

ПРИРОДНІ

ПРОДУКТИ

Індустріалізація виробництва харчових продуктів значно спростила їх хімічний склад. У той же час розвиток кібернетичних уявлень щодо взаємодії людини з природою привів до того, що між ними відбувається не лише обмін речовинами та енергією, але й інформацією, яка відображає різноманітність та складність структури природних об'єктів, з якими людина взаємодіє. Така інформація називається структурною.

В нутриціології «кількість структурної інформації» використовують для оцінки продуктів харчування, яка характеризує природний комплекс біологічно активних речовин, що міститься в продуктах.

Особлива цінність природних харчових продуктів зумовлена повноцінною структурною інформацією, включаючи й таку, яка стосується пристосування рослин і тварин до змін в оточуючому середовищі. Якщо різноманітність та кількість структурної інформації, що людина отримує з їжею недостатні, відбувається зниження адаптаційних можливостей організму. Здорову їжу порівнюють з командою харчових речовин, в якій об'єднуються адаптогенні властивості різноманітних продуктів.

Натуральні продукти — продукти здорового харчування. До таких, з точки зору науки про харчування, відносять:

- продукти з високою харчовою цінністю й наповненістю;
- продукти, збагачені вітамінами, мінеральними речовинами, поліненасиченими жирними кислотами і харчовими волокнами натурального походження;
- відбірні продукти для спеціалізованого й лікувально-профілактичного харчування;
- продукти з найбільшим ступенем гігієнічної безпеки, які наближаються до лікувально-профілактичних.

З цих позицій формується нова галузь харчової й аграрної індустрії — *виробництво натуральних продуктів*. Технологічне забезпечення такої галузі зв'язується із застосуванням методів сучасної харчової біотехнології, яка направлена, з одної сторони, на інтенсифікацію виробництва їжі із-за обмеження природних ресурсів і придатних для землеробства регіонів, а з іншої — на створення гарантованих технологій, які б забезпечували продуктивність сировинних ресурсів.

Індустріалізація виробництва натуральних продуктів і використання біотехнологічних прийомів в АПК країни знаходяться на початковій стадії.

Сучасні нутриціологи та дієтологи наголошують на необхідності споживання природних фізіологічно функціональних продуктів.

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНОБОБОВИХ ТА ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОВКИ

В числі зернобобових виділяють кілька типових культур.

Овес є традиційним зерновим продуктом, що характеризується збалансованим вмістом різноманітних функціональних інгредієнтів.

Алейроновий шар зерна вівса і його оболонки містять багато клітковини, геміцелюлози (близько 55 %) та лігніну, які утворюють комплекс з високими сорбційними властивостями відносно ксенобіотиків та патогенних мікроорганізмів, що забезпечує функціональні властивості вівса і продуктів з нього.

Геміцелюлози вівса представлені водорозчинними β -глюканами, які складають 90 %, і менше 10 % геміцелюлоз припадає на арабіноксилани й глюкоманани. Фізіологічна активність β -глюканів зернових полягає в їх позитивній дії на вуглеводний обмін та рівень холестерину в сироватці крові. Крім лікувальних і профілактичних, β -глюкан вівса проявляє функціональні технологічні особливості, які дозволяють використовувати його як піноутворюючий, вологоутримуючий та емульгуючий агент у харчових продуктах.

В ендоспермі зерна вівса містяться вуглеводи й білки у формі «запасних речовин». Частка крохмалю досягає 70 %, зерна якого розміром 5—12 мкм. Зерно вівса містить 10—18 % білків, які багаті на незамінні амінокислоти із співвідношенням, близьким до ідеального білка.

Білкові речовини ендосперму вівса представлені водорозчинними альбумінами й глобулінами (близько 55 %), а також проламінами і глютеніном (рис. 6.1).

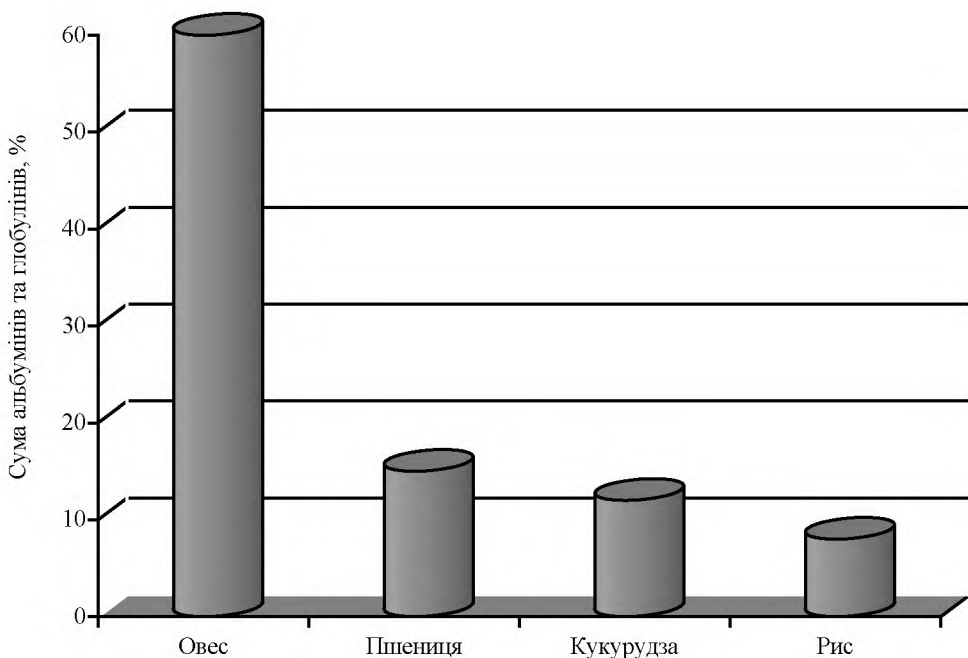


Рис. 6.1 Вміст легкорозчинних фракцій білка у зерні різних культур

Овес виділяється серед інших злакових культур високим вмістом ліпідів (5—8 %). Поліненасичені жирні кислоти становлять 80—85 % вівсяної олії. Лінолева й ліноленова кислоти складають 50 % поліненасичених жирних кислот вівса, що значно перевищує їх кількість в олії інших зернових (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ ВІВСА

Жирна кислота	Вміст, %
Капрінова	0,2—0,3
Лаурінова	0,1—0,4
Міристинова	0,5—1,4
Пальмітинова	18,0—22,0
Олеїнова	38,0—41,0
Лінолева	40,0—43,0
Ліноленова	2,0—4,0

У зерні вівса співвідношення поліненасичених та насичених кислот становить 4:10, що близьке до рекомендованого (3:10—4:10). Співвідношення лінолевої й ліноленової кислот коливається в межах 10:1—20:1. Зерно вівса також містить вітаміни В₁, В₂, В₆, Н, Е, К, каротиноїди, які характеризуються антиоксидантними, ліпотропними й антиканцерогенними властивостями.

Кількість мінеральних речовин вівса, переважно кальцію й натрію коливається залежно від сорту, року врожаю і географічних факторів.

Овес багатий ферментами, які поліпшують засвоюванню жирів і вуглеводів, а також поліфенолами, що позитивно впливають на функції печінки й підшлункової залози. В оболонках зерен вівса знаходиться конферин, який знижує вміст цукру у крові та тереостатини, що впливають на діяльність щитовидної залози.

Продукти з вівса нормалізують жировий і холестеринний обмін, посилюють антиоксидантні процеси в організмі, активують функцію імунітетних клітин, сприяють зміцненню стінок кровоносних судин.

Зерно вівса і продукти з нього включені до дієти хворих серцево-судинної, нервової, ендокринної та сечостатевої систем, органів травлення й дихання, у разі захворювань крові, шкіри, лікування туберкульозу, онкологічних захворювань, порушень обміну речовин.

Пророслі зерна займають особливе місце. Про цілющі властивості пророслих зерен відомо давно. Це один із самих стародавніх засобів, які використовувала людина для підтримання свого здоров'я (табл. 6.2).

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВІТАМІНІВ, МГ/100 Г

Продукт	Мікроелементи						Вітаміни					
	К	Са	Р	Mg	Fe	Zn	В ₁	В ₂	В ₃	В ₆	фолієва кислота	Е
Білий хліб	—	18	87	0,5	0,7	—	0,1	0,07	0,67	—	—	1,4
Борошно	122	22	92	20	1,1	0,7	0,18	0,13	1,2	—	—	—
Зерно пшениці	350	45	423	145	3,9	4,1	0,45	0,23	5,1	0,5	0,04	7
Проросле зерно пшениці	850	70	110	400	10	20	2	0,7	4,5	3	0,35	21

Сухе зерно містить мало вітаміну С, але під час проростання зерна він активно синтезується (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

НАКОПИЧЕННЯ ВІТАМІНУ С ПІД ЧАС ПРОРОСТАННЯ ЗЕРНА, МГ/100 Г

Культура	Сухе зерно (W = 13 %)	Дні від початку пророщування									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пшениця	1,07	1,91	6,61	4,81	5,66	8,40	9,43	10,36	8,11	8,67	9,56
Жито	0,58	1,32	3,10	4,38	6,25	9,68	7,90	10,52	14,68	9,37	13,26
Овес	0,88	1,36	6,23	7,70	7,64	13,82	11,38	17,59	21,01	18,77	23,71

Особливо енергійно цей процес проходить у зернах вівса (майже у 27 разів більше порівняно із сухим зерном), жита (у 23 рази), пшениці (у 8,9 рази).

Ростки зерна злаків — досконалий продукт, який містить необхідні харчові речовини, активні ферменти, мікроелементи, вітаміни і харчові волокна. Вони знаходяться в активному стані і кількісно збалансовані. Саме тому ростки зерна проявляють оздоровчий ефект, нормалізують роботу багатьох органів і зміцнюють здоров'я в будь-якому віці. Вважається, що основним антиоксидантом у ростках зернових є вітамін Е.

Ростки злаків рекомендуються для лікування хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, виснаженої нервової системи. Вони сприяють очищенню організму від шлаків, поліпшують стан шкіри й волосся, полегшують наслідки стресів, гальмують процеси старіння. Ростки вівса рекомендують використовувати після перенесення ішемічного інсульту, хворобі Паркінсона.

Науково-виробничий центр «Росток» виробляє і пропонує свіжі й готові до вживання пророслі зерна пшениці, жита, вівса, гречки, гарбуза, соняшника, кунжуту, льону і розторопші.

Наші вчені пропонують обробляти зерно УФ-променями, яке через 40—60 с пробуджується. Ця технологія обробки зернових і олійних культур одержала назву *пробудження насіння*. Із такого насіння готують продукти *ECO*[®] (перші букви імен їх створювачів) у вигляді цілого зерна, борошна кремового кольору і крупи. В процесі обробки із зерен видаляється волога а крохмаль повністю трансформується в

розчинні форми, зберігаючи повноцінний набір харчових волокон, мінеральних речовин (Р, К, Mg, Ca, Na, Fe, Cu, Zn та ін.) і вітамінів (групи В, С, РР, Е, провітаміну А).

Ці продукти в числі перших сертифіковані в Україні МОЗ як лікувально-профілактичні. Вони мають також дієтичні властивості, добре себе зарекомендували в оздоровленні дітей. Продукти ЕСО® застосовують для харчування робітників атомних станцій, у реабілітації дітей і дорослих, які постраждали від аварії на ЧАЕС.

Переваги цих продуктів:

— продукти, виготовлені із пробудженого зерна, мають лікувальний ефект у разі алергії, хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, серцево-судинних, нервової й ендокринної систем;

— продукти ЕСО® добре включаються в традиційний раціон, що дозволяє використовувати їх у складі перших, других, солодких страв, закусок, соусів, випічки та ін.

Оптимальна кількість добового споживання продуктів ЕСО одною людиною складає всього 80—120 г за 2—3 прийоми їжі.

