

ЗЕЛЕНА МАСА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЯК НЕТРАДИЦІЙНЕ ДЖЕРЕЛО ОТРИМАННЯ БІЛКОВІСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Г.О. Сімахіна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології функціональних харчових продуктів, Національний університет харчових технологій

З'ясовано перспективи вирішення кількісної та якісної повноцінності білкового харчування шляхом використання нетрадиційної сировини; запропоновано принципову технологічну схему безвідходного перероблення зеленої маси цукрових буряків на протеїнові концентрати та білковмісні напівфабрикати.

Ключові слова: протеїни, біологічні функції, амінокислоти, зелена маса рослин, цукрові буряки, білковмісні напівфабрикати.

Выяснены перспективы решения количественной и качественной полноценности белкового питания путем использования нетрадиционного сырья; предложена принципиальная технологическая схема безотходной переработки зеленой массы сахарной свеклы в протеиновые концентраты и белоксодержащие полуфабрикаты.

Ключевые слова: протеины, биологические функции, аминокислоты, зеленая масса растений, сахарная свекла, белоксодержащие полуфабрикаты.

The article represents the perspectives of solving the problem of quantitative and qualitative value in protein nutrition by using the non-traditional raw materials; there is also proposed the principal technological scheme of non-waste procession of sugar beet's green mass into protein concentrates and protein-containing semi fabricates.

Keywords: proteins, biological functions, amino acids, plant green mass, sugar beet, protein-containing semi fabricates.

Найважливішим компонентом їжі є білки, оскільки саме ця група макронутрієнтів забезпечує ріст, утворення нових і відновлення ушкоджених тканин. Всі ферменти та деякі гормони, наприклад інсулін, є білками. Білки – потенційні джерела енергії: при окисненні 1 грама білку вивільняється 4,1 ккал. Зараз в усьому світі білки називають протеїнами (від грецького слова protos – перший, важливіший). Цим терміном підкреслюється надзвичайно важлива роль білків у життєдіяльності організмів [1], що ілюструється схемою (рис. 1).



Рис. 1. Основні функції білків в організмі людини

Білкові компоненти посідають важливе місце у створенні нових харчових продуктів. Тому **метою** цієї роботи є з'ясування можливості створення білкових сумішей, білкових концентратів із різних нетрадиційних джерел, у першу чергу – з зеленої маси рослин. Прикладом обрано зелену масу цукрових буряків.

Потреба живого організму в білках врешті-решт зводиться до його потреби в амінокислотах – замінних та есенціальних. І лише повноцінні білки забезпечують співвідношення амінокислот у пропорціях, що відповідають білкам власних тканин

організму людини. У живих організмах вміст білку значно вищий, ніж у рослинах. Оскільки людина генетично ближча до тваринного світу, то саме тваринні білки забезпечують оптимальний комплекс амінокислот для синтезу власних білків організму людини [2].

Однак сьогодні, на думку фахівців, продукція тваринництва практично досягла своєї біологічної межі, і сподіватись на істотне збільшення продуктивності й валового виробництва продуктів тваринного походження немає підстав. Тому все частіше на планеті звучить тривожне повідомлення про білкове голодування, оскільки в усьому світі спостерігається значна нестача тваринного білку та вкрай нерівномірний його розподіл.

На основі наукових розробок Рада з харчування та харчових продуктів при ВООЗ визначила, що рекомендовані добові норми споживання білку для дорослих людей становлять 0,8 г на 1 кг маси тіла. Виходячи з цих норм, можна сказати, що близько 1 млрд. населення у розвинутих країнах споживають 75% цінного білку тваринного походження, а решта 25% припадає на населення інших країн, тобто на решту 5,5 млрд., у яких добова частка спожитого тваринного білку становить лише 10...15 г (замість необхідних 40...50). На жаль, це стосується й населення України.

