

ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ВИСОКОБІЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТУ ДЛЯ СУПІВ ШВИДКОГО ПРИГОТУВАННЯ

Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко, С. В. Камінська, О. М. Межубовський
Національний університет харчових технологій

Білки є найціннішим компонентом у харчуванні людини, оскільки виконують в організмі різноманітні важливі функції. Водночас збільшення чисельності населення на планеті вже сьогодні свідчить про загрозу прогресуючого дефіциту білкової їжі. Традиційні сільськогосподарські технології вирощування тварин, мікробіологічні процеси не забезпечують отримання білка як обов'язкового компонента їжі у належній кількості і повноцінного складу. Тому набуває актуальності пошук нових джерел рослинних білків як економічно вигідних і зручних об'єктів для перероблення на напівфабрикати та готові продукти із застосуванням інноваційних технологій.

Досі промисловість надає перевагу соєвим, пшеничним білкам, однак стрімко розвивається і напрям досліджень з вивчення доцільності використання як носіїв білка інших зернових та олієжирових культур, зеленої маси рослин, дикорослих і культивованих грибів. Саме вивченню біохімічного складу культивованих грибів, доцільності їх поєднання з іншими високобілковими матеріалами — пластівцями сочевиці та шроту льону, створенню на цій основі концентратів для супів швидкого приготування присвячено пропонувану статтю.

Таке поєднання у складі композиції двох чи трьох мультикомпонентних білкових збагачувачів надає унікальну можливість регулювати функціональні властивості цих композицій, створювати зручності у їх застосуванні та розширити спектр харчових продуктів з підвищеним вмістом білків, передусім есенціальних. Прикладом використання подібних композицій є супи швидкого приготування. Це давній і надзвичайно розвинений сектор ринку харчокоцентратів, який забезпечує отримання різних страв у повному обсязі. Відомими брендами є Knorr, Lipton, Batchelors, Heinz, Mivina, Vegeta, а також численні локальні виробники, у тому числі в Україні.

Введення до цієї сфери напівфабрикатів зі збалансованим амінокислотним складом і різнобічним функціональним спрямуванням є актуальним завданням сучасних харчових технологій, зокрема оздоровчих продуктів.

Ключові слова: білки, амінокислоти, концентрати, мультикомпонентні композиції, супи.

Постановка проблеми. Світовий досвід розвитку індустрії білковмісних продуктів, накопичені знання в галузі фундаментальних досліджень з хімічної природи, властивостей і структури білків, з одного боку, та зростаючі потреби організму в додаткових чинниках харчування — вітамінах, мінеральних елементах, міenorних сполуках (Nelson, & Cox, 2017), з другого, створили передумови для розвитку наукомістких процесів перероблення різноманітної рослинної сировини

на білковмісні продукти, напівфабрикати, дієтичні добавки, композити тощо (Martinez-Medina et al., 2021).

Здатність молекул білка до взаємодії з лецитином, пектинами та іншими полісахаридами, жирними кислотами, мінеральними сполуками харчових продуктів створює привабливі перспективи для формування широкого спектра з підвищеним вмістом білкової складової. Причому найважливішими чинниками, що визначають вибір сировини для перероблення, є масова частка і якісний склад білків, їх розподіл по фракціях щодо розчинності в різних середовищах, біологічна цінність білків порівняно з еталонним білком, рекомендованим FAO/WHO, співвідношення вільних і зв'язаних амінокислот тощо (Dietary Protein, 2011).

Отримання композиційних сумішей з різних білковмісних рослинних джерел дає змогу на новому рівні використати можливості білкових сполук у регулюванні функціональної діяльності органів і систем живого організму, повніше реалізувати їхні унікальні властивості, створити нові види продуктів у різних агрегатних станах, наприклад у вигляді супів швидкого приготування (Colunga, 2020).

Сьогодні різноманітні напівфабрикати входять до сфери харчоконцентратної промисловості. Вони користуються широким попитом у споживачів, у закладах ресторанного господарства, готельному й туристичному бізнесі. Стосовно грибних напівфабрикатів, то більшість технологій їх виготовлення поєднують три основні операції: підготовка та перероблення грибної сировини; розроблення рецептур з використанням отриманих напівфабрикатів; пошук ефективних способів пакування.