Асортимент продуктів ЕСО уже розширився до 500 страв, а час обробки продукту — мінімальний (всього декілька хвилин). Пробуджене зерно використовують як натуральну добавку у виробництві харчових продуктів. Наприклад, з добавками ЕСО® в Івано-Франківську випускають майонез, в Чернігові — пряники, в Лисичанську — кондитерські вироби.

Компанія «ЕСО» працює над впровадженням нової сировинної бази для виробництва молока й молокопродуктів на основі сої. Вже готові до виробництва 6 видів продукції. Таке молоко близьке до коров'ячого.

Висівки зернових розглядаються як самостійний харчовий продукт з високими фізіологічно функціональними властивостями.

Харчові волокна концентруються в оболонках зерна, які під час помелу відходять до висівок. У висівках деяких зернових залишається значна кількість білка високої біологічної цінності, вітамінів, мінеральних речовин (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕРНОВИХ ВИСІВОК

Нутрієнти, % від сухих речовин	Вид висівок				
	пшеничні	житні	з тритікале	вівсяні	ячмінні
Крохмаль	25,6	17,4	24,2	58,1	36,8
Геміцелюлози	26,4	30,5	21,8	12,3	20,4
Целюлоза	9,1	12,1	11,4	3,1	8,2
Пектин	4,9	3,8	5,3	0,5	0,7
Лігнін	9,0	10,1	10,7	2,2	3,4
Білок	1,6	18,1	18,3	14,3	17,7
Жир	5,6	4,8	5,1	2,2	4,2
Зола	3,4	3,2	3,2	7,3	8,6
Вітаміни РР (мгк/г)	139,7	110,8	140,9	98,4	115,6
Вітамін В ₁ (мгк/г)	19,6	15,8	16,3	12,3	13,6
Вітамін В ₂ (мгк/г)	0,7	0,6	0,5	0,6	0,4
Вітамін Е (мгк/г)	63,4	42,6	58,3	34,9	41,3

Усі інгредієнти висівок беруть участь у процесах травлення, мають притаманний їм фізіологічний вплив на обмін речовин.

Механізм функціональної дії харчових висівок визначається видом, ступенем їх перетравлення ферментами шлунково-кишкового тракту та засвоюваності мікробіотикою кишечника.

Нерозчинні харчові волокна стійкі до ферментації бактеріями кишечника, за рахунок значної водоутримувальної здатності. Вони підвищують «балк-ефект», який визначає сприятливу дію пшеничних висівок у випадку захворювання товстого кишечника.

Розчинні харчові волокна інтенсивно розщеплюються бактеріями і вважаються субстратом для кишкової мікробіотики. Вони збільшують масу фекалій за рахунок накопичення біомаси бактерій, а також скорочують час просування харчової маси у нижньому відділі кишечника, що запобігає деяким захворюванням.

Целюлоза складає 15—20 % харчових волокон висівок. Вона стійка до перетравлення. У людей харчові волокна висівок пшениці перетравлюються на 30—36 %. Структура целюлози пшеничних висівок практично не змінюється в процесі просування шлунково-кишковим трактом людини та різних методах технологічної обробки. Особливості будови компонентів волокон визначають водоутримуючу здатність висівок.

Важливе значення має ступінь подрібнення висівок. Розміри часток висівок визначають «балк-ефект», водоутримуючі властивості, стійкість до ферментації кишковими бактеріями і здатність виводити гази, які утворюються бактеріями.

Крупніші за розміром частинки висівок підвищують водоутримуючу та балк-здатність, великі частинки висівок пшениці більш стійкі до ферментації. Вони також виводять більше води та газів і таким чином регулюють ефективно-абсорбційну здатність кишечника. Пшеничні висівки, які мають розмір часток більше 800 мкм, розглядаються як лікувально-профілактичний засіб.

Функціональні властивості варених пшеничних висівок дещо нижчі, ніж сирих. Це зумовлено тим, що в процесі термічної обробки відбувається клейстеризація крохмалю, який міститься у висівках, і закупорювання пор у харчових волокнах висівок, що знижує адсорбційні властивості. З фізіологічної точки зору оптимальним є включення висівок до складу зернових сніданків.

Встановлений позитивний вплив висівок зернових у профілактиці й лікування атеросклерозу, жовчокам'яної хвороби, цукрового діабету, серцево-судинних та онкологічних захворювань.

За результатами клінічних випробувань пшеничні висівки знижують вміст естрогену в крові, що запобігає виникненню пухлин молочних залоз.

Висівки також сприяють зниженню вмісту в прямій кишці вторинних жовчних кислот, які утворюються з жовчі і сприяють розвитку раку товстої кишки. Регулярне споживання пшеничних висівок запобігає розвитку поліпів у прямій кишці.

Висівки містять фіто-речовини. Фітинова кислота (інозиталфосфат) — є антиоксидантом, що гальмує окислювальні процеси, активізовані залізом. Інгібіторний ефект фітинової кислоти у реакціях окислення пов'язаний з її властивостями утворювати хелатні сполуки з катіонами й білками. Фітинова кислота зменшує ризик виникнення пухлин, особливо у випадках підвищеного рівня кальцію й заліза в організмі.

Значну роль у профілактиці онкологічних захворювань, які пов'язані зі статевими гормонами, відіграють лігнани висівок. У пшеничних висівках міститься 765 мг/100 г ферулової кислоти, яка проявляє функціональні властивості за рахунок антиоксидантних ефектів.

Профілактичний ефект досягається у разі споживання близько 25—35 г висівок на добу.

Соя одна з найдавніших культивованих рослин родини бобових, яка використовується людиною більш ніж п'ять тисячоліть. Вирощувати сою почали в Китаї. До країн Європи соя потрапила у XVIII, а до США — у XIX столітті. До початку XX століття вона використовувалась як технічна культура. Промислове виробництво продуктів харчування на основі сої почало розвиватися у країнах Заходу тільки з 50-х років XX століття. Зараз у світі щорічно виробляється близько 155 млн тонн сої, з них половина припадає на США. В Україні валові збори складають близько 500 тис. тонн сої.

Боби сої містять 35—48 % білка, тоді як пшениця — тільки 12—15 %, кукурудза — 10—12 %, овес — 12—14 %, горох — 23—27 %, квасоля — 21 %, яловичина — 20,0 %, кисломолочний сир — 18,0 % (табл. 6.5). Соя багата на інші речовини, кількість яких коливається залежно від сорту та умов вирощування (табл. 6.6).

Таблиця 6.5

ХІМІЧНИЙ СКЛАД БОБІВ СОЇ, ЩО ВИРОЩУЮТЬСЯ В УКРАЇНІ, %

Сорт	Білки	Жири	Вуглеводи	Зола	Вологість
Аркадія	43,6±2,5	18,12±0,4	24±0,85	4,5±0,07	9,98±0,04
Пальміра	40,8±1,05	18,9±0,25	25,2±1,8	5,0±0,1	10,1±0,05
Успіх	37,8±1,5	19,7±0,4	28,15±0,56	4,2±0,05	10,25±0,03
92/95	39,6±1,3	21,5±0,17	25±1,1	4,35±0,07	9,6±0,04

Таблиця 6.6

ВМІСТ РЕЧОВИН, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ ПРОДУКТІВ

Показник	Соя	Квасоля	Сир	Яловичина	Яйце куряче	Добова потреба людини, г
Білок, %	35,0 (16—52)	21,0 (14—31)	18,0	20,0	12,7	70—90
Частка амінокислот, % від АСВ, у тому числі:	34,5	20,6	18,0	19,9	12,6	—
незамінні	12,7	8,0	7,7	7,7	5,2	—
замінні	21,8	12,6	10,3	12,2	7,4	—
Жир, %	17,3	2,0	0,6	9,8	11,5	80—100
Вітаміни, мг/100 г:						
Е	17,3	3,8	—	—	2,0	12—15
В ₆	0,9	0,9	0,2	0,4	0,1	1,8—2,0
РР	2,2	2,1	0,5	5,0	0,2	15—25
В ₂	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	1,3—2,4
В ₁	0,9	0,5	0,04	0,07	0,07	1,5—2,5
В ₉ (фолатин)	0,2	0,1	0,04	0,01	0,007	0,2

Показник	Соя	Квасоля	Сир	Яловичина	Яйце куряче	Добова потреба людини, г
Мінеральні речовини, мг/100 г:						
калій	1607	1100	117	355	140	2500—5000
кальцій	348	150	120	10	55	800—1100
магній	226	103	24	25	12	300—500
фосфор	608	480	189	200	192	900—1500
залізо	15,0	5,9	0,1	2,9	2,5	10—18
кобальт	0,03	0,02	0,002	0,007	0,01	0,1—0,2
марганець	2,8	1,34	0,008	0,035	0,03	5—10
мідь	0,5	0,58	0,06	0,2	0,083	2
фтор	0,12	0,044	—	0,063	0,055	0,5—1

За біологічною цінністю білки сої займають проміжне положення між білками рослинного і тваринного походження. Щодо амінокислотного складу, то вони наближаються до стандартного білка з ідеальним амінокислотним складом (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

ВМІСТ НЕЗАМІННИХ АМІНОКИСЛОТ У ДЕЯКИХ БІЛКАХ, Г/100 Г БІЛКА

Амінокислоти	Ідеальний білок (за ФАО/ВООЗ)	Білок сої	Білок пшениці	Білок молока	Білок яловичини
Ізолейцин	4,0	4,7	3,3	5,4	4,3
Лейцин	7,0	7,9	8,1	9,5	7,8
Лізин	5,5	6,3	2,7	8,1	8,3
Метіонин + цистин	3,5	3,0	3,8	3,2	4,0
Фенілаланін + тирозин	6,0	9,1	7,8	10,2	7,7
Треонін	4,0	3,9	2,9	4,7	4,2
Триптофан	1,0	1,3	1,2	1,4	1,2
Валін	5,0	5,1	4,3	7,7	5,4

Боби сої містять вдвічі більше білка ніж телятина, у 3 рази — ніж яйця, в 11 разів більше, ніж коров'яче молоко і набагато більше будь-яких рослинних продуктів.

Згідно з біологічною класифікацією білки сої поділяють на метаболічні та запасні. *Метаболічні* — це ферменти та структурні білки, які забезпечують клітинну активність, включаючи синтез вторинних продуктів обміну речовин. *Запасні* білки, разом з резервними ліпідами, синтезуються під час розвитку бобів сої. Більшість білків сої є запасними.

За розчинністю білки сої поділяють на *водорозчинні альбуміни* та *солерозчинні глобуліни*. Більшість білків сої відносяться до глобулінів, які в свою чергу поділяються на леугуміни та вініліни. Леугуміни — високомолекулярні білки, що мають меншу розчинність у соляних розчинах та більшу термостабільність.

Соеві білки характеризуються особливими фізіологічно функціональними властивостями — знижують рівень ліпідів у сироватці крові, рівень загального і «шкідливого» холестерину та підвищують рівень «корисного» холестерину. Висуваються припущення, що їх можна використовувати для профілактики й лікування атеросклерозу, цукрового діабету, ішемічної хвороби серця, гіпертонії, ожиріння. Фізіологічно функціональний ефект досягається за умови щоденного споживання 25 г соєвого білка.