Дефіцит повноцінних харчових білків зумовлено не лише недостатнім темпом розвитку тваринництва, а й характерними особливостями функціонування ланцюжка **рослина – тварина – людина**, через який поживні речовини рослинних кормів надходять до раціону харчування людини.

Необхідно враховувати й той факт, що подальший розвиток тваринництва та птахівництва, своєю чергою, поглиблюватимуть світовий дефіцит білків, оскільки для отримання білків яєць, молока, м'яса необхідно в 5...10 разів більше білків рослинного походження.

Тому цілком зрозумілою є величезна увага, котра приділяється проблемам пошуку нових джерел білку, виділення легкозасвоюваних високобілкових інгредієнтів з рослинної сировини традиційних та нетрадиційних для харчової промисловості видів. І це підкреслює **актуальність** даної роботи.

Спроби отримати протеїнові концентрати з зеленої маси рослин було зроблено одночасно в колишньому СРСР та Англії ще в 1942 році; перша публікація щодо листового протеїну датується 1773 роком, хоча сам термін “протеїн” з’явився лише 1838 р. у працях голландського хіміка та лікаря Г.Я. Мульдера [3]. Однак і досі вони не знайшли достатнього використання з багатьох причин, однією з яких, на наш погляд, є недостатньо обґрунтоване розроблення та пропагування способів і технологій отримання білку із зеленого листа рослин, та рекомендації з його використання як у раціоні харчування людей, так і в вигляді добавок до кормів тварин.

Аналіз наявної літератури з даного питання свідчить про необхідність вивчення різноманітних ресурсів та раціонального підбору рослинних культур для виділення білку. Технологія його фракціонування також вимагає дедалі нових сучасних досліджень, залишаючи широке поле діяльності для тих науковців (технологів, медиків, біологів), яких цікавить проблема отримання дешевого якісного білку передусім з нетрадиційних джерел. Результати нових досліджень дозволять створити високобілкові продукти як для людей, так і для тварин, вирішуючи таким чином важливе для України завдання – **збагачення раціону харчування легкозасвоюваними рослинними і тваринними білками.**

Отримання протеїнових концентратів із зеленої маси рослин за новими технологіями є сьогодні не менш важливим питанням, ніж розвиток тваринництва, птахівництва, рибництва або виділення білку з олійних культур, наприклад сої.

Розв’язання даної проблеми являє собою сукупність самостійних і водночас взаємопов’язаних етапів (**рис. 2**).

Аналіз представленої блок-схеми дає можливість зробити ряд висновків. Досліджень навіть із першого етапу дуже мало. Відомо лише, що листя овочевих культур менше підходить для вилучення білку, ніж листя сільськогосподарських (люцерни, конюшини чи вівса), очевидно тому, що овочеві культури містять багато оксалату кальцію. Відомо також, що найпридатнішими сортами рослин для вилучення білків є ті, старіння яких можна відстрочити шляхом використання регуляторів росту, бо найбільшу кількість протеїну має саме зелене листя [4, 5].



Рис. 2. Етапи отримання білкових концентратів із зеленої маси рослин

Тому сьогодні в світі вивчено лише кілька культур, придатних для отримання протеїнового концентрату. Це зернові культури, люцерна, рапс, зелений горошок, конюшина [6].

З нашої точки зору, дешевим, економічно вигідним і біологічно цінним видом сировини для отримання екстрактів білку та білковмісних концентратів є відходи, отримані при збиранні врожаю певних видів сільськогосподарських культур. На жаль, група потенційних джерел таких культур дуже обмежена. Наприклад, при збиранні спілого зерна кукурудзи, рису чи пшениці їхнє листя вже сухе і непридатне для отримання білку [7].

Для України багатим джерелом протеїну може стати листя цукрових буряків – однієї з основних технічних культур і водночас найприбутковіших.

