

ВИВЧЕННЯ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ЛИСТЯ КАБАЧКІВ

Вступ. Рослини є джерелом майже 30 % амінокислот, які перебувають у вільному або зв'язаному стані. Поширеність амінокислот у рослинах та їх висока біологічна активність сприяють ефективній дії на організм як лікарської сировини, так і препаратів з неї.

Мета дослідження – вивчити якісний склад та визначити кількісний вміст амінокислот у листі кабачків трьох сортів для раціонального використання при виробництві фітопрепаратів або дієтичних добавок, передусім оздоровчого призначення.

Методи дослідження. Загальний амінокислотний склад листя кабачків визначали методом іонообмінної рідинно-колонної хроматографії.

Результати й обговорення. В усіх досліджуваних зразках сировини було виявлено по 18 амінокислот. Їх амінокислотний профіль достатньо однорідний за складом: 7 незамінних амінокислот, 3 напівзамінних та 8 замінних. Найбільший вміст суми амінокислот визначено в листі кабачків жовтоплодних (16,103 мг/100 мг), а найменший – у листі кабачків білоплодних (10,782 мг/100 мг). В усіх зразках досліджуваної сировини домінували глутамінова й аспарагінова кислоти, в значній кількості містились лейцин, аланін, лізин, аргінін, гліцин, пролін. Вміст у досліджуваній сировині суми незамінних амінокислот становив майже 1/3 від їх загальної суми (в листі кабачків білоплодних – 32,38 %, жовтоплодних – 32,71 %, зеленоплодних – 32,56 %). Серед незамінних амінокислот переважали лейцин, лізин, фенілаланін і треонін. Встановлено, що листя кабачків має достатньо високий показник амінокислотного скору за всіма незамінними амінокислотами і наближається до "ідеального" білка за вмістом валіну, лізину, лейцину та фенілаланіну. З'ясовано, що білок листя кабачків усіх досліджуваних сортів характеризується високою біологічною цінністю (61,27, 54,38 та 80,60 % відповідно).

Висновки. Методом іонообмінної рідинно-колонної хроматографії вивчено амінокислотний профіль листя кабачків трьох сортів. Встановлено, що склад амінокислот достатньо однорідний, а загальний їх вміст коливається в межах 10,782–16,103 мг/100 мг. Домінують глутамінова й аспарагінова кислоти, в значній кількості містяться лейцин, аланін, лізин, аргінін, гліцин, пролін. Результати проведених досліджень свідчать про досить високий і різноманітний вміст у листі кабачків амінокислот, які можуть поліпшувати збалансованість лікарських фітопрепаратів, дієтичних добавок на їх основі та дозволяють припустити наявність широкого спектра фармакологічної активності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: листя кабачків; амінокислоти; іонообмінна рідинно-колонна хроматографія; амінокислотний профіль.

ВСТУП. Амінокислоти – речовини первинного синтезу, вони беруть участь у синтезі білків, коферментів, ферментів, стероїдних сполук, поліфенолів, складних вуглеводів, жирів тощо. Поширеність амінокислот у рослинах та їх висока біологічна активність сприяють ефективній дії на організм як лікарської сировини, так і препаратів з неї [1–4].

Рослини є джерелом майже 30 % амінокислот, які перебувають у вільному або зв'язаному стані. При цьому амінокислоти сприяють поліпшенню всмоктування, пролонгації терапевтичного ефекту та потенціюванню дії основних біологічно активних сполук рослинного походження. Лікарські препарати, що містять амінокислоти, © О. О. Іосипенко, В. С. Кисличенко, З. І. Омельченко, 2020.

застосовують при передчасному старінні, уроджених і набутих порушеннях обміну речовин, негативному впливі на організм іонізуючого випромінювання, гострому та хронічному отруєнні різними речовинами, вони позитивно впливають на серцево-судинну і мозкову діяльність людини, сприяють відновленню роботи печінки та нирок, є ефективним засобом парентерального харчування (особливо в період реанімації) [1, 2].