Боби сої містять значну кількість ліпідів — 17—20 %, які в основному представлені у формі тригліцеридів, що утворюють жирові тільця (сферосоми). Очищена соєва олія на 99 % складається з тригліцеридів (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

ХІМІЧНИЙ СКЛАД СОЄВОЇ ОЛІЇ

Компоненти	Вміст у соєвій олії, %	
	нерафінованій	рафінованій
Тригліцериди	95—97	99
Фосфатиди	1,5—2,5	0,003-0,045
Жирні кислоти	0,3—0,7	<0,05
Речовини, що неомілюються	1,6	0,3
Стероїди	0,33	0,13
Токофероли	0,15—0,21	0,11—0,18

У складі соєвої олії 85 % займають поліненасичені жирні кислоти. Вона відрізняється значною часткою ω -6 (лінолевої) та ω -3 (ліноленової) кислот (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Жирні кислоти	Вміст у рослинних оліях, %				
	соєвій	соняшниковій	кукурудзяній	оливковій	пальмовій
Лауринова C _{12:0}	—	0,5	—	—	0,3
Міристинова C _{14:0}	0,1	0,2	—	—	1,1
Пальмітинова C _{16:0}	11,0	6,8	12,2	13,7	45,1
Пальмітоолеїнова C _{16:1}	0,1	0,1	0,1	1,2	0,1
Стеаринова C _{18:0}	4,0	4,7	2,2	2,5	4,7
Олеїнова C _{18:1}	23,4	18,6	27,5	71,1	38,8
Лінолева C _{18:2}	53,2	68,2	57,0	10,0	9,4
Ліноленова C _{18:3}	7,8	0,5	0,9	0,6	0,3
Арахідонова C _{20:0}	0,3	0,4	0,1	0,9	0,2

Крім есенціальних жирних кислот, у соєвій олії присутні фосфоліпіди, зокрема 3 % лецитину, та стеарини, які є антагоністами холестерину. Споживання соєвої олії регулює жировий і холестериновий обмін, підсилює антиоксидантні процеси в організмі, сприяє нормалізації переміщення ліпідів у крові, зміцнює стінки кровоносних судин.

Боби сої містять 27—35 % вуглеводів, з яких 15 % припадає на розчинні олігоцукриди, поліцукриди і незначна кількість моноцукридів. Соєві олігоцукриди виконують роль пребіотиків для пробіотичних бактерій, передусім — біфідобактерій. Нерозчинні поліцукриди сої стимулюють перистальтику кишечника та адсорбують шкідливі, токсичні й радіоактивні речовини.

Соєві боби містять різні водо- та жиророзчинні вітаміни (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

ВМІСТ ВІТАМІНІВ У СОЄВИХ БОБАХ

Вітамін	Вміст, мкг/г	Вітамін	Вміст, мкг/г
Тіамін (В ₁)	7—10	Біотин (Н)	0,3—0,6
Рибофлавін (В ₂)	3—5	Холін (В ₄)	2,5—3,5
Пантотенова кислота (В ₃)	18—25	β-каротин	3,5—4,0
Ніацин (РР)	20—28	Токoferоли (Е)	25—45
Піридоксин (В ₆)	11—15	Філохінони (К)	2—3
Фолієва кислота (В _с)	3,0-4,5		

Кількість тіаміну у них у 3 рази вища, ніж у коров'ячому молоці; рибофлавіну — у 6 разів більше, ніж у пшениці, ячмені, вівсі та гречці; пантотенової кислоти — у 2 рази більше, ніж у пшениці та в 4 рази — ніж в кукурудзі; філохінонів у 50 разів більше, ніж у кукурудзі, в 100 разів більше, ніж у яйцях та коров'ячому молоці.

Соєві боби містять близько 4 % мінеральних речовин. Порівняно з пшеничним хлібом у їх складі кальцію міститься у 12 разів більше, фосфору — у 8, магнію — у 5—6 разів. Співвідношення цих елементів у сої співпадає з оптимальним, яке необхідне для повноцінного засвоєння кальцію, а за співвідношенням Са: Р соя максимально наближається до молока та сиру, Са: Мп — до тріски.

У бобах сої міститься 1600—1800 мг/100 г калію, який сприяє виведенню натрію з організму, що дозволяє розглядати їх як лікувально-профілактичний засіб для осіб, що страждають на гіпертонічну хворобу.

Заліза в сої міститься у 7 разів більше, ніж у пшеничному хлібі та в 12 разів — ніж у молоці, а 80 % його біологічно доступне, завдяки чому соя може розглядатись як харчова добавка у залізодефіцитному стані.

Боби сої містять такі важливі мікроелементи як цинк, мідь, селен.

Соя є цінним джерелом фіторечовин — біологічно-активних сполук, які зустрічаються лише в рослинах (катехіни, антоціани, лейкоантоціани, флавонони, флаволи, флавоноли). Серед них є представники, які в останні десятиріччя привернули увагу нутриціологів та медиків щодо профілактики й лікування онкологічних захворювань — ізофлаволи. Кількість їх складає 3 мг на 1 г сухої маси і 80—90 % цих сполук локалізовано у сім'ядолях. Ізофлаволи володіють фітогормональною

активністю, що проявляється у здатності запобігати росту ракових клітин, знижувати рівень холестерину в крові та інгібувати ресорбцію кісток у разі захворювання остеопорозом. Крім того, ізофлавіони проявляють естрогенну активність — здатні діяти не тільки як естрогени, але і як антиестрогени.

Ізофлавіони, аналогічно іншим поліфенолам, проявляють антиоксидантні властивості.

Сапоніни бобів сої (0,5 % сухої маси) відзначаються протипухлинною, антиоксидантною та імуностимулюючою активністю. Також виділяють їх антитоксичну, знеболюючу, заспокійливу й тонізуючу дію.

Лептини (гемаглютиніни) складають 1—3 % сухих речовин сої і локалізовані у клітинах ендосперму бобів сої. Вони зв'язують активність клітин слизової оболонки кишечника, знижуючи їх здатність до засвоєння поживних речовин. Лептини чутливі до теплової обробки, особливо гідротермічної, яка їх повністю руйнує.

Отже, завдяки багатофункціональності інгредієнтів сої, вона є цінним функціональним продуктом, який може використовуватися у дієтичному, лікувально-профілактичному та раціональному харчуванні. Боби сої є також одним з основних джерел різноманітних біологічно-активних добавок, що застосовуються як лікувально-профілактичні засоби за багатьох захворювань (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ СОЇ

Функціональні інгредієнти сої	Захворювання, в яких корисне їх застосування
Білки, ненасичені жирні кислоти, ізофлавіони, харчові волокна	Серцево-судинні захворювання
Білки, ненасичені жирні кислоти, ізофлавіони, харчові волокна, сапоніни, інгібітори протеаз, фітати, β-каротин, кальцій	Онкологічні захворювання
Ізофлавіони, харчові волокна, лецитин, кальцій, фолієва кислота, фосфор, магній, калій	Цукровий діабет
Ізофлавіони, кальцій, вітамін В ₆ , фосфор, магній	Остеопороз
Вітамін В ₆ , лецитин, магній, харчові волокна	Сечокам'яна хвороба
Харчові волокна, лецитин	Розлади травлення
Вітаміни Е, А, групи В, ненасичені жирні кислоти, флавоноїди, антиоксиданти	Захворювання мозку та нервової системи
Харчові волокна, вітаміни, ненасичені жирні кислоти, мінеральні речовини	Ожиріння
Харчові волокна, олігоцукриди	Дисбактеріози
Ізофлавіони, лецитин, кальцій, фолієва кислота, фосфор, магній, калій	Гормональні порушення у жінок
Ізофлавіони, лецитин, фосфор, магній, цинк, селен, білки, вітаміни А, В, Е, ненасичені жирні кислоти, інгібітори трипсину	Вікові гормональні порушення у чоловіків

У літературі наведені дані, що споживання продуктів із сої сприяє зв'язуванню і виведенню з організму радіонуклідів та іонів важких металів. Соеві продукти є

джерелом білків, жирів, мінеральних речовин, вітамінів та харчової дієтичної клітковини (табл. 6.12).

Таблиця 6.12

ХАРЧОВА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ ПРОДУКТІВ ІЗ СОЇ

Продукт (100 г)	Білки, г	Жири, г	Са, мг	Fe, мг	Вітаміни			Енергетична цінність, ккал
					В ₁ , мг	В ₂ , мг	РР, мг	
Соеве не знежирене борошно	36,5	18,6	217	14,3	—	—	—	374
Молоко соєве	2,7	1,0	5	0,7	0,19	0,08	0,18	37
Молоко коров'яче пастеризоване 3,5 %-вої — жирності	2,79	3,5	120	0,06	0,04	0,15	0,10	61
Сир соєвий	9,0	5,0	406	6,2	0,9	0,06	0,23	121
Сир напівжирний із коров'ячого молока	16,7	9,0	164	0,4	0,04	0,27	0,40	159
Шрот соєвий харчовий	43,5	1,4	360	14	0,85	0,20	1,98	237
Соеві боби в томатному соусі	9,2	1,5	4	2,4	0,03	0,03	1,1	73

Із бобів сої виробляють різноманітні напівфабрикати, які входять до складу харчових продуктів:

- текстурати (продукти соєві «Київські»: стейки, вермішель, гуляш, бефстроганов, фарш; вміст білка — 40 %, жиру — 10 %);
- текстуровані соєві продукти (кусочки, фарш, борошно; вміст білка — 51 %, жиру 1,5 %);
- текстурований соєвий білок із спеціями (фарш, шніцель, гуляш, бефстроганов; вміст білка — 69 %, жиру — 0,5 %);
- молочні продукти (молоко, тофу, окара);
- готові вироби і напівфабрикати (соєва паста, паштет, фарш, шинка);
- хлібобулочні і борошняні вироби (соєвий хліб, піріжки, печиво);
- соєва олія і фуз;
- напівзнежирене борошно (соєве неекструдоване і екструдоване, білково-соєвий концентрат; вміст білка — 40—44 %, жиру — 8—10 %);
- корма (соєвий шрот, екструдат, макуха, мучка).

Продукти із сої можуть зайняти відповідне місце у:

- системі дитячих дошкільних, шкільних і студентських їдалень;
- лікарнях, санаторіях, пансіонатах, будинках ветеранів та інших лікувальних закладах;
- системах армійського харчування;
- харчуванні спортсменів усіх рівнів і людей, які проводять корекцію фігури;
- громадському харчуванні робітників інтенсивної фізичної (заводи, металургійні комбінати, шахти та ін.) і напруженої розумової праці.

На ринок надходить досить широкий асортимент соєвого борошна.

- СОПРО-ПЕАБ — незнежирене, ферментно-активне соєве борошно у вигляді порошку (ступінь подрібнення менше 0,150 мм), з вмістом білка 41 %, під час гід-

ратації зв'язує не менше 3,5 частин води. Застосовується у хлібопекарній промисловості: для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста, смаку й аромату хліба, подовжує тривалість збереження свіжості, добре відбілює хлібну м'якушку завдяки вмісту активної ліпоксигенази й інгібіторів протеолізу. СОПРО-ПЕАБ має жовтий колір, приємний слабкосолодкий смак і нейтральний запах.

- СОПРО-ПТБ — незнежирене, термічно оброблене соєве борошно у вигляді порошку (ступінь подрібнення менше 0,150 мм), з вмістом білка 41 %, внаслідок гідратації зв'язує не менше 3,5 частин води. Застосовується у хлібопекарній, кондитерській промисловості, поліпшує колір кірки хлібобулочних виробів і пролонгує свіжість хліба. Може частково замінити яйця і знизити витрати жиру. Борошно має приємний слабо солодкуватий смак і нейтральний запах, колір від помірно жовтого до темно-жовтого.

- СОПРОЕКС-ПЕСГ — незнежирена, екструдована соєва крупка (ступінь подрібнення 1—4 мм), з вмістом білка 41 %, внаслідок гідратації зв'язує не менше 3,5 частин води. Застосовується в кондитерській промисловості для виробництва печива, кексів, спеціального шоколаду, жирних кремів і начинок, для покриття морозива, головним чином з метою заміни волоського, лісового горіхів й мигдалю на 20—50 %. Збільшує терміни зберігання цих виробів, має приємний слабкогоріховий смак і нейтральний запах, золотисто-жовтий колір.

- СОПРО-УТБ — знежирене, помірно термічно оброблене борошно у вигляді порошку (ступінь подрібнення менше 0,150—0,325 мм), з вмістом білка 52 %, під час гідратації зв'язує не менше 3,5 частин води. Застосовують у хлібопекарній, кондитерській і макаронній промисловості, а також в олієжировому виробництві. Воно характеризується підвищеною емульгуючою, структуруючою, стабілізуючою, волого- і жирозв'язуючою здатністю й антиокислювальною дією. Борошно має слабо-жовтий колір, характерний смак і запах.