Бурякоцукрове виробництво має ряд специфічних особливостей – великі енерго- та капіталомісткість, сезонність, залежність від сировинної бази тощо, які зумовлюють незбалансованість усіх його сфер. Використання зеленої маси цукрових буряків збільшить можливість їх комплексного перероблення, дасть додаткову кількість високоякісного протеїну і дозволить гармонізувати інтереси бурякосіючих господарств, цукрових заводів, держави та споживачів.

Приваблива ідея використання зеленої маси цукрових буряків має реальний ґрунт: ще в 1950 році англійський учений М. Гудал отримав у виробничих умовах продукт, що містив 38..40% білку, а в 1957 році його співвітчизник Н. Пірі отримав білковмісний продукт зі збільшеною до 60% концентрацією протеїну [4]. В останньому випадку максимальний збір білку з листя буряків склав 500 кг з 1 га.

Загалом рослини є основним джерелом вуглеводів та одним з головних джерел жирів. Ці важливі компоненти харчування людей концентруються в бульбах та насінні. На жаль, рослинний протеїн не відкладається подібним чином і, як правило, неконцентрований. Найкращим його джерелом є насіння деяких бобових рослин, що містять до 30...40% протеїну. В поодиноких випадках майже така ж концентрація спостерігається в листі, однак у переважній більшості випадків вона не перевищує 10...20%.

Суттєво ускладнюється можливість використання протеїнів зеленої маси рослини нежуйними тваринами та людиною через високий вміст в них клітковини (30...35%). В процесі еволюції тваринного світу лише жуйні завдяки наявності складного шлунка й своєрідного симбіозу з мікроорганізмами здобули здатність засвоювати грубі рослинні корми та достатньо повно утилізувати протеїн. Решта тварин, птахи та людина вживають протеїн, що міститься в насінні, бульбах та біомасі, який продукується іншими тваринними організмами.

Для людини найбільш прийнятними джерелами протеїну є м'ясо, молочні продукти та яйця, адже кількість протеїну, що входить до складу таких типово крохмалистих продуктів, як зерно, картопля тощо, відносно невелика. Крім того, більшість рослинних білків – неповноцінні, в них спостерігається дефіцит багатьох незамінних амінокислот. Серед високоврожайних культурних рослин лише насіння бобових містять білки, за амінокислотним складом наближені до білків тваринного походження. Саме ця обставина і викликала спочатку підвищений інтерес до них як до можливих аналогів тваринних продуктів.

На другому місці за значущістю стоїть білок дріжджів, що утворюється в процесі біосинтезу. Далі йдуть білки, що продукуються мікрободоростями, грибами, і нарешті – білок із зеленої маси рослин.

Проблема виробництва протеїнових концентратів із зелених рослин викликає підвищений інтерес, оскільки, попри низький вміст протеїну, зелені рослини є практично невичерпним та найбільш багатим його джерелом. До того ж харчова цінність протеїну зелених рослин надзвичайно висока і наближена до цінності протеїнів тваринного походження.

Тому в ХХ столітті вчені знову повернулись до досліджень рослинного білку. І вже в 40-х роках перспективи отримання білкових продуктів із зеленої маси рослин стали достатньо виразними. Було накопичено досвід різних екстракційних методів, вивчено деякі властивості рослинного білку, виявлено найбільш перспективні культури. Ці роботи проводилися вченими США, Англії, Росії [3, 6, 7].

Всі зазначені роботи спрямовано на виділення з зеленої маси рослин тільки монопродукту – протеїну. Водночас сучасні біохімічні дослідження свідчать про те,

що рослинні матеріали є невичерпним джерелом не лише вуглеводів, ліпідів, білків, а й есенціальних мікронутрієнтів – вітамінів, мінеральних сполук, амінокислот тощо. Саме рослини як харчовий продукт для людини і тварин є складником усього органічного світу і містять комплекси біологічно активних речовин, еволюційно адаптованих до метаболічних процесів тваринних організмів. Саме тому і харчові продукти з рослин, і лікарські препарати на їхній основі не викликають в організмі людини явищ підвищеної чутливості та алергійних ускладнень [8].

