УДК 663.19-026:54.021:543.92
DOI https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.1-2/21

Соколовська О.Г.
Одеська національна академія харчових технологій

Валевська Л.О.
Одеська національна академія харчових технологій

Шулянська А.О.
ПрАТ «Укрелеваторпром»

БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ЗЕРНОВИХ СУПЕРФУДІВ

Суперфуди – це продукти з високою концентрацією корисних речовин. Вони містять великі дози вітамінів і мінералів, які захищають організм від хвороб, допомагають вести здоровий спосіб життя і ведуть до довголіття. З кожним роком популярність таких продуктів зростає, оскільки спортсмени, прихильники спеціальних дієт і адепти здорового способу життя роблять вибір на користь натуральних вітамінів.

Селектори до цього моменту перебуваючого в тіні насіння чіа та кіноа зараз пропонують світові нові можливості для поліпшення харчування, забезпечуючи природним джерелом жирних кислот Омега-3, антиоксидантами. Ці культури володіють багатим хімічним складом. Важливою характеристикою хімічного складу насіння кіноа та чіа є високий вміст у ньому білкових речовин.

У роботі наведено визначення показників потенційної біологічної цінності білку: кількісний вміст білку, амінокислотний скор, якісний білковий показник. Проведено розрахунки показників біологічної цінності: коефіцієнт розбалансованості амінокислотного складу, коефіцієнт біологічної цінності та коефіцієнт утилітарності.

Аналіз отриманих даних показує, що амінокислотні СКОРи білків насіння досліджуваних культур або наближені до 100, або значно перевищують цю межу. Для насіння кіноа характерна наявність двох лімітуючих амінокислот: лейцину та валіну. Після визначення амінокислотного складу було проведено розрахунок коефіцієнта розбалансованості амінокислотного складу. На підставі значення коефіцієнта розбалансованості амінокислотного складу визначено біологічну цінність насіння чіа та кіноа. Значення коефіцієнта утилітарності амінокислотного складу насіння чіа свідчить про високу збалансованість амінокислот щодо еталона.

Дані, наведені у статті, дозволяють зробити висновок, що насіння чіа та кіноа може використовуватися для виробництва продуктів функціонального призначення.

Ключові слова: *суперфуди, насіння чіа, насіння кіноа, біологічні цінності білку, хімічний склад.*

Постановка проблеми. Однією з визначальних рис сучасного етапу розвитку суспільства є проблема збереження здоров'я населення. Харчування належить до найважливіших чинників, який протягом усього життя впливає на організм людини.

Проблема поліпшення структури харчування, якості та безпеки харчових продуктів як основи життєдіяльності людини є однією з найважливіших проблем як у межах однієї країни, так і планети Земля загалом. Накопичений світовий досвід показує, що вирішити проблему швидкого корегування структури харчування майже не можливо шляхом простого збільшення обсягів виробництва і розширення асортименту традиційних харчових продуктів. Пошук альтернативних шляхів розв'язання цього надзвичайно важливого завдання привів учених і практиків до ідеї про необхідність розроблення та реалізації нових, значно досконаліших технологій виробництва харчових продуктів, адекватних за компонентним складом потребам сучасної людини [1].

Ще на початку XX століття американська компанія United Fruit Company вперше використала термін «суперфуд» у рамках рекламної компанії. В Україні суперфуди лише нещодавно почали набувати популярності. Спочатку про них заговорили у США, Австралії, Німеччині, Великобританії та Канаді. Суперфуди – це продукти, які містять високу концентрацію поживних речовин і збагачені великою кількістю мікроелементів, вітамінів і мінералів. Зазвичай це екзотичні фрукти, овочі, ягоди, насіння чи зерна, які здатні принести величезну користь для здоров'я. Світовий ринок суперфудів активно розвивається і незмінно зростає. До них належать харчові

продукти, в яких спостерігається висока концентрація корисних речовин, вітамінів, мінералів.