- СОПРО-ТБ — знежирене, термічно оброблене соєве борошно у вигляді порошку (ступінь подрібнення не менше 0,150—0,325 мм), з вмістом білка 52 %, під час гідратації зв'язує не менше 3,5 частин води. Застосовується в хлібопекарній і кондитерській промисловості, дієтичному та спеціальному харчуванні. Відрізняється підвищеною емульгуючою, структуруючою, стабілізуючою, волого- і жирозв'язуючою здатністю та антиокислювальною дією. Продукт має приємний слабкосолодкуватий смак і нейтральний запах, колір від помірно-жовтуватого до темно-жовтого.

- СОПРОЛЕЦ-8ТБ-325 — знежирене лецитиноване, термічно оброблене соєве борошно у вигляді порошку (ступінь подрібнення менше 0,045 мм), з вмістом білка 50 %, внаслідок гідратації зв'язує не менше 3,5 частин води. Застосовується в кондитерській і хлібопекарній промисловості.

Соя може набути нових цінних фізіологічно цінних властивостей, якщо її перетворити в солод. Технологія солоду передбачає миття і дезінфекцію, замочування у воді до вологості 59—62 %, пророщування за температури 17—19 °С протягом 4—5 діб, сушіння з температурою сушильного агента від 45 до 80 °С, лушчіння, відокремлення сім'ядолей від ростків і оболонки.

За результатами медико-біологічних досліджень вітчизняних вчених встановлено, що солоду із сої властива висока анаболічна ефективність білків. Він також нормалізує показники перекисного окислення ліпідів у системах регуляції клітинного метаболізму, позитивно впливає на кишкову мікрофлору організму і належить до харчових продуктів з високими радіозахисними властивостями до дії цезію 137.

Солод сої набуває кращих функціональних харчових та органолептичних властивостей внаслідок зміненої структури, менш вираженого бобового смаку.

На основі досліджень щодо використання солоду із сої в комбінованих харчових продуктах, можна стверджувати, що в рецептурах хлібобулочних, кондитерських і м'ясних виробів солод дає змогу регулювати органолептичні властивості традиційних продуктів, збільшити вміст білка, збалансувати їх за амінокислотним складом, вмістом жирних кислот та іншими фізіологічно-цінними для людини нутрієнтами.

У процесі виробництва солоду одержують також цінні побічні продукти — ростки й оболонки, які використовують у рецептурах комбінованих продуктів. Оболонки сої містять майже 95 % клітковини, ростки відрізняються гармонійними органолептичними властивостями, у них високий вміст білка (близько 40 %), ненасичених жирних кислот. Порівняльний склад сої і солоду з неї наведено в табл. 6.13.

Таблиця 6.13

ХІМІЧНИЙ СКЛАД СОЇ І СОЛОДУ З НЕЇ, Г/100 Г СУХИХ РЕЧОВИН

Показники	Зерно лущене	Солод
Блок (N-6,25)	40,5	41,8
Розчинний азот	3,7	4,65
Амінний азот	0,56	0,92
Вуглеводи:		
моно- і дицукриди	6,1	7,4
рафіноза	1,6	0,2
стахіоза	3,1	0,3
Інгібітори трипсину	1,87	1,02
Ліпіди	20,1	18,4
Клітковина	1,1	1,0
Зола	5,2	5,2
Вітаміни, г/100 г сухих речовин		
C	2,7	38,0
B ₁	1,06	1,37
B ₂	0,22	0,34
PP	2,45	4,12
B ₆	0,17	0,26
Мінеральні речовини, мг/100 г сухих речовин:		
K	720	1730
Ca	370	380
Mg	230	220
Na	13	13

Соеві харчові інгредієнти: ізоляти, концентрати, текстурати, соєве борошно і соєва олія — широко використовуються в різних галузях харчової промисловості. Найбільше розповсюдження вони знайшли в м'ясопереробній промисловості.

Підґрунтям для широкого використання соєвих білків у виробництві м'ясних продуктів є:

- унікальність їх амінокислотного складу;
- комплементарність білків сої з м'язевими білками, що підвищує загальну біологічну цінність білкового складу готового продукту;
- нейтральність смакоароматичних характеристик білків і їх сумісність з різними видами сировини у рецептурах виробів;
- наявність високих функціонально-технологічних характеристик — емульгування, утримання вологи і здатність до гелеутворення, стабілізуючи реологічні характеристики емульсійних систем;
- відносно низька вартість цих продуктів у гідратованій формі порівняно з білками тваринного походження.

Завдяки цим властивостям соєві білкові інгредієнти включають у рецептуру м'ясних продуктів і отримують якісні готові вироби, які за біологічною цінністю близькі до традиційних продуктів. Водночас раціонально використовується цінна сировина тваринного походження.

Досить багато досліджень направлено на використання *соєвого харчового збагачувача* — окари. Серед складників продукту враховують вміст білка, жиру, клітковини, вуглеводів, біозасвоюваність заліза, вітамінів групи В, РР, Е та ін. Природний гормон — фітоестроген, що відноситься до ізофлавонів, знижує ризик захворювання діабетом і деякими іншими хворобами, регулює рівень холестерину в крові і в цілому проявляє сприятливу фізіологічну дію на організм людини.

В перспективі пропонується використання високо функціонального *соєвого концентрату* — СОЛКОН. ЗАО «Могунця — Україна» пропонує м'ясопереробникам соєві продукти компанії Solbar Hatzor Ltd. Популярність у виробників м'ясних продуктів завоювали соєві концентрати серії СОЛКОН G (попередня назва МАЙКОН Г) і текстурати серії СОЙ ТЕКС. Ці білки відрізняються високою якістю і не є генетично модифікованими. Соєві концентрати практично нейтральні на смак і запах, вологозв'язуюча здатність складає від 1:4 до 1:6. Білки оптимально проявляють себе у готових продуктах, забезпечивши консистенцію, відсутність присмаку і бульйонно-жирових підтікань.

Нут — цінний продукт і достатньо доступне джерело білків, жирів, вітамінів, макро- і мікроелементів. Він займає друге місце (після сої) як джерело повноцінного білка.

Нувий білок складається із 75—90 % глобулінів і 10—25 % альбумінів, за ступенем засвоюваності перевищує інші зернобобові культури.

Білки нуту багаті незамінними амінокислотами (триптофан, лецитин, ізолейцин, лізин, метіонін) і замінними амінокислотами (гістидин, аргінін, тирозин, цистин).

Сумарна частка незамінних амінокислот у білку нута складає 41,53 % їх загальної суми. За вмістом білка перевищує квасолу, сочевицю і горох від 3 до 7 % (табл. 6.14).

Нут можна вважати цінним джерелом ізолейцину, лейцину і двох амінокислот для синтезу білкової молекули за умов деяких захворювань шлунково-кишкового тракту.

В числі незамінних амінокислот для дітей віком до 1 року необхідний гістидин: його добова потреба для дорослої людини складає 1,5—2 г, а в 100 г білка нуту його міститься 3,6 г.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД БОБОВИХ

Вміст у 100 г продукту	Добова потреба	Зернобобові		
		нут	горох	квасоля
Білки, г	80	20,1	20,5	21,0
Незамінні амінокислоти, мг/100 г:				
валін	4000	920	1010	1120
ізолейцин	3000	1370	1090	1030
лейцин	4000	1520	1650	1740
лізин	3000	1539	1550	1590
метіонін	2000	340	205	240
треонін	2000	790	840	870
триптофан	1000	222	260	260
фенілаланін	2000	1040	1010	1130
Жири, г	80	4,3	2,0	2,0
у тому числі поліненасичені жирні кислоти	3	1,82	1,03	1,05
Моно- і дицукриди, г	50	3,2	4,6	3,2
Крохмаль	400	43,2	44,0	43,2
Харчові волокна, г	25	20,2	13,1	11,4
клітковина		6,7	5,7	3,9
геміцелюлоза		8,6	4,4	3,8
пектин		4,9	3,0	3,7
Мінеральні речовини, мг				
калій	2500	968	873	1100
кальцій	800	193	115	150
магній	400	126	107	103
фосфор	1000	290	329	480
залізо	15	18,7	2,8	5,9
йод	0,1	0,0079	0,0051	0,012
селен	0,5	0,0285	0,013	0,024
цинк	10	2,86	3,18	3,21
Вітаміни, мг:				
B ₁	1,5	1,25	0,81	0,50
B ₂	2,0	0,51	0,15	0,18
B ₆	2,0	0,87	0,27	0,90
PP	15	2,25	2,20	2,10

Нутовий білок багатий також лізином і в 100 г його міститься до 7,5 г.

Створені екструдовані продукти із суміші нутової і манної круп, нутової і кукурудзяної круп, які є функціональними за незамінними амінокислотами, харчовими волокнами, вітамінами, макро- і мікроелементами (табл. 6.15).

Таблиця 6.15

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЕКСТРУДАТІВ

Харчові речовини	Добова потреба	Вміст у 100 г екструдата із суміші круп		Ступінь задоволення потреби у харчових речовинах, %, для екструдата із суміші круп	
		нутової і манної	нутової і кукурудзяної	нутової і манної	нутової і кукуруд-зяної
Білки, г	80	16,7	16,0	20,9	20,0
Жири, г	80	5,0	2,9	6,3	3,6
Вуглеводи, г	400	47,01	45,14	11,7	10,5
Харчові волокна, г	25	9,1	9,5	36,4	38,0
Макроелементи, мг:					
кальцій	800	104	106	13,0	13,3
фосфор	1000	177	170	17,7	17,0
співвідношення кальцію і фосфору	1:1,5	1:1,7	1:1,6	—	—
магній	400	71	68	17,8	17,0
співвідношення кальцію і магнію	1:0,5	1:0,68	1:0,64	—	—
калій	2500	565	548	22,6	21,9
Мікроелементи, мг:					
залізо	15	8,7	7,8	58,0	52,0
цинк	10	1,3	1,2	13,0	12,0
селен	0,5	0,014	0,013	2,8	2,6
Вітаміни, мг:					
B ₁	1,5	0,6	0,61	40,0	40,7
B ₂	2,0	0,22	0,2	11,0	10,0
B ₆	2,0	0,4	0,43	20,0	21,5
PP	15	1,68	1,72	11,2	11,5
Енергетична цінність, ккал	2775	299	270	10,8	9,7

100 г екструдованих продуктів задовольняє потребу в білку на 20 %, залізі — на 58, калії — на 22,6, вітаміні B₁ — на 40, B₆ — на 20, харчових волокнах — на 38 %.

Таким чином, екструдовані продукти з нуту характеризуються досить високою харчовою й біологічною цінністю, збалансовані за складом незамінних амінокис-

лот, є носіями функціональних інгредієнтів і можуть бути рекомендовані для дієтичного і функціонального харчування (виробництва печива, вафель, цукерок та інших кондитерських виробів).

Насіння люпину — перспективне джерело для виробництва функціональних продуктів харчування. На основі люпинового борошна можна готувати вироби пониженої вологості. Воно містить до 40 % білка, у складі якого всі незамінні амінокислоти, у тому числі в достатньо великій кількості: лізин, треонін і лейцин. Застосування люпинового борошна, отриманого із обробленого в електричному полі зверхвисокої частоти насіння люпину, в комплексі із сухим білковим напівфабрикатом, забезпечує готовій продукції функціональну направленість і підвищення її біологічної цінності.

Люцерна — рослина, що відноситься до родини бобових. До її складу входять мінеральні речовини: кальцій, магній, фосфор, марганець, залізо, цинк, мідь, калій, кремній, натрій, фтор. Люцерна містить велику кількість хлорофілу, білків, ізофлавоноїдів, таких як: геністен, дайдеїн, вітамінів А (β -каротин), D, групи В (B_1 , B_2 , B_{12}), С, Е, К, а також ряд протеолітичних ферментів, які розщеплюють білки і сприяють їх засвоєнню.