Висока біологічна активність рослинних комплексів і відсутність кумуляції (накопичення) дозволяють використовувати їх як для нормалізації життєвих функцій у здорових людей в несприятливих ситуаціях, так і для лікування хронічних захворювань [9]. Ленінградські вчені за результатами робіт, виконаних у період з 1987 по 1996 роки, встановили, що фізіологічна дія сумарного комплексу біологічно активних речовин, що входять до складу рослинної сировини, набагато вища, ніж окремих компонентів цього ж комплексу.

Більш того, досвід народної медицини свідчить про те, що посилення лікувального ефекту досягається не лише за рахунок оптимальної взаємодії біокомпонентів, які входять до складу однієї рослини, а й у випадку використання композицій різних рослин.

Тому сьогодні перспективним є як традиційний шлях – отримання протеїнових концентратів із зеленої маси рослин, так і напрям отримання білковмісних напівфабрикатів, в яких поряд із білками містяться цінні біологічно активні сполуки (хлорофіл і продукти його розкладу, аскорбінова кислота, група каротиноїдів, передусім β -каротин тощо), що є важливим для тих груп населення, які мало споживають зелених листових овочів і в раціоні яких спостерігається дефіцит вітаміну А. Ліпіди зеленої маси багаті на ненасичені жирні кислоти з подвійними та потрійними зв'язками: олеїнову, лінолеву, ліноленову, які сьогодні визнано найкращими протекторами у профілактиці серцево-судинних захворювань. В достатній кількості зелень рослин містить також вітаміни групи В, вітаміни Е і К. Різні рослини містять різну кількість макро- та мікроелементів, щодо важливої ролі яких постійно з'являються нові наукові підтвердження [10].

Таким чином, навіть наведений короткий огляд свідчить про доцільність перероблення зеленої маси рослин на білковмісний комплекс, який можна буде використовувати для збагачення різних харчових продуктів біологічно активними речовинами. Визначено хімічний склад зеленої маси цукрових буряків і з'ясовано, що вона містить 85...89% води; 1,2...1,8% золи; 4,8...9,6% білку; 6,7...8,2% вуглеводів; 1,6...2,3% клітковини; 0,15...0,22% органічних кислот; 4,6...5,7 мг% каротину, вітаміни групи В, вітамін РР, вітамін С. Слід зазначити, що вміст аскорбінової кислоти у певні періоди вегетації досягав 600...650 мг%.

Зелена маса цукрових буряків – сезонний продукт. На етапі експериментальних досліджень для отримання дослідних партій ми збирали її протягом липня і на початку серпня. Для приготування достатньої кількості матеріалу його консервували. Найбільш придатним методом консервування в даному випадку є низькотемпературне сушіння. Для отримання сухого продукту зелену масу буряку сортували, відкидаючи пожовклі та в'ялі листки й видаляючи зовнішні забруднювачі. Очищену сировину вимили, подрібнили на шматочки 2...3 мм. Нарізаний матеріал закладали в камеру для низькотемпературного сушіння (10...30 °С). Для того, щоб сухі шматочки не провалювались, використовували піддони з перфорацією маленьких розмірів. З метою інтенсифікації процесу сушіння сирий матеріал розкладали тонким шаром.

Кінцева мета досліджень – **отримати сухий продукт з максимальним вмістом біологічно активних речовин (БАР)**. Для вибору оптимального значення температурного режиму, при якому втрати БАР будуть найменшими, проводили дослідження при різних температурах. На основі отриманих результатів побудували криві сушіння, які відтворюють зміни вмісту води в матеріалі залежно від тривалості сушіння при постійній температурі.