Одними з суперфудів по праву вважаються чіа і кіноа. Вони користується попитом у багатьох країнах світу. Світова промисловість використовує це насіння при виробництві харчових добавок, сухих зернових сніданків, кондитерських виробів і напоїв, зокрема протеїнових коктейлів, кисломолочних продуктів. Борошно насіння чіа та кіноа включають у хлібобулочні вироби, кондитерські начинки, глазурі, желе тощо. Ці культури володіють багатим хімічним складом. За змістом амінокислот, вітамінів і мінералів вони не поступаються таким популярним культурам, як рис, пшоно або гречка.

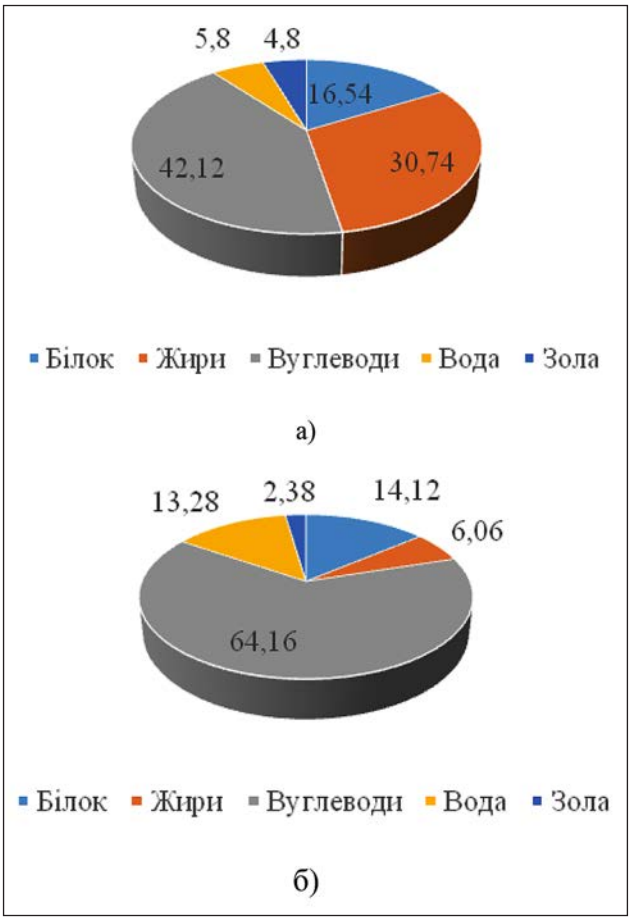

Рис. 1. Хімічний склад насіння кіноа та чіа:
а – насіння кіноа; б – чіа

Важливою характеристикою хімічного складу насіння кіноа та чіа є високий вміст у них білкових речовин 14–22%, з яких замінні амінокислоти складають 12–15%, а незамінні – 7–8%. Вміст амінокислот робить кіноа повноцінним рослинним білковим продуктом. Її вживання ідеально підходить при дієті без м'яса, вегетаріанцям, у якості спортивного харчування, для дієтотерапії у відновлювальний період після серйозних захворювань. На відміну від тваринного білка, білок у складі кіноа засвоюється дуже швидко і практично повністю, що обумовлює високу живильну цінність зерна.

Хоча в Україні попиту на нішеві культури майже немає, але українські виробники уже кинулись шукати альтернативи класичним культурам. Їх рентабельність іноді у кілька разів вища, тому за останні кілька років посівні площі під екзотичними культурами збільшилися в кілька разів. Велике майбутнє обіцяють експерти і таким культурам, як кіноа і чіа. В Україні до недавнього ці культури не культивувалася взагалі. Однак цього року їх почали сіяти й агрохолдинги, зокрема, засіяно перші тестові поля. Вже в 2020 році планується налагодити вирощування кіноа та чіа у промислових масштабах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними показниками, які характеризують харчову цінність сировини і продуктів, є біологічна, енергетична, фізіологічна цінність і біологічна ефективність. Біологічною цінністю називають показник якості харчового білку, який відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потребам організму в амінокислотах для синтезу білку.