Таких досліджень поки що дуже мало, тому цей напрям залишається актуальним і надає можливість кожному науковцеві внести свою частку в суму знань про культивовані гриби як надзвичайно цінне джерело харчового високоякісного білка.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За літературними даними, регулярне споживання культивованих грибів, зокрема печериць, що входять до складу готових харчових продуктів, значно збільшує вміст в організмі антиоксидантних маркерів та знижує рівень оксидативного стресу (Calvo et al., 2016; Stojković et al., 2014).

Біокомпоненти культивованих грибів чинять кардіопротекторну, протипухлинну, антидіабетичну, гепатопротекторну дію (Martinez-Medina et al., 2021; Sanket, & Pravin, 2021). Вони органічно включаються в процеси метаболізму та не мають кумулятивної здатності (Medicinal, 2021). Комплекс гліуканів з білками грибів регулює вміст гліюкози в крові, а олігосахариди з пребіотичними властивостями активізують природну мікрофлору шлунково-кишкового тракту (Synytsia et al., 2009).

На основі істівних, у тому числі культивованих, грибів у харчовій та фармацевтичній промисловості за кордоном досить динамічно розвивається виробництво дієтичних добавок, лікарських препаратів, збагачених грибними білками харчових продуктів (Tardif, 2000).

Виробництво аналогічної продукції в Україні досі перебуває на етапі становлення. Серйозні дослідження проведено з використанням грибної сировини в технологіях м'ясних і м'ясомістких продуктів (Ястреба, & Пасічний, 2010; Пасічний, Жабіна, & Ястреба, 2010).

Разом з тим, убачаються великі перспективи в розробленні технологій нових білковмісних продуктів шляхом поєднання в одній композиції різних рослинних джерел білка з комплементарним амінокислотним складом (Сімахіна, & Науменко, 2020), наприклад на основі бобових культур і периферійних частин зерна пшениці, жита, ячменю, насіння льону тощо (крупка, висівки, лушпиння). Такі композиції матимуть підвищену біологічну цінність порівняно з білком однієї культури. Наприклад, за рахунок білка печериць і насіння льону вони будуть збагачені лізином, треоніном, лейцином (Simakhina, & Naumenko, 2022); матимуть добрі структурно-механічні та функціональні властивості, що забезпечуватиме ефективність їх використання в технологіях дієтичних добавок, функціональних та оздоровчих харчових продуктів, продуктів спеціального призначення, у виробництві кулінарної продукції та харчоконцентратів (Ященко, 2012).

З цієї точки зору вважаємо за доцільне розглянути як компоненти високобілкової композиції, поряд із грибним напівфабрикатом низькотемпературного сушіння (далі ГННС), боби сочевиці та шрот льону, які також є предметом дослідження зарубіжних і вітчизняних науковців. Загалом, зернобобові є важливим джерелом рослинного білка (Considine, Kadambot, & Foyer, 2017). За останні 50 років світове виробництво бобових зросло майже на 60%, а зернових — утричі (Huebbe, & Rimbach, 2020). Організація Об'єднаних Націй оголошувала 2016 рік Міжнародним роком зернобобових під девізом «Поживне насіння для сталого майбутнього», і бобові, передусім сочевицю, названо «суперфудом» (About, 2016).

Зелена революція потрібна також для забезпечення продовольчої та харчової безпеки в умовах глобальної зміни клімату. Зернобобові є безпрецедентним рішенням цієї проблеми через притаманну їм здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, що забезпечує економічно стійкі переваги для сільського господарства (Foyer et al., 2016).

Бобові — це низькоенергетична, насичена поживними речовинами їжа з низьким глікемічним індексом. Вони сприятливо впливають на контроль глікемії та ожиріння і традиційно рекомендуються медиками в дієті для діабетиків. Зокрема, в одному з досліджень показано, що заміна половини порції рису сочевицею привела до зниження рівня глюкози в крові до 20%, а заміна картоплі на сочевицю привела до його зниження на 35% (Moravek et al., 2018). У групі пацієнтів-діабетиків, які щодня споживали бобові, спостерігалось більше падіння рівня цукру у крові, ніж у тих, хто дотримувався здорової дієти із цільнозерновими.