Саме тому використання амінокислот у структурі профілактики і лікування багатьох захворювань набуває дедалі більшого значення, а дослідження в цьому напрямі виявляють нові функції амінокислот та їх специфічний вплив на організм людини. Дані сполуки становлять так званий амінокислотний фонд організму. В кожний

конкретний момент він забезпечує надходження та використання будь-якої амінокислоти. Амінокислоти, рівень яких переважає потреби білкового синтезу, піддаються біологічному окисненню для використання як джерела енергії або ж відкладаються про запас у вигляді жиру. Це слід враховувати при розробці нових фітопрепаратів, оскільки довільне, необґрунтоване введення добавок амінокислот може призвести до зміни балансу амінокислотного фонду, властивого певному організму. При низькому рівні білка в організмі людини пригнічуються функції гіпофізарно-наднирковозалозної системи, послаблюються процеси гальмування в центральній нервовій системі, погіршується процес утворення умовних рефлексів, знижується функція щитоподібної залози, виникають метаболічні порушення [1–3].

Всесвітня продовольча організація (FAO) та Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначили добову потребу людського організму в амінокислотах, яка забезпечує їх збалансованість (12 % загальної енергетичної потреби організму, або 90–100 г на добу) [4]. Однією з найважливіших вимог до амінокислотних препаратів є наявність в їх складі незамінних амінокислот. На відміну від тварин, рослини здатні синтезувати всі амінокислоти, необхідні для побудови білкових молекул [1, 4]. Однак досі лікарські рослини не розглядають як джерело легкозасвоюваних форм амінокислот у комплексі з іншими біологічно активними сполуками з метою їх використання при лікуванні ряду патологій.

Кабачки (*Cucurbita pepo* ssp. *pepo* L.) родини гарбузові (*Cucurbitaceae*) – широковідома харчова рослина. В Україні її вирощують на території майже 30,8 тис. га та збирають щорічно 543,4 тис. т. За даними літератури, найбільш вивчено плоди кабачків, які містять вуглеводи, вітаміни, фенольні сполуки, мікро- та макроеlementи [5]. Їх використовують у народній медицині для лікування застуди та полегшення болю, вони мають антиоксидантну/антирадикальну, антиканцерогенну, протизапальну, антимікробну і знеболювальну дію, завдяки яким та низькій калорійності плоди кабачків здавна застосовують у лікувально-профілактичному, дієтичному і дитячому харчуванні [5]. Плоди кабачків є чудовою сировиною для харчової та консервної промисловості. Насіння кабачків містить жирну олію, яку пропонують використовувати як заміник олії гарбуза [5].

Однак відомості щодо хімічного складу листя кабачків є обмеженими. Ми встановили, що воно містить полісахариди, органічні (в тому числі жирні) кислоти, вітаміни, фенольні сполуки та

мінеральні речовини [6]. Попередньо методами паперової хроматографії в листі кабачків визначили наявність амінокислот [7]. У зв'язку з цим, перспективним напрямом було проведення подальшого дослідження амінокислотного складу листя кабачків.

Мета дослідження – вивчити якісний склад та визначити кількісний вміст амінокислот у листі кабачків трьох сортів для раціонального використання при виробництві фітопрепаратів або дієтичних добавок, передусім оздоровчого призначення.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Об'єктом дослідження було листя кабачків трьох сортів (біло-, жовто- і зеленоплідних), заготовлене в серпні 2018 р. у Харківській області. Сировину сушили до повітряно-сухого стану і подрібнювали (1–2 мм).

Якісний склад та кількісний вміст амінокислот у досліджуваній сировині визначали методом іонообмінної рідинно-колонної хроматографії на автоматичному аналізаторі амінокислот ААА Т-339М виробництва "Мікротехн" (Чехія), обладнаному реєструвальним фотоелементом. Для підтвердження якісного складу та визначення кількісного вмісту амінокислот використовували методіку, яку запропонували Штейн і Мур, у сучасній модифікації [8, 9]. Для визначення суми амінокислот на дні пробірки з вогнетривкого скла розміщували ретельно зважений зразок масою близько 100 мг. У пробірку додавали 0,5 мл води очищеної і 0,5 мл концентрованої хлористоводневої кислоти. Пробірку охолоджували в суміші сухого льоду з диметилкетонем. Після охолодження з пробірки відкачували повітря за допомогою вакуумного насоса для запобігання окисненню амінокислот. Гідроліз білків проводили хлористоводневою кислотою протягом 24 год у термостаті з постійною температурою +106 °С. Після закінчення гідролізу пробірку розкривали, попередньо охолодивши до кімнатної температури, вміст кількісно переносили у скляний бюкс і розміщували у вакуум-ексикаторі над гранульованим гідроксидом натрію. Потім з ексикатора видаляли повітря за допомогою вакуумного насоса. Після висушування зразків у бюкси додавали 3–4 мл деіонізованої води і повторювали процедуру висушування. Підготовлені зразки розчиняли в 0,3-N літій цитратному буфері (рН 2,2) і наносили на іонообмінну колонку аналізатора амінокислот, заповнену катіонітом, марки Ostion LGANB. Для реєстрації амінокислот у елюатах використовували метод детекції нінгідрином [8, 10]. Нінгідрин, взаємодіючи з аміногрупою амінокислоти, утворює сполуку гідридантин, що дає забарвлення при 560 нм (винят-