У кожному білку може бути різна кількість амінокислот, складом яких визначається повноцінність білку. У побудові нашого організму беруть участь лише 22 амінокислоти. Організм людини має здатність синтезувати амінокислоти з інших амінокислот, але існують 8 амінокислот (триптофан, лейцин, ізолейцин, валін, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін), які організм людини не синтезує, однак вони входять до складу білкових речовин людини. Ці амінокислоти називають незамінними, вони повинні потрапляти до організму з продуктами харчування. Чотири амінокислоти – тирозин, цистеїн, аргінін, гістидин – синтезуються в організмі повільно і не завжди в достатній кількості. Їх називають умовно незамінними. Тому не всі продукти, які містять білки, рівноцінні залежно від вмісту незамінних амінокислот. По цій причині 30% добового білкового раціону людини повинні складати повноцінні білки, які містять усі незамінні амінокислоти. Річна потреба людини у повноцінному білку становить 20 кг. Якщо навіть у склад продукту входить велика кількість білку, але при цьому повноцінність його мала, то такий білковий компонент характеризується низькою харчовою цінністю [2].

На основі багаторічних медико-біологічних досліджень Всесвітня організація охорони здоров'я запропонувала критерій для визначення якості білку – еталону, збалансованого за незамінними амінокислотами, який найбільше задовольняє потреби організму людини. Один грам «ідеального» білку містить (в мг): триптофану – 10, лейцину – 70, ізолейцину – 40, валіну – 50, треоніну – 40, лізину – 55, метіоніну – 35, фенілаланіну – 60 [2–5].

Дефіцит незамінних амінокислот залежить як від якісного складу самої сировини, так і від ступеню впливу на білок різних зовнішніх факторів. При жорстких режимах термічної обробки і лужного гідролізу ряд амінокислот руйнується. Показники потенційної біологічної цінності білку:

- кількісний вміст білку;
- амінокислотний скор (АКС);
- якісний білковий показник (ЯБП).

Формулювання цілей. Метою досліджень є визначення біологічної цінності насіння чіа та кіноа. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

– визначити амінокислотний СКОР насіння чіа та кіноа;

– розрахувати показники біологічної цінності: коефіцієнт розбалансованості амінокислотного складу (КРАС), коефіцієнт біологічної цінності (БЦ) та коефіцієнт утилітарності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінки біологічної цінності насіння чіа та кіноа розраховано амінокислотний СКОР (відношення вмісту амінокислот білка продукту до аналогічного показника еталонного білка за даними ФАО/ВООЗ) [6, 7]. Для оцінки ступеня використання білка здійснено розрахунок коефіцієнту розбалансованості амінокислотного складу (КРАС), який є середнім арифметичним різниць СКОРів незамінних амінокислот до СКОРу першої лімітуючої амінокислоти:

$$КРАС=\Sigma_{i=1}(I-L)/8 \quad (1)$$

I – значення амінокислотного СКОРу і-тої амінокислоти, %.

L – значення амінокислотного СКОРу лімітуючої амінокислоти, %.

Розрахунок біологічної цінності насіння чіа здійснювали за формулою

$$БЦ=100 – КРАс \quad (2)$$

Відомо, що для утворення в організмі людини необхідних білкових елементів під час споживання їх у складі їжі, білки повинні забезпечувати взаємно збалансовані кількості незамінних амінокислот. Для характеристики цього показника використовують коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, який характеризує збалансованість незамінних амінокислот по відношенню до фізіологічно необхідної норми ($А_{іет}$ – еталонного значення ФАО/ВОЗ) [6; 7]. Чим вище значення коефіцієнта утилітарності, тим краще збалансовані амінокислоти у білкових речовинах, тим більш раціонально вони можуть бути використані організмом. Здатність організмом утилізувати амінокислоти визначається мінімальним скором однієї з амінокислот і може бути охарактеризовано значеннями показника утилітарності незамінних амінокислот, який визначається за формулою:

$$\alpha_i = AC_{imin}/AC_i \quad (3)$$

де, α_i – показник утилітарності і-ої амінокислоти;