Одним із чинників такої дії сочевиці є високий вміст марганцю. Цей мінерал зберігається в основному в кістках та основних органах, включаючи печінку, нирки і підшлункову залозу. Марганець відіграє також важливу роль у підтриманні нормального рівня цукру в крові та допомагає захистити організм від ушкодження вільними радикалами.

Часте споживання бобових, особливо сочевиці, може забезпечити переваги для профілактики діабету 2 типу в літніх людей з високим серцево-судинним ризиком (Vesegra-Tomás et al., 2018). Тому Організація продовольства та сільського господарства ООН (FAO) рекомендує вживати їх щодня як частину здорової дієти, щоб запобігти хронічним захворюванням і боротися з ними, а також для вирішення зростаючих глобальних проблем ожиріння.

Науково підтверджено також позитивний вплив дієтичного втручання із залученням більшої кількості сочевиці для запобігання залізодефіцитних станів та ефективну дію сочевиці як пребіотика (Rajagukguk et al., 2021).

Привабливим джерелом білка та інших цінних біокомпонентів є також олійні культури. Винятково перспективним джерелом є використання вторинних продуктів переробки рослинної сировини для одержання харчового протеїну, а саме: шроту сої, соняшника, льону, амаранту тощо. Рослинні білки використовуються для поліпшення функціонально-технологічних показників готової продукції, а також у вигляді добавки до традиційних харчових систем з метою підвищення харчової та біологічної цінності.

Ляний білок зі шроту — лінулін, може задовольнити потреби технологів саме як функціональний збагачувач, хоча раніше шрот як вторинний продукт виробництва лляної олії використовували в основному на корм худобі.

В Україні також зростають обсяги використання льону через популяризацію цього генетично звичного для українців продукту. При цьому слід відзначити, що під час віджиму лляної олії лишається більше 65% шроту (Іжевська, 2019) із значним вмістом нутрієнтів, а відтак, є простір для творчості фахівців.

У білковій фракції лляного шроту виділено високий вміст ароматичних амінокислот, що виступають нейромедіаторами, покращують пам'ять, роботу печінки та підшлункової залози (Darthe, Klensporf-Pawlik, & Przybylsky, 2014).

Мета статті: обґрунтувати склад композиції з трьох рослинних мультикомпонентних джерел білка та отримати на її основі кулінарну страву з підвищеною білковою складовою (суп швидкого приготування).

Матеріали і методи. Досліджували порошкоподібний напівфабрикат печериць низькотемпературного сушіння, отриманий у лабораторних умовах за таких режимних параметрів: температура — 45°C, тривалість — 340 хв, залишкова вологість — 10—11%. Інші предмети дослідження: пластівці сочевиці за ДСТУ 6020:2008 та шрот льону за ДСТУ 8239:2015. Методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні. Вміст сухих речовин визначали за загальновідомою методикою за ДСТУ 7804:2015. Загальний вміст білків, якісний і кількісний склад амінокислот визначали за методикою (Redwejk et al., 2012) з використанням капілярного електрофорезу. Загальний вміст вуглеводів визначали методом іонного аналізу (Metrohm) за допомогою хроматографа Bioscan 817 фірми Metrohm. Для підготовки проби до аналізу гриби розтирають до отримання однорідної маси і вводять в автоматичний пробовідбірник хроматографа. Вміст клітковини визначали методом прямого вагового аналізу, сутність якого полягає в окисленні, руйнуванні та розчиненні різних хімічних сполук, крім клітковини, яку потім видаляють, висушують та зважують (Kumar, & Turner, 2015). Вміст золи визначали за ДСТУ ISO 2171:2009.

Викладення основних результатів дослідження. У табл. 1 за літературними даними (ДСТУ 6020:2008 та ДСТУ 8239:2015) наведено основні властивості сочевичних пластівців і лляного шроту, передбачених для комбінування з грибним порошком. Важливою характеристикою сочевичних пластівців є їхні виявлені структуроутворюючі властивості, що забезпечуватиме стабілізуючу здатність

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

швидкорозчинних супів та необхідні поверхнево-активні властивості без внесення додаткових харчових добавок, а отже, сприятиме оздоровчому ефекту продукту.