Цікавим виявився той факт, що в період постійної швидкості сушіння видалення вологи незначно залежить від температури процесу – протягом 180 хв. залишкова вологість становить 58% при 10 °С, 46 % – при 20 °С, 44% – при 30 °С. В період спадаючої швидкості (через 210 хв. після початку процесу) ефект видалення вологи уже істотно залежить від температури: через 260 хв. сушіння при 30 °С уже

практично видалено всю вільну вологу і досягнуто 10% вологості, тоді як при температурі 10 °С залишкова вологість становить 48% і лише через 600 хв. вона досягає рівня 10%.

З точки зору інтенсифікації процесу більш доцільною є температура 30 °С. Однак остаточне рішення щодо оптимального значення температури можна прийняти лише після оцінки хімічного складу зеленої маси буряків, оскільки готовий продукт повинен зберегти всі біокомпоненти вихідної сировини.

На підставі результатів досліджень запропоновано безвідходну технологію комплексного перероблення зеленої маси цукрових буряків на білкові концентрати та інші біологічно цінні комплекси (**рис. 3**). Для реалізації цієї технології необхідно здійснити такі технологічні етапи.

Згідно із запропонованою схемою, зібрана зелена маса буряку піддається за допомогою дробарки тонкому подрібненню (дезінтеграції). Потім її подають у ванну з циркулюючою водою, в якій встановлено прес (можна шнековий прес ВПНД-10). Віджатий сік надходить на термооброблення (коагуляцію), а жом – на подальше перероблення. Сік із зруйнованих клітин додатково вимивається водою.

На шляху до чану, де відбувається термооброблення соку, він проходить крізь решітку, на якій відділяються волокнисті домішки. Із збірного чану сік відцентровим насосом подається у нагрівальні чани. Джерелом тепла є паровий котел, що забезпечує нагрівання соку до 80...90 °С. Коагуляцію білків проводять безпосереднім барботуванням пари у сік. Після коагуляції суміш фільтрують (сепарують), у результаті чого отримують дві фракції: пасту білкового концентрату (БК) та рідку фракцію – коричневий сік. Пасту подають у циліндр преса, де під тиском поршня вода відділяється від пасти, проходячи крізь тканинний фільтр і отвори у стінках циліндра. Пасту віджимають до залишкової вологості менше 65 %. Це забезпечує її зберігання або безпосередньо у вигляді пасти, або дає можливість інтенсифікувати процес сушіння. Пасту сушать при температурах, нижчих від 35 °С. Сухий білковий концентрат направляють на пакування, а потім використовують за потребою для збагачення різноманітних традиційних харчових продуктів – борошняних, кондитерських виробів, молочних продуктів тощо.