AC_{imin} – мінімальний із СКОРів незамінних амінокислот оцінюваного білка по відношенню до фізіологічно необхідної норми (еталону);

AC_i – СКОР і-ої незамінної амінокислоти по відношенню до фізіологічно необхідної норми (еталону).

Показник утилітарності використовується для розрахунку Коефіцієнта утилітарності амінокислотного складу, досить повно відображає збалансованість незамінних амінокислот по відношенню до еталону:

$$U = \frac{AC_{min}(\sum_{i-1}^{8} HAK_{em})}{\sum_{i-1}^{8} HAK_{к}} \quad (4)$$

де AC_{min} – мінімальний зі СКОРів незамінних амінокислот,

– сумарний вміст незамінних амінокислот у білку еталону, мг/г білку.

$\sum_{i=1}^{8} HAK_{к}$ – сумарний вміст незамінних амінокислот у білку продукту, мг/г.

Важливою характеристикою хімічного складу насіння кіноа та чіа є високий вміст у ньому білкових речовин, якість яких характеризується показником біологічної цінності. Чим вища біологічна цінність білка харчових продуктів, тим краще він використовується для синтезу власних білків і функціонування організму. Для оцінки біологічної цінності насіння розраховано кількісний вміст білку в насінні цих культур і їх амінокислотний СКОР (відношення вмісту амінокислот білка продукту до аналогічного показника еталонного білка за даними ФАО/ВООЗ) (табл. 1).

Таблиця 1

Амінокислотний СКОР насіння чіа та кіноа

Амінокислота	Насіння чіа		Насіння кіноа	
	Амінокислотний СКОР, %	Показник утилітарності, αj	Амінокислотний СКОР, %	Показник утилітарності, αj
Треонін	91,0	0,99	116,5	0,78
Валін	97,6	0,93	93,6	0,98
Метіонін + цистин	146,0	0,62	144,3	0,63
Ізолейцин	102,8	0,88	158,0	0,58
Лейцин	100,6	0,90	91,4	1,00
Тирозин + фенілаланін	135,0	0,67	171,7	0,53
Триптофан	223,0	0,41	188,0	0,49
Лізин	90,5	1,00	105,5	0,87

Аналіз отриманих даних показує, що амінокислотні СКОРи білків насіння досліджуваних культур або наближені до 100, або значно перевищують цю межу та знаходяться у діапазоні 90,5–223,0%. Найбільший СКОР насіння чіа зафіксовано для триптофану, лімітуючою амінокислотою є лізин, СКОР якого складає 90,5%. Для насіння кіноа характерна наявність двох лімітуючих амінокислот: лейцину та валіну. Значення СКОРу амінокислот, для яких цей показник розраховується парними групами – метіонін-цистеїн і тирозин-феніаланін, – становлять відповідно 146,0% та 135,0% для насіння чіа та 144,3% і 171,1% для насіння кіноа.

Після визначення амінокислотного складу проведено розрахунок коефіцієнта розбалансованості амінокислотного складу за формулою (1). Отримане значення КРАС для насіння чіа складає 32,76%, для насіння кіноа – 28,16%. На підставі значення КРАС можна визначити біологічну цінність (БЦ) за формулою (2) як різницю 100 та значення КРАС. Отримане значення біологічної цінності 67,24% для насіння чіа та 71,83% для насіння кіноа (табл. 2). Для визначення показника утилітарності використано формулу (3), Отримані значення наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Показники біологічної цінності білків насіння чіа та кіноа