Слід також відзначити високу драглеутворювальну здатність лляного шроту, завдяки чому готовий продукт набуває оптимальної густої консистенції, усуваючи необхідність внесення штучних загущувачів, що також відповідає всім принципам здорового харчування.

Таблиця 1. Основні властивості складників високобілкової композиції

Функціональний збагачувач	Показники			
	Фізико-хімічні	Органолептичні	Мікробіологічні	Функціонально-технологічні
	1	2	3	4
Сочевичні пластівці ДСТУ 6020:2008	Товщина пластівців: 0,5 мм; кількість декстринів: 11,0%, вміст водорозчинних речовин: 17,0%, ступінь денатурації білків: 30% від вихідної кількості, насипна маса пластівців: 230 г/л	Однорідні, кремово-жовті; з вираженим смаком, властивим для бобових, без сторонніх присмаків; запах нейтральний; дрібні й тонкі пластівці за текстурою	КМАФАМ КУО/г: не більше $5 \cdot 10^3$; БГКП: до 0,01; патогенні, в т. ч. сальмонели: 25; <i>B. cereus</i> : 0,1; Плісняві гриби, КУО/г: 50	Основний структуруютьуючий наповнювач продукту; нейтрально-бобовий смак
Лляний шрот ДСТУ 8239:2015	Вологість: 6...9%; Розмір часток: до 2 мм; зольність: до 1,5% включно	Колір сірий, допустимі різні відтінки; без сторонніх присмаків; запах притаманний силовині, відсутні підгорілі або гнилісні нотки	КМАФАМ КУО/г: не більше $5 \cdot 10^3$; БГКП: до 0,01; плісняві гриби, КУО/г: 50	Висока драглеутворювальна здатність, що дозволяє підвищити на 25...30% консистенцію супу порівняно з аналогами; надає оригінального присмаку готовому продуктові

У табл. 2 та 3 наведено експериментальні дані з визначення мікробіологічних та органолептичних показників для грибних порошоків низькотемпературного сушіння (45 °С).

Таблиця 2. Органолептичні показники порошоків сушених печериць

Показники	Характеристики
Зовнішній вигляд	Тонкодисперсний (100-150 мкм) порошок вологістю 8...12%, без грудочок, однорідний
Смак та запах	Характерний для свіжих печериць, без сторонніх запаху та присмаку, приемний, ароматний
Колір	Від світло-кремового (якщо шапки відділені від ніжок) до коричневого з різними відтінками (якщо гриби висушуються як одне плодове тіло)
Текстура	Залежно від ступеня зрілості грибів, їх однорідності, і за оптимальних показників сипка, однорідна, без грудкування

До органолептичних характеристик слід ще додати, що за температури сушіння 45 °С за даними (Zhang et al., 2022) відбувається процес зв'язування летких компонентів (спиртів і кетонів: L-гексанол, 3-гектанол, 3-октанол, 3-октанон, L-октен), які надають специфічного грибного аромату напівфабрикатам та продуктам з їх використанням.

Важливим завданням є також забезпечення мікробіологічної безпеки напівфабрикатів як безпосередньо після їх отримання, так і в процесі зберігання. Досліджували кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), бактерій групи кишкової палички (БГКП), сульфит-редукуючих клостридій, патогенної мікрофлори, в тому числі бактерій роду сальмонела, а також пліснявих грибів. Це всі показники загалом характеризують безпеку для споживачів грибного напівфабрикату та продуктів з його використанням.

Мікробіологічні показники визначали відразу після отримання порошку та через кожні 3 місяці протягом року. Результати дослідження наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Мікробіологічні показники напівфабрикату із сушених печериць упродовж зберігання

Показники	Гігієнічні нормативи	Мікробіологічні показники				
		Термін зберігання, місяці				
		0	3	6	9	12
МАФАНМ, КУО, г	$5,0 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^2$	$4,6 \cdot 10^2$	$8,3 \cdot 10^2$	$5,8 \cdot 10^3$
БГКП (коліформи) в 0,1 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Плісені КУО/г	$5,0 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Дріжджі КУО/г	$2,0 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$

З даних, наведених у табл. 3, видно, що патогенних мікроорганізмів, у тому числі бактерій роду *Salmonella* (у 25 г), не виявлено в порошок з досліджених зразків. Відсутні також бактерії групи кишкових паличок. Дріжджі виявлено лише у зразку, який зберігався протягом 12 місяців, однак їхня кількість значно менша від гігієнічного нормативу. Пліснявих грибів також не виявлено в жодному зразку.

