речовини, які є лише в концентрованій формі рослин, зокрема мінерали, вітаміни, ферменти, протеїни та другорядні поживні речовини рослин. До того ж, вам не потрібно витратити багато коштів, щоб вирощувати їх удома. Усе, що вам знадобиться, – це кілька горщиків для розсади, хороший ґрунт, насіння і добре освітлене місце на підвіконні, балконі чи терасі. Лише за кілька тижнів дрібні паростки та листки хрусткого й солодкого горошку, гіркої та гострої гірчиці, пікантної й пряної капусти кале, а також червоної капусти можна збирати та смакувати в салатах, смузі чи з домашнім сиром.