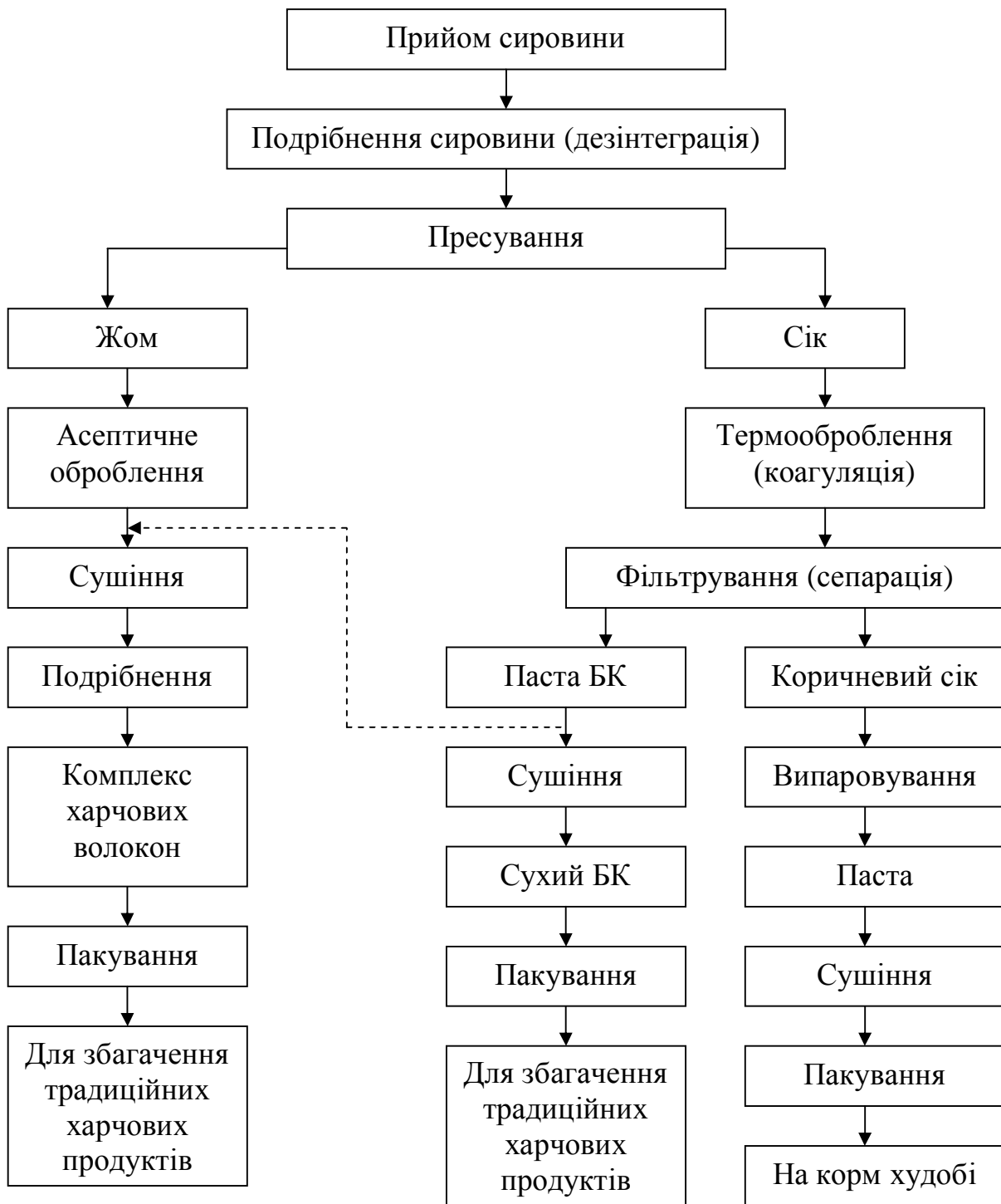


Рис. 3. Принципова технологічна схема безвідходного перероблення зеленої маси цукрових буряків на білкові концентрати та інші БАР

Жом, отриманий після пресування подрібненої зеленої маси, обробляють для запобігання мікробіологічному псуванню, а потім сушать при невисоких температурах, подрібнюють. У результаті отримують біологічно цінну композицію з

високим вмістом харчових волокон. Подрібнений продукт надходить на пакування, і його теж можна використовувати для збагачення традиційних харчових середовищ.

Коричневий сік концентрують випаровуванням, отримують пасту, сушать її, пакують і реалізують в якості кормового продукту.

З наведеної схеми видно, що за необхідності паста БК вологістю близько 65 % може бути змішана з асептично обробленим жомом перед сушінням, що підвищує харчову і біологічну цінність отриманого комплексу харчових волокон, збагаченого білковим концентратом.

ВИСНОВКИ

Білки належать до есенціальних речовин, без яких неможливе життя, ріст та розвиток організму. Для підтримання рівноваги між процесами синтезу та деструкції білків необхідно, щоб із харчовим раціоном надходило 0,8...1 г білку на 1 кг маси тіла. Потреба у білку корегується залежно від віку, фізіологічної активності, фізіологічного стану організму. Безпечний рівень споживання білків залежить не лише від їх кількості у харчовому раціоні, а й від якості. Повноцінність білків залежить від амінокислотного складу.