ком є сполучення з проліном і оксипроліном, що мають максимум поглинання при 440 нм).

Кількість мікромолей амінокислоти в досліджуваному зразку визначали за відношенням площі піка амінокислоти в досліджуваному зразку до площі піка цієї ж самої амінокислоти в розчині стандартної суміші амінокислот, що відповідає одному мікромолю кількості кожної амінокислоти. Помноживши кількість мікромолей на молекулярну масу амінокислоти, отримували відповідну кількість амінокислоти в міліграмах [8]:

$$X = \frac{S_{on} \cdot K \cdot Mv}{S_{cm}},$$

де S_{on} – площа піка амінокислоти в зразку;
 S_{cm} – площа піка амінокислоти в стандартній суміші;

K – коефіцієнт, що враховує масу і розведення зразка;

Mv – молекулярна маса амінокислоти.

Якісний склад амінокислот визначали, порівнюючи хроматограми стандартної і досліджуваної сумішей.

Біологічна цінність білків обумовлюється складом і вмістом незамінних амінокислот, її визначають шляхом порівняння амінокислотного складу досліджуваного білка за довідковою шкалою амінокислот гіпотетичного “ідеального” (“еталонного”) білка [4, 11]. FAO/WHO ввели показник біологічної цінності харчових білків – амінокислотний скор, що вказує на відсотковий вміст кожної амінокислоти відносно її вмісту в білку, який взято за стандарт (“ідеальний” білок) [4].

Амінокислотний скор кожної незамінної амінокислоти було розраховано за формулою:

$$C_j = \frac{AK_i}{AK_i^{etal}} \cdot 100,$$

де C_j – амінокислотний скор i -тої незамінної амінокислоти білка, %;

AK_i – вміст незамінної амінокислоти білка, мг/100 мг білка;

AK_i^{etal} – вміст незамінної амінокислоти в “ідеальному” білку, мг/100 мг “ідеального” білка [4, 12, 13].

Біологічну цінність білка лімітують ті амінокислоти, скор яких має значення, нижче 100 %, а амінокислота з найменшим скором є найбільш лімітованою.

Коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) показує середню величину надлишку амінокислотного скору незамінних амінокислот порівняно з найменшим рівнем скору будь-якої незамінної амінокислоти (надлишкова кількість незамінних амінокислот, що не використовуються на пластичні потреби) [4, 12, 13]. Його розраховують за формулою:

$$KPAС = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta PAC}{n},$$

де ΔPAC – розбіжність амінокислотного скору амінокислоти, яку розраховують за формулою:

$$\Delta PAC = C_i - C_{min},$$

де C_i – надлишок скору i -ої незамінної амінокислоти, %;

C_{min} – мінімальний із скорів незамінної амінокислоти досліджуваного білка відносно еталона, %;

n – кількість незамінних амінокислот.

Величину біологічної цінності (БЦ) визначають за формулою [4, 12, 13]:

$$БЦ = 100 - KPAС.$$

При цьому, чим меншою є величина КРАС, тим вища якість білка.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Результати визначення якісного складу та кількісного вмісту амінокислот у листі кабачків трьох сортів представлено на рисунках 1–3 і в таблиці 1. На хроматограмах наведено порядок виходу амінокислот: аспарагінова кислота, треонін, серин, глутамінова кислота, пролін, гліцин, аланін, валін, цистин, метіонін, ізолейцин, лейцин, тирозин, фенілаланін, γ -аміномасляна кислота (ГАМК), лізин, гістидин, аргінін.