Таким чином, досліджений напівфабрикат із сушених печериць має належні фізико-хімічні, технологічні, мікробіологічні та органолептичні показники і дає підстави прогнозувати його широке використання в різних галузях харчової промисловості, що апробується на створенні нової рецептури супу швидкого приготування з підвищеною білковою складовою.

На наступному етапі досліджень з використанням методу математичного моделювання обрано певні співвідношення між складовими нової рецептури супу «Шампінє» і дано їхню оцінку, передусім за органолептичними показниками, які наведено у табл. 4, порівняно з контрольним зразком (традиційний горохово-грибний суп Street Soup).

Таблиця 4. Органолептичні показники комбінованої суміші інгредієнтів супу швидкого приготування, гідратація 1:5

Показники	Характеристика показників				
	Контроль (Street Soup)	Досліджувані зразки			
		Співвідношення масових часток сочевиці (С), лляного шроту (Л) та грибного порошку (Г)			
		Рецептура I С: 85% Л: 5% Г: 10%	Рецептура II С: 60% Л: 20% Г: 20%	Рецептура III С: 55% Л: 10% Г: 35%	Рецептура IV С: 72,25% Л: 12,75% Г: 15%
Консистенція	Помірно густа, згідно з аналізом не відповідає назві «крем-суп»	Дуже рідка	Надмірно густа	Густа	Оптимально густа, підібране співвідношення інгредієнтів розкриває термін «крем-суп»
Колір	Світло-сірий із темними включеннями	Пісочний	Сіро-пісочний з темними включеннями	Темно-пісочний	Сірий з темними включеннями
Смак та запах	Переважає бобовий, з відповідним запахом	Нейтральний, з легким грибним присмаком та ароматом	Інтенсивний, важкий, переважно сочевичний	Сильний грибний смак та запах	Помірний, гармонійно поєднаний, властивий компонентам
Об'єм порції (при додаванні 250 мл води на 50 г концентрату)	300 мл	300 мл або менше, для покращення консистенції	300 мл та більше, для покращення консистенції	300 мл, можливе невеличке розведення	300 мл
Економічна доцільність	Ринково конкурентна	Відсутні бажані органолептичні характеристики	Відсутні бажані органолептичні характеристики	Економічно недоцільна — високий вміст грибів	Ринково обґрунтована

Згідно з даними табл. 4, оптимальною за органолептичними показниками виявилась рецептура IV з масовою часткою пластівців сочевиці, лляного шроту та грибного порошку у співвідношенні, відповідно, 72,25:12,75:15,0%.

Для вивчення кореляції між органолептичними та якісними показниками супу з підвищеною білковою складовою склали рецептури модельних зразків з різними масовими частками компонентів (табл. 5).

До складу рецептури ввели замість часнику сушену петрушку, враховуючи значну кількість у її складі білків (26 ± 2 г/100 г), харчових волокон (24 ± 2 г/100 г), мінерального залишку ($1,1 \pm 1$ г/100 г). Крім того, додавання сушеної петрушки з невеличкими вкрапленнями листя відповідає споживчим очікуванням «справжньої» їжі, як це підтверджено результатами власного контрольного опитування.

Заміна звичайної кухонної солі гімалайською привнесла до рецептури значну кількість мінеральних елементів, переважно в органічній, легкозасвоюваній формі.