До складу люцерни також входять: алкалоїди, аспарагін, куместрол, естрогени, фруктоза, мелонова і міристинова кислоти, сапоніни, стигмастерол, триасонтанол, амінокислоти, антоціаніни, карбогідрати, клітковина, жирні кислоти, медакагол, цукроза, стахідрин, триаконтан, тригонілін, ксилоза, ферменти, цукри, пігменти, крохмаль, органічні кислоти — яблучна, щавелева, саліцилова і інші.

Завдяки наявності в люцерні сапонінів, вона сприяє зниженню рівня холестерину в крові, атеросклеротичним змінам стінок судин, регулює артеріальний тиск, має протипухлинні властивості.

Високий вміст вітаміну К надає люцерні антигеморогічну дію, попереджає крововиливи, тому може застосовуватись для профілактики й відновлення лікування різних форм гемологічного синдрому.

Люцерна — один із фітопрепаратів, що мають у своєму складі фтор рослинного походження, який накопичується перш за все в тканинах зубів. Він сприяє формуванню зубної емалі, має бактерицидну дію на мікроорганізми, що проявляються в зубній порожнині внаслідок карієсу і пародонтозу.

Завдяки комплексу активних сполук, люцерна може проявляти протизапальну дію у випадку артритів різного походження, ефективна під час грибкових захворювань.

Люцерна — добрий діуретик, допомагає у разі захворювань сечовивідної системи, є сечогінним і протизапальним засобом, сприяє виведенню солей сечової кислоти, що полегшує лікування подагри.

За рахунок повноцінного набору вітамінів, білків й інших поживних речовин люцерна поліпшує живлення шкіри, попереджує її старіння. Вона досить багата хлорофілом, який є цінним для профілактики і відновлювального лікування анемії різного походження, захворювань легенів.

Люцерна характеризується естрогеноподібною активністю і корисна жінкам для профілактики раку, підвищує лактацію у годувальниць. Її можна використовувати як загальнозміцнюючий фітопрепарат у випадку різних захворювань.

В цілому, люцерна може підтримувати, стимулювати кровоносну систему, знижувати рівень холестерину в крові і попереджувати розвиток атеросклерозу, приймати участь у профілактиці й лікуванні запальних захворювань сечостатевої системи, поліпшувати загальний стан хворих цукровим діабетом.

Використання *рослинних білків* у створенні функціональних продуктів зумовлено двома чинниками: біологічною цінністю та функціональними властивостями. Останні передбачають здатність речовин у процесі їх переробки додавати харчових продуктам певних фізичних властивостей:

- розчинність у воді, в сольових, лужних і кислих середовищах;
- гетерогенність;
- сумісність з іншими компонентами їжі, здатність стабілізувати суспензії, емульсії;
- можливість утворювати драгли під час охолодження розчинів і дисперсій;
- колір, смак і запах.

Функціональні властивості вдається змінювати оперативним втручанням у структуру білка або за допомогою інших компонентів харчової системи.

Харчові продукти — багатокомпонентні системи, що складаються з високо- та низькомолекулярних речовин. Кожна з них щось додає до сумарних функціональних властивостей. Важливими для харчових продуктів функціональними властивостями білків є розчинність, водозв'язуюча здатність, в'язкість, емульгуючі властивості, піноутворююча й піностабілізуюча здатність, когезія, текстурованість, гелеутворююча здатність (таблиця 6.16).

Таблиця 6.16

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ, ЯКІ ВАЖЛИВІ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Властивості	Сфера застосування
Розчинність	Напої
Водозв'язуюча здатність	Тісто для приготування хлібобулочних виробів
В'язкість	Напої, тісто, продукти
Емульгуючі властивості	М'ясопродукти, відбілювачі для кави, приправи для салату
Піноутворююча й піностабілізуюча здатність	Креми, кондитерські вироби, безе
Когезія	Тісто, текстуровані продукти
Гелеутворююча здатність	М'ясні й ковбасні продукти

Існує чотири принципово різних методи підвищення цінності рослинних білків. *Перший* пов'язаний з біоконверсією рослинних білків у високоцінні тваринні, але ефективність цього процесу становить від 6 до 38 %. *Другий* метод — спрямована селекція сортів сільськогосподарських культур, використання генної інженерії з метою підвищення вмісту незамінних амінокислот і загальної кількості білка. *Третій* — пов'язаний із збагаченням рослинних білків лімітованими незамінними амінокислотами. *Четвертий* — розробка композицій на основі використання ефекту взаємного збагачення білків.

Встановлено, що у всіх рослинних білках не вистачає тих чи інших незамінних амінокислот, тому за умов раціонального комбінування білків можна в деяких випадках одержати повноцінні продукти.

Існує можливість створення білкових композицій з високим ступенем амінокислотного балансу порівняно з початковими компонентами. Безпосередня засвоюваність рослинних білків у харчуванні людей дозволяє не тільки економити повно-

цінні білки тваринного походження (принцип заміщення), але й розробляти нові види продуктів високої біологічної цінності (принцип взаємного збагачення).

У табл. 6.17 наведено інгредієнти харчових продуктів, профілактичну чи оздоровчу дію яких доведено.

Таблиця 6.17

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Харчовий продукт	Біоактивний компонент	Фізіологічна дія
Продукти тваринного походження		
Риба	ω-3 жирні кислоти	зниження ризику серцево-судинних захворювань, поліпшення ментальної та візуальної функцій
М'ясо та м'ясні продукти	кон'югована лінолева кислота	зниження ризику деяких видів раку
Желатин	колагеновий гідролізат	полегшення симптомів, асоційованих з остеоартритом
Молоко, молочні продукти	кон'югована лінолева кислота, лактобактерії	зниження ризику деяких видів раку, поліпшення діяльності шлунково-кишкового тракту
Яйця	зеаксантин	підтримання здорового зору
Продукти рослинного походження		
Соеві боби, продукти із сої	соевий протеїн, сапоніни, ізофлавонон-даїдзеїн, геністатин, станоловий ефір	зниження ризику хвороб серця, зниження рівня LDL-холестеролу, полегшення менопаузних симптомів, зниження рівня холестеролу в крові
Овес, вівсяні продукти	β-глюкан	зниження ризику серцево-судинних захворювань
Льняне насіння, олія	лігнін	антиканцерогенна; зниження ризику хвороб серця
Хрестоцвітні овочі (капуста звичайна, цвітна, кольрабі, брюссельська і броколі)	індоли, глюкозінолати, алілметилтрисульфід, дитіоліони, сульфорафан	антиканцерогенна, зниження рівня LDL-холестеролу, підтримання здоров'я імунної системи, антиканцерогенна, активація ферментів детоксикації
Томати, продукти їх перероблення (кетчуп, соуси та ін.)	лікопен	зниження ризику раку простати
Брусничний сік	таніни (проантоціанідини)	зниження ризику інфікування сечовидільного каналу
Цитрусові	монотерпени (лімонен), каротиноїди (зеаксантин), феноли флавоноїди (флавонони)	антиканцерогенна, підтримання візуальної функції, зниження ризику дегенеративних хвороб, хвороб серця та очей, зв'язування вільних радикалів, антиканцерогенна
Алілові овочі (часник, цибуля)	діаліловий сульфід, аліцин	зниження рівня LDL-холестеролу, підтримання здоров'я імунної системи, антиканцерогенна (рак шлунку, прямої кишки), антигіпертензивна дія
Артишок	сілімарин, фруктоолігоцукриди,	зниження рівня холестеролу у крові,
Зелений чай	катехіни	антиканцерогенна
Виноградний сік, червоне вино	фітоалексини (трансресвератрол)	антиканцерогенна, зниження агрегації кров'яних тілець.

Виробництво *білкових гідролізатів в продуктах* для харчових цілей направлено на поліпшення смаку різних супів, соусів, салатів, м'ясних і овочевих страв, а також страв високого ступеня готовності.

Залежно від способу виробництва білкові гідролізати можна поділити на дві основні групи:

1. Кислотні гідролізати — гідроліз проводиться головним чином соляною кислотою. Основоположником їх виробництва був швейцарський мельник Юліус Маггі. На сьогодні центр їх виробництва знаходиться в Європі.

2. Ферментативні гідролізати. Основні джерела, центри виробництва і досліджень знаходяться в країнах Далекого Сходу. Гідролізати виробляються ферментацією рибного м'яса (В'єтнам, Тайвань), сої (Корея, Китай), суміші сої і пшениці (Японія), дріжджів (країни Європи).

Білкові гідролізати містять значну кількість летких і нелетких компонентів, які впливають на їх хімічний склад і органолептичні властивості. Із нелетких речовин основними є вільні амінокислоти і хлорид натрію. Вміст окремих амінокислот залежить від використаної сировини і умов гідролізу. Деякі амінокислоти в процесі гідролізу частково (серін, треонін, гістидин, фенілаланін, тирозин) або повністю (триптофан) розкладаються. Аліфатичні розгалужені амінокислоти (ізолейцин, лейцин, валін), стабільні під час гідролізу, малорозчинні. Всі гідролізати містять у великій кількості глютамінову кислоту, в значній кількості — аспарагінову, пролін, аргінін, аланін і лецитин, але практично не містять триптофану.

Білкові гідролізати в харчовій промисловості використовують як готові продукти, а також як напівфабрикати для виробництва наступних похідних — ароматизаторів.

Значну частину займають сушені гідролізати. Для сушки застосовують три основні способи: сушка розпиленням (продукт являє собою гідролізат у формі тонкоподрібненого порошку), сушка в барабанних сушарках періодичної дії (частини порошкового гідролізату крупніші за розміром, ніж у попередньому випадку) і гранульовані. Гранульований гідролізат у порівнянні із сушеним класичним способом краще і швидше регідратується.

2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВИХ І ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Багато фруктів, овочів, насіння олійних культур та продуктів переробки характеризуються функціональними властивостями.

Обліпиху крушиноподібну — як декоративну і плодову рослину вирощують у усій Україні. Плоди використовують для одержання обліпихової олії, споживають у сирому вигляді, сушать, переробляють на варення, повидло, желе, додають у кондитерські вироби, соки, настоянки, лікери.

М'якоть плодів обліпихи містить олію (від 1,7 до 10 %, найчастіше 3—4,5 %), до складу якої входять гліцериди лінолевої, олеїнової, пальмітинової, пальмітолеїнової, стеаринової та інших жирних кислот; флавоноїди, лейкоантоціани, катехіни і флавоноли (ізоромнетин, кверцетин, кемпферол) і флаволи; каротиноїди (від 0,31 до 20 мг %), у складі яких є α -, β - і γ -каротини, лікопін, зеаксантин та інші споріднені сполуки; токофероли (2,9—18,4 мг %), β -ситостерин; філохінон (0,8—15 мг %), фосфоліпіди; бетаїн; аскорбінова, нікотинова кислоти; інозит, фолієва кислота, урсолова й оліанолова кислоти, алкалоїд серотонін, кумарини та органічні кислоти (яблучна, винна, щавлева, янтарна).

Плоди обліпихи (свіжі або перероблені) широко використовуються у лікувально-дієтичному харчуванні. Їх вживають у випадку виразкової хвороби шлунка, гіпо- й авітамінозах, як загальнозміцнювальний засіб для хворих, які перенесли інфекційні захворювання і тяжкі хірургічні операції.

Соком із свіжих плодів обліпихи змащують ділянки шкіри з ураженнями виразкового характеру, у тому числі спричиненими рентгенівським промінням.

Для посилення терапевтичного ефекту паралельно проводять пероральне лікування (до харчового раціону включають свіжі плоди обліпихи).

Обліпихова олія має протизапальні, бактерицидні, епітелізуючі, гранулюючі та знеболюючі властивості. Всередину обліпихову олію використовують за виразкової хвороби шлунку й дванадцятипалої кишки, променевої терапії раку стравоходу, атеросклерозу. Вона має інгібірувальний вплив на секрецію шлункового соку, патологічні зміни печінки.

Топінамбур (Helianthus tuberosus L) відомий у Європі з XVIII століття. Вперше він був завезений до Франції з Північної Америки. З Франції топінамбур розповсюдився як овочева культура по всій Європі і широко культивується.