Показник	Насіння чіа	Насіння кіноа
Коефіцієнт розбалансованості амінокислотного складу (КРАС)	32,76	28,16
Біологічна цінності (БЦ)	67,24	71,83
Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, U	0,813	0,841

Збалансованість незамінних амінокислот за співвідношенням до фізіологічно необхідної норми чисельно характеризується коефіцієнтом утилітарності. Коефіцієнт утилітарності показує ступінь незасвоюваності амінокислот і є чисельною характеристикою, яка досить повно відображає збалансованість незамінних амінокислот [7]. Значення коефіцієнта утилітарності амінокислотного складу насіння чіа складає 0,813 та 0,841 для насіння кіноа, що свідчить про високу збалансованість амінокислот щодо еталона.

Висновки. Розраховані показники біологічної цінності: коефіцієнт розбалансованості амінокислотного складу (КРАС), коефіцієнт біологічної цінності (БЦ) та коефіцієнт утилітарності. Отримані значення дозволяють зробити висновок, що насіння чіа та кіноа може використовуватися для виробництва продуктів функціонального призначення.

Список літератури:

1. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса : Друк, 2003. 312 с.

2. Прісс О.П., Кюрчев С.В., Жукова В.Ф., Гапріндашвілі Н.А. Технологічні властивості сировини : навчальний посібник для самостійної роботи студентів. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 224 с.

3. Данилова О.І., Решта С.П. Отримання олігомерів із рослинної сировини з антиоксидантними властивостями. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2014. Вип. 46(1). С. 83–88.

4. Капрельянц Л.В. Биологическая химия с основами физиологии питания : конспект лекций. Херсон : Изд. Гринь Д.С., 2017. 246 с.

5. Павлоцька Л.Ф. Фізіологічні аспекти оцінки якості продуктів : навчальний посібник. Харків : ХДУХТ, 2017. 317 с.

6. Шведюк Д.А., Пасічний В.М., Радзієвська І.Г,. Мацу Ю.А. Амінокислотний склад і біологічна цінність м'ясних напівфабрикатів із використанням рослинної сировини та білково-жирових емульсій. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького*, 2017, т. 19, № 80.

7. Васильев Ф.В., Глотова И.А., Антипова Л.В. К вопросу оптимизации аминокислотного состава поликомпонентных продуктов с использованием методов вычислительной математики. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2002. № 2.С. 58–61.

Sokolovskaya O.H., Valevskaya L.O., Shulyanska A.O. BIOLOGICAL VALUE OF GRAIN SUPERFOODS

Superfoods are products with a high concentration of nutrients. They contain large doses of vitamins and minerals that protect the body from disease, help lead a healthy lifestyle and lead to longevity. Every year, the popularity of such products is increasing, so athletes, adherents to special diets and healthy lifestyle adherents make choices in favor of natural vitamins. Until now, being in the shade, chia seeds and quinoa, now offer the world new opportunities to improve human nutrition by providing a natural source of omega-3 fatty acids, antioxidants. These cultures have a rich chemical composition. An important characteristic of the chemical composition of quinoa and chia seeds is its high protein content.

In the work, the indices of the potential biological value of the protein were determined: quantitative protein content, amino acid score, qualitative protein index. The biological value indices are calculated: the coefficient of unbalance of amino acid composition, the coefficient of biological value and the coefficient of utilization. The analysis of the obtained data shows that the amino acid SCORES of the seed protein of the studied crops are either close to 100 or significantly exceed this limit. Quinoa seeds are characterized by the presence of two limiting amino acids: Leucine and Valine. After determining the amino acid composition, the unbalance coefficient of the amino acid composition was calculated. The biological value of chia and quinoa seeds was determined on the basis of the imbalance factor of amino acid composition.

The utilization coefficient of the amino acid composition of chia seeds testifies to the high balance of amino acids with respect to the standard. The data in the article suggest that chia and quinoa seeds can be used to produce functional products.

Key words: *superfoods, chia seeds, quinoa seeds, biological values of protein, chemical composition.*