Таблиця 5. Рецептури модельних зразків супу «Шампінь» порівняно з контрольним зразком

Перелік компонентів	Масова частка компонентів у рецептурах, %				
	Контроль (Street Soup)	I	II	III	IV
Пластівці сочевиці	-	75,0	50,0	45,0	62,25
Шрот льону	-	5,0	20,0	10,0	12,75
Грибний напівфабрикат	5,0	10,0	20,0	35,0	15,0
Крупа горохова	85,0	—	—	—	—
Цибуля ріпчаста сушена	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Часник сушений	4,0	—	—	—	—
Петрушка сушена	-	4,0	4,0	4,0	4,0
Сіль кухонна	2,0	—	—	—	—
Сіль гімалайська	—	2,0	2,0	2,0	2,0

Примітка: для додаткового введення до рецептури прянощів частку пластівців сочевиці у кожному варіанті рецептур зменшуємо на 10% стосовно даних табл. 4.

Результати фізико-хімічних показників компонентів у складі нової рецептури супів наведено в табл. 6.

Таблиця 6. Залежність фізико-хімічних показників модельних зразків супу розроблених рецептур від масових часток інгредієнтів

Показники	Контрольний зразок (Street Soup)	Варіант рецептури			
		I	II	III	IV
Вміст СР, %	30,8	14,6	29,2	24,8	20,2
вміст білка, %	14,2	23,2	24,9	27,6	25,8
Вміст вуглеводів, %	2,7	3,3	3,6	3,4	3,9
Вміст клітковини, %	0,8	1,9	2,2	2,2	2,4
Вміст золи, %	1,6	2,7	3,0	2,9	3,1
Енергетична цінність, кДж	805,4	778,4	724,7	695,5	688,5

З даних табл. 6 видно, що хімічний склад розроблених рецептур грибних супів неістотно відрізняється один від одного за вмістом основних біокомпонентів, і всі вони містять досить високі концентрації білків (від 23,2% до 27,6%), вуглеводів (від 3,3% до 3,9%), в тому числі клітковини (від 1,9% до 2,4%). Також незначні коливання енергетичної цінності — від 688,5 кДж до 778,4 кДж.

Разом з тим, встановлено явні переваги розроблених рецептур перед контрольним зразком, основними складовими якого є горохова крупа (85%) та грибний напівфабрикат (5%). Вміст СР у контрольному зразку дещо вищий, ніж у рецептурах II, III, IV, і вдвічі вищий порівняно зі зразком I. Ці дані узгоджуються з результатами органолептичних показників композиційних сумішей (табл. 4), де за рецептурою I консистенція суміші виявилась надто рідкою.

Спостерігається збільшення вмісту білка в розроблених супах у середньому на 38,8—48,5%; зростає вміст вуглеводів — на 18,2—30,8%, а також клітковини — на 58—67%, завдяки чому забезпечується належна вологоутримувальна та жирутримувальна здатність компонентів супу.

За рахунок заміни кухонної солі на гімалайську частка мінеральних елементів зросла на 40,8—48,4%.

Незначна різниця вмісту основних біокомпонентів у розроблених рецептурах пояснюється певними відмінностями в хімічному складі інгредієнтів — грибного напівфабрикату, пластівців сочевиці, шроту льону. Відповідно, отримання супів за кожною з чотирьох рецептур є науково обгрунтованим, і лише за органолептичними показниками перевага надається рецептурі IV.

Таким чином, поєднання в рецептурі супів запропонованих компонентів, яке ґрунтується на основних положеннях фізіології і біохімії харчування та наукових принципах комплементатії біологічно активних речовин сільськогосподарської сировини, надає можливість розширити спектр оздоровчих продуктів, передусім для подолання білкового дефіциту, і забезпечити потребу організму людини в основних нутрієнтах відповідно до фізіологічних потреб. Наприклад, з порцією розробленого супу швидкого приготування споживач отримає майже половину добової потреби (20—25 г білку), який до того ж відзначається високим ступенем засвоюваності.

Висновки

Сучасна біохімія та фізіологія мають незаперечні докази, що всі життєві процеси в організмі людини пов'язані з перетворенням і біотрансформацією протоплазматичних та ядерних білків на рівні клітин і тканин. Наділені надзвичайною реактивністю, білки здатні взаємодіяти з усіма без винятку речовинами, утворюючи комплексні сполуки, які складають основу клітин, тканин і рідин живого організму. Недостатнє надходження білків або окремих амінокислот з їжею призводить до білкової недостатності, спричиняючи в організмі серйозні порушення в результаті дисбалансу між синтезом і розпадом білків. Саме тому пошуки нових джерел білків, зокрема нетрадиційних, є на сьогодні актуальними. Одним із вирішень цієї проблеми є застосування культивованих грибів, які містять до 50% білків (на суху речовину) та інші цінні біокомпоненти.