Проблему білкової нестачі можна вирішувати кількома шляхами – **використанням нових джерел білку** (білків сої, зеленої маси рослин, мікроорганізмів, одноклітинних та багатоклітинних водоростей, шротів олійних культур тощо); **збільшенням біологічної цінності рослинних білків** шляхом збагачення рослинних харчових продуктів незамінними або замінними (таурин, глютамін, аргінін) амінокислотами; **взаємним білковим збагаченням** шляхом додавання до суміші рослинних білків тваринних протеїнів – білків м'яса, молока, побічних продуктів молочного виробництва, відходів із боєнь тощо. Отримані таким чином нові харчові продукти оздоровчої дії відзначаються оптимальним вмістом білку і амінокислот, практично не містять токсичних і антиаліментарних сполук, добре засвоюються організмом людини, безпечні для споживачів і можуть успішно використовуватись для подолання білкової нестачі і білкового дефіциту.

Перспективним є створення технології виробництва протеїнових концентратів та білковмісних композицій із зеленої маси рослин, у тому числі цукрових буряків. Наведені дані свідчать про актуальність дослідження й виробництва протеїну та білковмісних концентратів з цієї сировини як з точки зору виробництва додаткової кількості цінного харчового компонента, так і з позицій підвищення ефективності використання цукрових буряків.

Специфічність технологічного виробництва концентратів і білковмісних композицій зумовлює істотні вимоги до сировини: високий вихід соку, екстрактивних речовин, відсутність шкідливих глікозидів, достатній ступінь коагуляції білкової фракції, відсутність деструкції високомолекулярних сполук при сушінні тощо. Висушену зелену масу цукрових буряків можна буде випускати з різним ступенем подрібнення та використовувати як безпосередньо, у вигляді білковмісних біологічно активних добавок до їжі, так і для збагачення різних харчових середовищ з метою отримання продукції з оптимальним вмістом протеїну.

Список використаних джерел

1. *Гонський А.Я.* Біохімія людини / А.Я. Гонський, Т.П. Максимчук, М.І. Калинський. – Т. : Укрмедкнига, 2002. – 741 с.
2. *Николаев А.Я.* Биологическая химия / А.Я. Николаев. – М. : Мед. информ. агентство, 1990. – 496 с.
3. *Bernardi D.L.S.* Enzymatic modification of Soy protein concentrates by fungal and bacterial proteases / D.L.S. Bernardi, A.L.R. Pilosof, G.B. Bartolomai // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1991. – Vol. 68. – P. 102-106.
4. *Пири Н.У.* Белки из листьев зеленых растений / Н.У. Пири ; пер. с англ. – М. : Колос, 1980. – 191 с.
5. *Ньюсхолм Э.* Регуляция метаболизма / Э. Ньюсхолм, К. Старт ; пер. с англ. – М. : Мир, 1991. – 407 с.
6. *Рысь Р.* Ресурсы кормового белка и их использование / Р. Рысь // Межд. сельскохоз. журн. – 1987. – №3. – С. 24-28.

7. *Бессарабов Э.В.* О технологии производства протеиновых зеленых концентратов и их питательности / Э.В. Бессарабов, Ю.Ф. Новиков // Сельское хозяйство за рубежом. – 1985. – №8. – С. 13-17.

8. *Соколов С.Я.* Фитотерапия и фитотермакология : руководство для врачей / С.Я. Соколов. – М. : Мед. информ. агентство, 2000. – 976 с.

9. *Олійник В.П.* Лікарські рослини : фітотерапевтичний довідник / В.П. Олійник, Л.В. Бензель, М.Л. Сятиня, Г.В. Крамаренко. – К. : Рідний край, 1999. – 320 с.

10. *Капрельяни Л.В.* Функціональні продукти : [монографія] / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – О. : Друк, 2003. – 312 с.

Рецензент: Т.П. Пирог, д.б.н., проф.