Джерелом біологічно-активних речовин є бульби топінамбуру, які містять 19—30 % сухих речовин, з яких вуглеводів — 16,9, жирів — 0,1, білків — 2,3, мінеральних речовин — 1,1 %.

Вуглеводний комплекс бульб топінамбуру включає, % від сухої маси: інуліну — 48,3, крохмалю — 1,1, геміцелюлози — 4,3, пектинових речовин — 2,1, клітковини — 8,8, моноцукридів — 0,7, олігоцукридів — 25,3. У топінамбурі також є вітаміни (каротин, поліфеноли, біотин), макро- і мікроелементи, причому заліза і кремнію у 3—4 рази більше, ніж у картоплі й моркві, а вміст калію і натрію більш збалансований, ніж в інших овочах.

Інулін — найбільш цінний і кількісно домінуючий вуглеводний компонент топінамбуру, обумовлює його найважливіші функціональні властивості. Він відноситься до групи поліфруктанів і являє собою поліфруктозний ланцюг, в якому залишки d-фруктози (до 96 %) зв'язані β -2,1-зв'язком. Молекулярна маса інуліну знаходиться в межах 1000—4500 у.о (35—42 гексозних одиниць).

Топінамбур, як джерело інуліну, використовується для переробки на різні продукти, технологія яких орієнтована на максимальний гідроліз інуліну до фруктози як регулятора гіперглікемії. Фруктоза за своїми властивостями не поступається цукрози й глюкозі, а за солодкістю й фізіологічною дією перевищує їх. Тому фруктоза активно використовується у виробництві харчових профілактичних і функціональних продуктів.

Одним із перспективних напрямків переробки топінамбуру є отримання високофруктозних сиропів, що містять 82 % цукрів, з яких 83 % складає фруктоза і 17 % — глюкоза.

Інулін і олігофруктозани, що утворюються в бульбах топінамбуру під час зберігання, як не засвоювані вуглеводи, виконують також фізіологічні функції харчових волокон в організмі людини — посилюють перистальтику кишечника, знижують вміст холестерину в крові і рН кальних мас, одночасно збільшуючи їх масу.

Інулін використовується як пребіотик, зокрема відносно біфідобактерій. З нього отримують різноманітні препарати олігофруктозидів з пребіотичними властивостями, які відрізняються складом та ступенем полімеризації фруктоолігоцукридів:

- висушений концентрат інуліну з вмістом 90—92 % β -D-фруктану;
- пастоподібний продукт з топінамбуру, який містить 65—75 % інуліну та 7,5—9 % білкових речовин;
- концентрати фруктоолігоцукридів у вигляді сиропів та сухих препаратів.

Топінамбур традиційно використовують як лікувальний засіб за умов порушення обміну речовин. Споживання топінамбуру сирого або у вигляді продуктів його переробки (соки, нектари, компоти, коктейлі, пюре, джеми, мармелади, дієтичні хлібобулочні, кондитерські й молочні вироби) значно знижує вміст цукру в крові, сприяє зменшенню маси тіла, виведенню з організму ксенобіотиків, іонів важких металів, радіонуклідів.

Біологічні особливості топінамбуру характеризують його як перспективну сировину для створення різноманітних продуктів харчування — лікувальних, профілактичних, функціональних.

Ревень. Хімічний склад ревеня непостійний і залежить від району вирощування, погодних умов, віку рослини. Встановлено, що вміст сухих речовин і пектину у старих черенках вищий, ніж у молодих, а антоціанів і цукрів — нижчий. У черенках ревеня міститься, г на 100 г їстівної частини: вологи — 94,5, білків — 0,7; цукрози — 5,4 клітковини — 1,0; зольних речовин — 1,0; органічних кислот (у перерахунку на яблучну кислоту) — 1,0, мікроелементів і вітамінів, мг на 100 г: Na — 35; K — 325; Ca — 44; Mg — 25; β -каротину — 0,06; вітамінів B₁ — 0,01; B₂ — 0,06; PP — 0,1; C — 10; E — 0,2; B₆ — 0,04; ніацину — 0,1; пантотенової кислоти — 0,08; фолацину — 1,5. У ревені виявлені мікроелементи, мкг/г: Fe — 6,0; Zn — 0,43; Cu — 0,58; G — 0,07; Se — 3,0. Щавлева кислота сприяє виведенню із організму радіоактивного цезія-134, володіє бактерицидною дією, бере участь у формуванні приємного смаку продуктів переробки.

В ревені виявлено антраглікозид хризоцинового типу, що сприяє виведенню каменів із сечовивідних шляхів (надлишок надходження щавлевої кислоти сприяє каменотворюванню в нирках).

Цукати із ревеня виготовляють за спеціальною технологією, для чого використовують модифікований (звільнений від надлишку щавлевої кислоти) напівфабрикат у вигляді шматочків довжиною 3—4 см.

На основі модифікованого напівфабрикату черенків ревеню виробляють цукати, які вигідно виділяються в групі кондитерських цукристих виробів високим вмістом біологічно активних речовин, у тому числі рослинних волокон (41,8 %) і низькою калорійністю (158 ккал на 100 г).

У цукатах добре зберігаються складові рослинної сировини, продукт має ніжний кисло-солодкий смак, соковиту еластичну консистенцію і глянцеву поверхню золотистого відтінку.

Ядро горіхів містить 52—78 % жирної олії, 9—20 % вуглеводів, дубильні й ароматичні речовини, вітаміни й сполуки заліза та кобальту.

Рекомендується хворим на атеросклероз, туберкульоз легень, гепатит та інші захворювання печінки. У разі туберкульозу легень корисно вживати горіхи з медом. Як дієтичний продукт горіхи вживають при гіпо- й авітамінозах, дефіциті солей заліза й кобальту, після виснажливих захворювань. У випадку гіпертонії протягом 45 днів споживають щодня по 100 г ядра горіхів з медом або без нього. Хворим з підвищеною кислотністю шлункового соку рекомендують з'їдати по 25—100 г ядра горіха.

Насіння льону — джерело різноманітних біологічно активних речовин. Воно містить 18—20 % білків, 29—43 % ліпідів, 20—22 % вуглеводів, 3,5—5,0 % золи.

Особливе фізіологічне і харчові значення мають ліпіди насіння льону, які є природним джерелом фізіологічно активних ω -3 і ω -6 поліненасичених жирних кислот. Токоферолі насіння льону є також цінними функціональними компонентами, які позитивно впливають на здоров'я людини.

У насінні льону домінують нейтральні ліпіди (близько 98 % від загальної кількості ліпідів) (табл. 6.18).

Таблиця 6.18

ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ НАСІННЯ ЛЬОНУ, %

Склад ліпідів	Сорт льону	
	«Дебют»	«Південна ніч»
Тригліцериди	98,50	98,20
Фосфоліпіди	0,81	1,22
Вільні жирні кислоти	0,07	0,10
Стероли	0,42	0,33
Ефіри стеролів	0,10	0,15
Моно- і дигліцериди	0,1	сліди
Токофероли, мг %	49	58

Насіння льону характеризується високою часткою високомолекулярних ненасичених жирних кислот (88 %) з переважанням ліноленової (табл. 6.19).

Таблиця 6.19

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ НАСІННЯ ЛЬОНУ, % ВІД СУМИ

Жирні кислоти	Сорт льону	
	«Дебют»	«Південна ніч»
Насичені	12,1	11,4
Міристинова C _{14:0}	сліди	0
Пальмітинова C _{16:0}	7,4	8,0
Стеаринова C _{18:0}	4,2	3,2
Арахінова C _{20:0}	0,5	0,2
Ненасичені	87,9	88,6
Пальмітоолеїнова C _{16:1}	0,2	сліди
Олеїнова C _{18:1}	21,4	18,1
Лінолева C _{18:2}	12,8	15,4
Ліноленова C _{18:3}	53,5	55,1

Значний вміст ліноленової кислоти (53—55 %) надає олії з насіння льону функціональні властивості, що забезпечує уповільнення розвитку злоякісних новоутворень, нормалізацію діяльності нервової системи; захищає від серцево-судинних захворювань; знижує тиск крові і вміст холестерину та ін.

Насіння льону є джерело цінних білків, які використовуються у вигляді борошна, білкових ізолятів і концентратів. Білки льону мають добре співвідношення амінокислот. Лімітованими в них є лізин, треонін, тирозин (табл. 6.20).

АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ПРОДУКТІВ З НАСІННЯ ЛЬОНУ, %

Амінокислоти	Насіння	Борошно	Ізолят білку
Аланін	4,4	5,5	5,1
Аргінін	9,2	11,1	10,4
Аспарагінова кислота	9,3	12,4	11,1
Цистін	1,1	4,3	6,3
Глутамінова кислота	19,6	26,4	24,6
Гліцин	5,8	7,1	4,8
Гістидин	2,2	3,1	5,8
Ізолейцин	4,0	5,0	5,2
Лейцин	4,0	7,1	6,5
Лізин	4,0	4,3	5,5
Метіонін	1,5	2,5	3,6
Фенілаланін	4,6	5,3	7,3
Пролін	3,5	5,5	7,5
Серін	4,5	5,9	4,9
Треонін	3,6	5,1	3,7
Триптофан	1,0	1,7	1,3
Тирозин	2,3	3,1	3,0
Валін	4,6	3,6	5,6

Особливістю насіння льону є утворення специфічних поліцукридів — слизів (гумів), вміст яких становить 9—12 % від маси сухих речовин насіння. Водорозчинні поліцукриди насіння льону використовують як харчові добавки — структуроутворювачі, емульгатори, стабілізатори, гідроколоїди, що утримують воду.

Водорозчинні поліцукриди насіння льону широко використовуються у складі функціональних продуктів. Вони зменшують рівень глюкози й холестерину в крові.

Насіння льону є джерелом лігнанів — великої групи вторинних метаболітів, які синтезуються в багатьох рослинах. Ці сполуки формуються з двох фенілпропаноїдних одиниць. Вміст лігнанів у різних рослинах відрізняється і коливається від 1—2 мг/г — у фруктах, 2—3,5 мг/г — у зернових, до 500—700 мг/г — у продуктах з насіння льону. Лігнани насіння льону проявляють різноманітні фізіологічні ефекти — антиканцерогенні, антивірусні, антиоксидантні. Вони поліпшують функцію нирок, є регуляторами обміну холестерину та естрогенів.

Серед біологічно активних речовин насіння льону виділяють фітинові й фенольні кислоти, які мають важливе значення у підтримці здоров'я. Фітинові кислоти впливають на ферментативний гідроліз крохмалю і тим самим регулюють вміст глюкози в крові, разом з фенольними кислотами — обмін холестерину, знижують ризик захворювання на рак молочної залози й кишечника.

Насіння льону в натуральному вигляді використовується як функціональна добавка до хлібобулочних, кондитерських виробів та харчових концентратів. Продукти його переробки — олія, концентрати поліненасичених жирних кислот, розчинні гідроколоїди, концентрати та ізоляти білків, препарати лігнанів та інші можуть використовуватись у вигляді БАДів.

Найчастіше, як функціональний продукт — використовується лляна олія і вважається перспективним компонентом у створенні продуктів на її основі.

Лляна олія була дуже популярна в Середній Азії і в Росії. Вона відома з XII століття. За своїм складом відноситься до ліноленово-лінолевих олій і містить наступні жирні кислоти, %: ліноленова — 21...60, ліолева — 25...29, олеїнова — 5...20, насичені — 5...10.

В олію переходять фосфатиди і речовини типу слизів, які утворюють осад (0,05 %) під час швидкого нагрівання олії до температури 270...280 °С. В олію попадає невелика кількість восків із оболонки насіння. Колір її — від світло-жовтого до коричневого, запах специфічний. У разі вмісту 50...60 % ω -3 кислот лляна олія майже вдвічі перевищує за харчовою цінністю риб'ячий жир, де вміст її досягає 30 %.