За прогнозами вчених, у майбутньому 2/3 потреби людини в білках задовольнятиметься за рахунок промислового виробництва їстівних грибів. Уже зараз майже 80 країн світу в штучних умовах вирощують печерицю, гливу звичайну, шийтаке, опеньки літні та інші гриби. Вживання грибів підвищує імунітет людини до різних інфекцій, онкологічних захворювань, а також виявляє інші позитивні ефекти.

Досліджена композиція високобілкових культур — порошкоподібний напівфабрикат печериць низькотемпературного сушіння, пластівці сочевиці та шрот насіння льону, виявили більш значущу біологічну цінність, ніж кожна культура зокрема; у фракційному складі білків цієї композиції переважають легкозасвоювані водо- та солерозчинні фракції. З порцією супу швидкого приготування організм отримує 20—25 г повноцінного білка. Складові композиції у водному середовищі створюють необхідну консистенцію страви, її органолептичні показники.

Зважаючи на унікальні властивості білків рослинних культур, зокрема досліджених у цій статті, можна зробити однозначний висновок щодо перспектив подальших досліджень із розроблення технологій протеїнових концентратів, композицій інших білковмісних концентратів, розширення спектра білкових джерел для отримання збагачуючих напівфабрикатів тощо. Важливим буде також вивчення поведінки білків створених композицій у харчових системах, механізмів їхньої взаємодії та встановлення оптимальних параметрів виробництва.

Література

Дятлов, В. В., Попова, Н. А., Медведкова, И. И. (2011). Качество и безвредность шампиньонов при хранении. *Товарознавчий вісник*, 3, с. 95—103.

Іжевська, О. П. (2019). Дослідження ліпідів шроту насіння льону та перспектива використання його у м'ясних стравах. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 91(2).

Пасічний, В. М., Жабіна, О. В., Ястреба, Ю. А. (2010). Удосконалення технології виготовлення паштетних консервів з білковмісними наповнювачами. *Наукові праці ОНАХТ*, 38(2), 219—222.

Сімахіна, Г. О., Науменко, Н. В. (2020). Оптимальний підбір амінокислот для подолання білкового дефіциту. *Наукові праці НУХТ*, 5, 170—181.

Ястреба, Ю. А., Пасічний, В. М. (2010). Дослідження біологічної цінності порошкоподібного напівфабрикату з грибів глива звичайна. *Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького*, 2, 124—129.

Яценко, О. В. (2012). Харчова та біологічна роль їстівних та лікарських грибів в харчуванні населення. *Гігієна населених місць*, 59, 234—240.

About the International Year of Pulses. Взято з: <https://www.fao.org/pulses-2016/about/en> (access date 09.02.2023).

Becerra-Tomás, N., Díaz-López, A., Rosique-Esteban, N., Ros, E., Buil-Cosiales, P., Corella, D., Estruch, R. (2018). Legume consumption is inversely associated with type 2 diabetes incidence in adults: A prospective assessment from the PREDIMED study. *Journal of Clinical Nutrition*, 37(3), 906—913. Взято з: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28392166/> (access date: 11.10.2022).

Calvo, M. S., Mehrotra, A., Beelman, R. B. et al. (2016). A Retrospective Study in Adults with Metabolic Syndrome: Diabetic Risk Factor Response to Daily Consumption of *Agaricus bisporus* (White Button Mushrooms). *Plant Foods for Human Nutrition*, 71, 245—251.

Colunga, A., Cruz-Hernandez, M. A., Losoya, C., Gonçalves, C. N. et al. (2020). Edible Mushrooms as a Novel Protein Source for Functional Foods. *Food & Function*, 11(9), 7400—7414.

Considine, M., Kadambot, H. M., Foyer, C. H. (2017). Nature's pulse power: legumes, food security and climate change. *Journal of Experimental Botany*, 68(8), 1815—1818.