Наукові клінічні дослідження показали, що комплекс «Омега-3», який входить до складу лляної олії, позитивно впливає на організм людини у ряді захворювань. За умов хвороби серця він знижує високий рівень холестерину в крові на 25 %, зменшує високий кров'яний тиск. Виявлена ефективність комплексу «Омега-3» у лікуванні артритів, астми, алергії, гастритів, простатитів, гепатитів, панкреатитів, нефритів.

Лляна олія робить шкіру м'якою, гладкою і бархатистою, допомагає в її лікуванні.

У дослідних масштабах почали виробляти модифіковану лляну олію, отриману із насіння, яке пройшло селекційний відбір у Канаді, потім імпортоване до нашої країни і акліматизовано. Жирнокислотний склад модифікованої лляної олії з такого насіння вирізняється від складу класичної лляної олії (табл. 6.21).

Таблиця 6.21

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МОДИФІКОВАНОЇ І КЛАСИЧНОЇ ЛЛЯНОЇ ОЛІЇ

Жирна кислота	Вміст (%) у лляній олії	
	класичній	модифікованій
Міристинова (C _{14:0})	0,03	0,07
Пентадецилова (C _{15:0})	0,02	0,03
Пальмітинова (C _{16:0})	5,00	6,31
Пальмітолеїнова (C _{16:1})	0,05	0,11
Маргарінова (C _{17:0})	0,06	0,10
Ізостерінова (C _{18:0})	0,04	—
Стеаринова (C _{18:0})	4,58	3,46
Олеїнова (C _{18:1})	14,84	16,30
Ліолева (C _{18:2})	15,89	56,93
Ліноленова (C _{18:3})	60,0	16,40
Арахідонова (C _{20:0})	—	0,01
Ейкозенова (C _{20:1})	—	0,12

У фракціях фосфоліпідів переважають фосфатиділхоліни, фосфатиділетаноламіни і фосфатидилінозитолі (табл. 6.22).

Таблиця 6.22

СКЛАД ФОСФОЛІПІДІВ ЛЛЯНОЇ ОЛІЇ, % ВІД СУМИ

Фосфоліпіди	Сорт льону	
	«Дебют»	«Південна ніч»
Дифосфатилгліцерини	сліди	сліди
Фосфатидні кислоти	6,3	8,1
Фосфатиділетаноламіни	18,5	21,7
Фосфатиділгліцерини	3,3	2,1
Фосфатиділхоліни	25,8	22,3
Лізофосфатиділохоліни	5,1	7,1
Фосфатидилінозитолі	18,9	21,7
Фосфатиділсерини	7,9	5,0
Фосфогліколіпіди	6,8	5,3
Гліцеролфосфат	2,1	1,5
Неідентифіковані фосфоліпіди	5,3	5,2

У ВНДІ м'ясої промисловості створені нові види продуктів з використанням лляної олії. Для деяких видів продуктів дитячого харчування використовують лляну олію у суміші з соняшниковою і соєвою.

3. ВЛАСТИВОСТІ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ

Амарант. Серед рослинних продуктів амарант як нетрадиційна культура є концентрованим функціональним продуктом. Харчова цінність амаранту визначається високим вмістом білка (до 18—20 %), ліпідів (7—10 %), вітамінів, мінеральних компонентів.

Для харчових цілей широко застосовується листя амаранту, у складі якого збалансований за амінокислотним складом білок, що легко екстрагується.

У листках також містяться поліфеноли (до 5,4 %), у тому числі флавоноїди (до 2,8 %), вітаміни С, Е, А, пігменти, ліпіди (до 10 %), пектини (до 6 %), мікроелементи.

Розроблені кисломолочні продукти з пробіотичними властивостями, що містять 10 % концентрованого екстракту із листя амаранту. Отриманий продукт, збагачений пребіотичними компонентами амаранту, містить близько 30 % білка, 14 % — поліфенолів, 13 % — флавоноїдів, 7 % — вільних цукрів, 2 % — розчинного пектину. Його рекомендують як дієтичний продукт з антиоксидантною дією для хворих із серцево-судинними захворюваннями.

За літературними даними, амарант вирізняється високою якістю білка, харчова цінність якого у порівнянні з ідеальним білком ФАО/ВООЗ за сумою незамінних

амінокислот становить 97 %. За вмістом незамінних амінокислот (лізину та метіоніну) білок амаранту перевищує традиційні зернові культури (табл. 6.23).

Таблиця 6.23

ВМІСТ БІЛКА ТА АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД БІЛКІВ РІЗНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Показник	Зернові культури				
	амарант	рис	кукурудза	пшениця	квасоля
Білок, %	15,5—23	7,6	7,7	13,0	21,5
Амінокислоти, мг/100 г:					
триптофан	1,5	1,2	0,7	1,2	0,0
лізин	8,0	3,8	2,9	2,2	5,0
гістидин	2,5	2,1	2,6	2,2	3,1
аргінін	10,0	6,9	4,2	3,8	6,2
треонін	3,6	3,8	3,8	2,9	3,9
валін	4,3	6,1	4,6	4,5	5,0
метіонін	4,2	2,2	1,4	1,6	1,2
ізолейцин	3,7	4,1	4,1	3,9	4,5
лейцин	5,7	8,2	12,5	7,7	8,1
фенілаланін	7,7	5,0	4,7	5,2	5,4

Насіння амаранту багате такими вітамінами як рибофлавін, ніацин, токоферол, аскорбінова кислота (табл. 6.24).

Таблиця 6.24

ВМІСТ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН І ВІТАМІНІВ У НАСІННІ АМАРАНТУ

Мінеральні речовини	Вміст, мг/г	Вітаміни	Вміст, мг/100 г
Кальцій	215—650	Аскорбінова кислота	3,0—7,1
Мідь	1—4	α—токоферол	1,5—1,8
Залізо	21—104	Біотин	43—51
Магній	300—340	Фолієва кислота	42—44
Марганець	3—5	Ніацин	1,0—1,5
Фосфор	540—600	Ретинол	0,02—0,03
Цинк	3—4	Рибофлавін	0,19—0,22
Калій	520—564	Тіамін	0,10—0,14
Натрій	22—26		

Насіння амаранту є цінним джерелом фосфору, заліза, магнію, кальцію. Значна частина мінеральних речовин амаранту (60 % від загального вмісту) сконцентрована в оболонці і зародках зернового матеріалу. Залізо та мідь переважають у зародках, а кальцій, натрій та марганець — в оболонках насіння.

Вміст ліпідів у насінні амаранту становить 5,7—6,9 %, що вище, ніж в інших зернових культурах. Серед жирних кислот переважає лінолева (табл. 6.25).

Таблиця 6.25

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ АМАРАНТУ

Жирині кислоти	Частка жирних кислот у насінні амаранту різних видів, %			
	A. coudatus	A. cruetus	A. hypochondriacus	A. edulis
Пальмітинова	18,6	19,9	21,3	21,3
Стеаринова	2,3	3,6	2,9	2,4
Олеїнова	27,5	31,9	23,4	27,3
Лінолева	48,6	43,4	51,4	47,4
Ліноленова	2,0	1,0	0,8	0,9
Арахідонова	1,1	1,4	1,2	1,2

Олія амаранту відрізняється значним вмістом сквалену — однією з проміжних речовин стероїдного біосинтезу людини. У її складі 4,6—6,7 % цієї сполуки, тоді як в олії пшеничних зародків — лише 0,1—0,5 %.

В амаранті присутні інгібітор трипсину, хімотрипсину, поліфеноли, сапоніни, фітинова та щавлева кислоти, які можуть впливати на організм людини як позитивно, так і негативно. Значна кількість поліфенолів зумовлює антибактеріальні, протівірусні, антиоксидантні та протизапальні властивості амаранту.

Сапоніни амаранту мають антиоксидантну, імуномодельючу дію, забезпечують продуктам з амаранту антиканцерогенні властивості.

Найчастіше, як функціональний продукт, використовується борошно амаранту, яке у порівнянні з борошном інших зернових культур містить значно більше білка, жиру, кальцію та фосфору (табл. 6.26).

Таблиця 6.26

ХІМІЧНИЙ СКЛАД БОРОШНА ДЕЯКИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Вид борошна	Білок, г/100г	Жир, г/100г	Вуглеводи, г/100г	Клітковина, г/100г	Зола, мг	Кальцій, мг	Фосфор, мг
Амарантове	15—17	7—8	60—62	12—13	2,5	490	150—250
Гречане	11,7	2,4	72,9	9,9	2,0	114	280
Кукурудзяне	9,2	3,9	73,7	1,6	1,2	20	250
Соеве	43,3	6,7	36,8	2,5	5,3	263	365
З твердої пшениці	13,6	2,0	71,0	2,3	1,7	41	370

Білки борошна амаранту представлені альбумінами, глобулінами, проламінами і глютенинами, частка яких складає відповідно, % — 19,2—22,9, 18,1—19,1, 1,7—2,7, 42,5—46,5.

За харчовою цінністю борошно амаранту перевищує пшеничне (табл. 6.27).

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ БОРОШНА ПШЕНИЦІ І АМАРАНТУ

Показники	Вміст компонентів у борошні	
	пшениці І гатунку	амаранту
Вміст білка, %	10,6	15,0—15,7
Білковий СКОР, %	56,9	76,0—79,6
Амінокислотний СКОР за лізином, %	56,0	103,4—111,5
Вміст вітамінів, мг/100 г:		
аскорбінова кислота	—	2,8—7,2
фолієва кислота	—	42,8—44,7
рибофлавін	0,12	0,20—0,25
Вміст ненасичених жирних кислот, г/100 г:		
лінолева	0,53	3,47—4,11
ліноленова	0,03	0,06—0,16
олеїнова	0,01	1,87—2,21
Вміст мінеральних речовин, мг/100 г:		
фосфор	115	570—600
кальцій	24	217—244
залізо	2,1	21—53

Завдяки особливому амінокислотному складу воно добре доповнює борошно інших зернових культур. Амарантове борошно використовують у хлібопекарській та кондитерській промисловості, а також як комплексний білковий, вітамінний і мінеральний збагачувач у продуктах для дітей, спортсменів та вегетаріанців.

У харчових цілях використовують і листя амаранту для одержання пектину, рутину, барвників. Екстракти з амаранту містять білки, поліфеноли, флавоноїди, пектинові речовини. В жомі залишається близько 65 % нерозчинних речовин — лігнін і клітковина.

Експертами ФАО/ООН амарант визнано перспективною культурою XXI століття, яка характеризується високою харчовою цінністю та різноманітними фізіологічними властивостями: антиканцерогенна, антиглікемічна, антиалергенна, антибактеріальна, антивірусна, антитоксична, імуномодельююча, протизапальна дія. Крім того, він широко використовується як компонент БАДів та функціональних продуктів.

Ехінацея відноситься до родини маргариток. Використовуються корінь і кореневище. Ці частини рослини містять велику кількість інуліну, інулоїду, а також цукрозу, вулозу, бетаїн, фітостерини, жирні кислоти. Відомо, що ехінацея сприяє збільшенню виробництва й активності лейкоцитів — важливих компонентів першої відповіді організму на набряки, має антисептичну дію. Застосовують ехінацею для профілактики кашлю, простуди, ангіни, шкірних проблем.

Хімічний аналіз ехінацеї виділяє декілька груп речовин: поліцукриди, флавоноїди, похідні кавової кислоти, есенціальні олії, поліацетилени, алкіламіди та ін. Во-

дорозчинні поліцукриди стимулюють імунну систему, а жиророзчинні компоненти підсилюють фагоцитоз. Поліцукриди ехінацеї також поліпшують регенерацію тканин шляхом стимуляції фібробластів. Корінь ехінацеї багатий інуліном, який прискорює рух лейкоцитів у місця, пошкоджені інфекцією. Екстракти ехінацеї, що містять поліцукриди, зумовлюють підсилене вироблення фагоцитів у селезінці й кістковому мозку, а також міграцію гранулоцитів у периферійні судини.