Darthe, J. V., Klensporf-Pawlik, D. and Przybylsky, R. (2014). Antioxidant activity of flax seed meal components. *Canadian Journal of Plant Science*, 94(3), 593—602.

Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition (2011). *FAO Food and Nutrition Paper*, 31 March—2 April, 2011, Auckland, New Zealand, 92, 79.

Foyer, C. H., Lam Hon-Ming, Nguyen, H. T., Kadambot, H. M., Varshney, R. K. (2016). Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. *Nature Plants*, 2, 16112. Взято з: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28221372/> (дата звернення: 13.10.2022).

Huebbe, P., Rimbach, G. (2020). Historical reflection of food processing and the role of legumes as part of healthy balanced diet. *Foods*, 98(8), 1056.

Kumar, M., Turner, S. (2015). Protocol: a medium-throughput determination of cellulose content from single stem pieces of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Methods*. 2015, 11. <https://doi.org/10.1186/s13007-015-0090-6>.

Martinez-Medina, G. A., Chávez-González, M. L., Kumar Verma, D. et al. (2021). Bio-funcional components in mushrooms, a health opportunity: Ergothioneine and huitlacoche as recent trends. *Journal of Functional Foods*, 77, p. 104326. Взято з: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464620305508?via%3Dihub> (access date 07.01.2023).

Medicinal mushroom cultivation in China. Взято з: <https://www.indigo-herbs.co.uk/blog/medicinal-mushroom-cultivation-china> (access date 29.01.2023).

Metrohm IC: Determination of Carbohydrates by means of ion chromatography. Взято з: <https://www.metrohm.com/en-th/company/news/news-determination-of-carbohydrates-by-means-of-ion-chromatography/> (access date 29.01.2022).

Moravek, D., Duncan, A. M., Van der Sluis, L. B., Turkstra, S. J., Rogers, E. J., Wilson, J. M., Hawke, A., Ramdath, D. (2018). Carbohydrate Replacement of Rice or Potato with Lentils Reduces the Postprandial Glycemic Response in Healthy Adults in an Acute, Randomized, Crossover Trial. *The Journal of Nutrition*, 148(4), 535. DOI: 10.1093/jn/nxy018.

Nelson, D. L. & Cox, M. M. (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry*. Springer.

Rajagukguk, Y. V., Marcellus, A., Gramza Michałowska, A. (2021). Pulse Probiotic Superfood as Iron Status Improvement Agent in Active Women — A Review. *Molecules*, 26(8), 2121. DOI: 10.3390/molecules26082121(дата звернення: 14.10.2022).

Redweik, S., Xu, Yuanhong, Watzig, H. (2012). Precise, fast and flexible determination of protein interactions by affinity capillary electrophoresis, *Electrophoresis*. Nov.; 33(22), p. 3316—3322. Doi: 10.1002/elps.201200181.

Sanket, Sh., Pravin, B. (2021). In-silico study of *Agaricus Bisporus* on DNA damaging protein. Взято з: https://www.researchgate.net/publication/354440643_In-silico_study_of_Agarics_Bisporus_on_DNA_damaging_protein (access date 01.02.2023).

Simakhina, G. O., Naumenko, N. V. (2022). Biological value of proteins of cultivated mushrooms. *Ukrainian Food Journal*, 11(1), 39—51.

Stojković, D., Reis, F. S., Glamočlija, J. et al. (2014). Cultivated strains of *Agaricus bisporus* and *A. brasiliensis*: chemical characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties for the final healthy product-natural preservatives in yoghurt. *Food & Function*, 5(7), 1602—1612. Взято з: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24881564/>(access date 07.10.2021).

Synytysya, A., Mickova, K., Synytysya, A. et al. (2009). Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*, 76(4), 548—555.

Tardif, A. (2000). *La mycotherapie ou les proprietes Medicinales des Champignons*. Paris.

Zhang, M., Xing, S., Fu, C. et al. (2022). Effects of Drying Methods on Taste Components and Flavor Characterization of *Cordyceps militaris*. *Foods*, 11(3933), 1—18. <https://doi.org/10.3390/foods11233933>.