Найбільш важливим похідним кавової кислоти є цикорієва й хлорогенова кислоти, цінарин і ехінакозид. Основна цінна речовина — ехінакозид — накопичується в корені і в невеликій кількості — у квітках. Він не менш ефективний, ніж пеніцилін, у боротьбі з широким спектром вірусів, бактерій, грибків. Ехінакозид захищає колаген III типу від розкладу вільними радикалами. Алкіламіди, що містяться у коренях у великій кількості, мають легку анестезуючу дію. Коріння ехінацеї містить мідь, бетаїн, ехінацин В, ехінацен, ехінакозид, арабінозу, фруктозу, жирні кислоти, глюкозу, залізо, інулін, поліцукриди, калій, смолу, протеїн, таніни, вітаміни А, С, Е та інші речовини.

Ехінацея підтримує імунну систему, стимулюючи активність лейкоцитів, які борються з інфекцією. Вона блокує дію ферменту гіалуронідази, захищаючи організм від розповсюдження бактерій і вірусів. Застосовують її за простудних захворювань, грипі, бронхіті, гангрени, екземі, герпесу та ін. Може бути корисним допоміжним засобом у лікуванні онкологічних захворювань, СПІДу і синдрому хронічної втоми.

В цілому ехінацея підвищує опірність організму інфекційним і вірусним захворюванням, підсилює неспецифічну імунну систему, прискорює процеси видужування й заживання ран.

Спіруліна — це мікроскопічна водорість, яка може використовуватись для нормалізації обмінних процесів, зменшення впливу шкідливих речовин і радіонуклідів на організм людини. Свою назву вона отримала завдяки наявності у клітинній структурі двох пігментів хлорофілу (зелений) і фікоціану (синій). Розрізняють два основні види спіруліни: африканська *Spirulina platensis* і мексиканська *Spirulina maxima*.

Мікрowodорість розвивається у лужному середовищі з рН 8-11. Одержують її культивуванням у відкритих або закритих системах. За даними ВООЗ, спіруліна здатна впливати майже на всі захворювання, пов'язані з порушенням обміну речовин — від алергії до цукрового діабету. Всі розвинені країни світу використовують спіруліну з метою профілактики захворювань.

Спіруліну краще вирощувати в штучно створених умовах, тобто в закритій системі, яка забезпечує стабільність біохімічного складу та санітарну чистоту продукту. Вирощують її на мінеральному поживному середовищі, а органічних сполук вона не потребує.

В Україні діє єдиний цех з виробництва спіруліни у закритому фотобіореакторі трубчастого типу на Ладижинській ДРЕС. Недолік цього апарата — досить низька проникливість світла крізь стінки скляних труб і труднощі, що виникають під час вилучення кисню, який клітини виділяють у середовище. Значні складнощі виникають під час перемішування середовища циркулярним насосами, які травмують клітини водоростей. Тим часом у Німеччині виготовляють скляні труби, що забезпечують 100 % проникливість світла.

В УкрНДСпиртбіопроді впродовж кількох років досліджуються вирощування спіруліни та можливості використання її в харчовій промисловості. Ці роботи виконуються разом з провідними вченими Інституту мікробіології й вірусології та Інституту гідробіології НАН України.

Для вирощування спіруліни розроблено оригінальну конструкцію фотобіореактора місткістю 100 л, в якому забезпечуються стерильні умови, здійснюється оптимальний масообмін, підтримуються необхідна температура, рН, освітленість.

Метод вирощування періодичний, тобто через 7—10 діб відбирають 70 % культурної рідини, яку замінюють свіжим живильним розчином. Кількість синтезованої біомаси становить 2—3 г/дм³ за абсолютно сухою речовиною. Періодично, за необхідності, вивчають її біохімічний склад. Головну увагу звертають на вміст амінокислот (табл. 6.28).

Таблиця 6.28

ВМІСТ АМІНОКИСЛОТ У БІОМАСІ СПІРУЛІНИ

Амінокислота	Кількість амінокислот у 100 мг зразка спіруліни, мг	Процентне відношення амінокислот у 100 г білка спіруліни	Амінокислотний СКОР
Аспарагінова кислота	3,967	10,52	
Треонін	1,984	5,26	
Серин	2,100	5,56	131 %
Глютамінова кислота	6,630	17,57	
Пролін	1,597	4,23	
Гліцин	2,242	5,94	
Аланін	3,291	8,72	
Цистеїн	0,551	1,46	+Met 107 %
Валін	2,064	5,47	109 %
Метіонін	0,868	2,30	
Ізолейцин	1,547	4,10	103 %
Лейцин	3,173	8,41	120 %
Тирозин	1,589	4,21	+ Phe 133 %
Фенілаланін	1,423	3,77	
Гістидин	0,514	1,36	
Лізин	1,710	4,53	82 %
Аргінін	2,479	6,57	
Всього:	37,73		

За даними різних авторів, частка окремих амінокислот може коливатися у певних межах (табл. 6.29).

ВМІСТ АМІНОКИСЛОТ У СПІРУЛІНІ, МГ/100 Г ВІД СУХОЇ РЕЧОВИНИ

Амінокислоти	Вміст	Амінокислоти	Вміст
Незамінні	20 500—21 000	Замінні	31 000—32 000
Валін	4000—5960	α -Аланін	4700—11350
Ізолейцин	3500—5090	Аргінін	4300—5780
Лейцин	5400—9230	Аспарагінова кислота	8400—10520
Лізин	2900—5550	Гістидин	1000—1420
Метіонін	1400—2170	Гліцерин	3200—9090
Фенілаланін	2800—3980	Глютамінова кислота	9100—12290
Треонін	3100—5780	Серін	3200—6580
Триптофан	350—1200	Тирозин	1900—3340
		Цистин	500—700

Особливо багата спіруліна на лейцин, валін, треонін, ізолейцин. Лізину в спіруліні більше, ніж в усіх овочах, за виключенням бобових. Засвоюваність білка спіруліни становить 80—90 %.

Спіруліна містить мало ліпідів, що залежить від умов культивування і змінюється в межах від 3 до 6 % сухої маси. Виділяють три класи ліпідів: нейтральні, гліколіпіди та фосфоліпіди. Вміст гліколіпідів складає близько 40 % від усіх ліпідів спіруліни (2,0 % від сухих речовин), фосфоліпідів — 2—5 % (0,1 % від сухих речовин).

Ліпіди спіруліни характеризуються значним вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо γ -ліноленової та лінолевої кислот (табл. 6.30). За вмістом γ -ліноленової кислоти спіруліна може порівнюватись з такими продуктами, як насіння смородини, з олією енотери та материнським молоком.

Таблиця 6.30

ВМІСТ ДЕЯКИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ В СПІРУЛІНІ, МГ/100 Г ВІД СУХОЇ РЕЧОВИНИ

Жирні кислоти	Вміст	Жирні кислоти	Вміст
Гептадеканова	17—20	Стеаринова	80—250
Міристинова	8—10	Олеїнова	100—120
Пальмітинова	800—2440	Лінолева	320—970
Пальмітолеїнова	100—330	γ -ліноленова	300—1350
Пальмітоленолова	175—256		

Спіруліна характеризується низьким вмістом вуглеводів — до 15 % сухих речовин. Однак вони різноманітні у функціональному відношенні: це моно- і дицукриди, низькомолекулярні водорозчинні поліцукриди, запасні поліглюкани, структурні поліцукриди. Основну масу вуглеводів спіруліни складають поліцукриди, які представлені трьома групами поліцукридів — поліглюкани, клітковина та альгінати.

Спіруліна містить п'ять поліцукридних фракцій вуглеводів: спирторозчинні, водорозчинні, запасні та дві групи структурних поліцукридів — типу геміцелюлоз, пектинових речовин і типу клітковини.

Спіруліна синтезує вітаміни у великій кількості. В її біомасі сконцентровані в оптимальних співвідношеннях найважливіші вітаміни (табл. 6.31).

Таблиця 6.31

ВМІСТ ВІТАМІНІВ ТА ПІГМЕНТІВ У СПІРУЛІНІ, МГ/100 Г СУХИХ РЕЧОВИН

Вітамін	Вміст	Пігменти	Вміст
Ретинол	69—73	с-Фікоціанін	4000—15000
β-каротин	12—46	Хлорофіл-а	500—1000
Тіамін	3,1—5,5	Каротиноїди	300—820
Рибофлавін	3,5—5,0	Каротини:	200—400
Пантотенова кислота	до 0,1	β-каротин	140—350
Піридоксин	0,073—0,8	інші каротини	40,0
Ціанкобаламін	0,098—0,175	Ксантофіли:	100—500
Аскорбінова кислота	5,0—220	міксоксантофіл	90
Кальційферол	0,3—0,5	зеаксантин	80
Філохінон	до 2,0	криптоксантин	10

Спіруліна містить у 10 разів більше каротину, ніж морква, тому 1 г спіруліни забезпечує добову потребу в цьому провітаміні. Використання спіруліни сприяє адсорбції вітамінів групи В та підвищенню концентрації лактобацил у кишечнику за рахунок задоволення потреби цих бактерій у вітамінах, зокрема в пантотеновій кислоті.

Спіруліна широко використовується для отримання пігментів. Фотосинтетичний апарат спіруліни містить три групи пігментів — хлорофіл — α, який є основним і найважливішим ферментом для фотосинтезу, а також фікобіліпротеїди та каротиноїди, які відносяться до класу допоміжних пігментів.

Спіруліна містить значну кількість хлорофілу, синтезує унікальні пігменти фікобілінової природи с-фікоціанін і с-алофікоціанін. Вміст фікоціанінів залежить від умов вирощування і може змінюватися в межах 0,5—15,0 %. Цей пігмент утворює добре засвоєвані комплекси із залізом, вітамінами та іншими сполуками.

До найбільш важливих допоміжних пігментів спіруліни відносять каротиноїди, з яких особливе місце займає β-каротин. Серед ксантофілів містяться зеаксантин, ехіненон, криптоксантин, лютеїн та ін.

У процесі росту спіруліна накопичує значну кількість макро- і мікроелементів (табл. 6.32).

Спіруліна є найбагатшим джерелом заліза. У 100 г спіруліни міститься до 150 мг заліза, що у 20 разів більше, ніж в інших залізовмісних продуктах. Воно знаходиться в органічно зв'язаній формі, яка легко засвоюється організмом.

Спіруліна є джерелом кальцію і містить його більше, ніж молоко: у 100 г спіруліни міститься до 100 мг кальцію. В 10 г спіруліни міститься 10 % добової потреби людини в кальції та магнії і 16 % — в марганцю.

ВМІСТ МІНЕРАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ У СПІРУЛІНІ, МГ/100 Г ВІД СУХОЇ РЕЧОВИНИ

Мінеральні компоненти	Вміст
Кальцій	100—1000
Залізо	50—150
Цинк	3—17
Магній	150—400
Мідь	0,2—1,2
Натрій	100—1130
Калій	700—1550
Марганець	3—5
Хром	0,15—0,28
Германій	0,02—0,06
Селен	0,02—0,04
Хлор	400—1000
Фосфор	830—1110

Спіруліну використовують з метою виведення з організму шлаків, важких металів, токсинів, радіонуклідів, підвищення опірності організму до захворювань. Вона відновлює гормональний баланс, поліпшує діяльність нервової системи, сприяє загоєнню ран, підвищує працездатність та розумову діяльність, тому необхідна людям усіх вікових категорій, особливо дітям, людям похилого віку, спортсменам, шахтарям, сталеварам, іншим робітникам з важкими умовами праці. Спіруліна стимулює утворення т-клітин, які допомагають ослабленим після захворювання людям подолати вторинні інфекції. Деякі дослідники стверджують, що спіруліна може проявляти протиракові властивості, захищати клітинні структури від негативної дії вільних радикалів, а її сульфідноліпідна група згубно впливає на окремі види вірусів.

МОЗ України дозволило використовувати спіруліну як харчову добавку (ТУ 46.12061-94, ТУУ 21481015001-96, ТУУ 21481015002-96). Цими документами офіційно дозволено в нашій країні промислове виробництво спіруліни. Нині виробництво її в закритих системах перебуває на етапі становлення.