За результатами досліджень, які наведено в таблиці 1, у листі кабачків трьох сортів було ідентифіковано 18 амінокислот. Їх амінокислотний профіль достатньо однорідний за складом: 7 незамінних амінокислот (лізин, треонін, валін, метіонін, фенілаланін, ізолейцин, лейцин), 3 напівзамінних (аргінін, тирозин, гістидин) та 8 замінних (аспарагінова, глутамінова та γ -аміномасляна кислоти, серин, гліцин, аланін, пролін, цистин).

Найбільший вміст суми амінокислот було визначено в листі кабачків жовтоплідних (16,103 мг/100 мг), а найменший – у листі кабачків білоплідних (10,782 мг/100 мг).

Як свідчать дані, наведені в таблиці 1, амінокислоти можна розташувати в такій послідовності за зменшенням їх вмісту в досліджуваних зразках:

- листя кабачків білоплідних – глутамінова кислота > аспарагінова кислота > лейцин > аланін > лізин > аргінін > гліцин > пролін > серин > треонін > тирозин > валін > ізолейцин > цистин > гістидин > ГАМК > метіонін;

- листя кабачків жовтоплідних – глутамінова кислота > аспарагінова кислота > лейцин > аланін > лізин > гліцин > аргінін > серин > пролін > валін > треонін > ГАМК > тирозин > ізолейцин > гістидин > метіонін > цистин;

• листя кабачків зеленоплідних – глутамінова кислота > аспарагінова кислота > лейцин > аланін > гліцин > лізин > аргінін > пролін > серин > валін > треонін > тирозин > ГАМК > ізолейцин > гістидин > метіонін > цистин.

Таким чином, в усіх досліджуваних об'єктах домінуючі амінокислоти не значно, але відрізняються. Встановлено, що в досліджуваній сировині у значній кількості містяться глутамінова й аспарагінова кислоти, лейцин, аргінін, лізин, гліцин, пролін, у незначній – гістидин, метіонін, цистин.

Викликає інтерес вміст лейцину, оскільки саме ця амінокислота впливає на накопичення в процесі онтогенезу дитерпенових глікозидів.

Вміст її в листі кабачків білоплідних становить 0,811 мг/100 мг (7,52 % від загальної суми амінокислот), кабачків жовтоплідних – 1,291 мг/100 мг (7,57 % від загальної суми амінокислот), кабачків зеленоплідних – 0,886 мг/100 мг (7,53 % від загальної суми амінокислот). Має значення також вміст аспарагінової кислоти – попередника лізину і донора аміногруп у біосинтезі замінних амінокислот, у досліджуваній сировині він становить 1,265, 1,871 та 1,267 мг/100 мг (11,73, 11,62 і 10,77 % від загальної суми амінокислот) відповідно. Фенілаланін і тирозин є вихідними сполуками в рослинах для біосинтезу речовин флавоноїдного комплексу. Вміст фенілаланіну в листі кабачків досліджуваних сортів становить

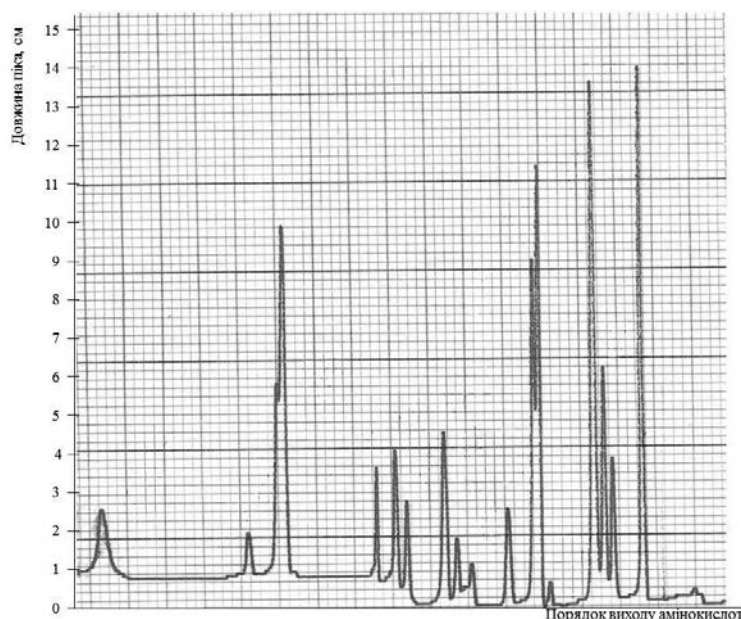


Рис. 1. Хроматограма суми амінокислот у листі кабачків білоплідних.

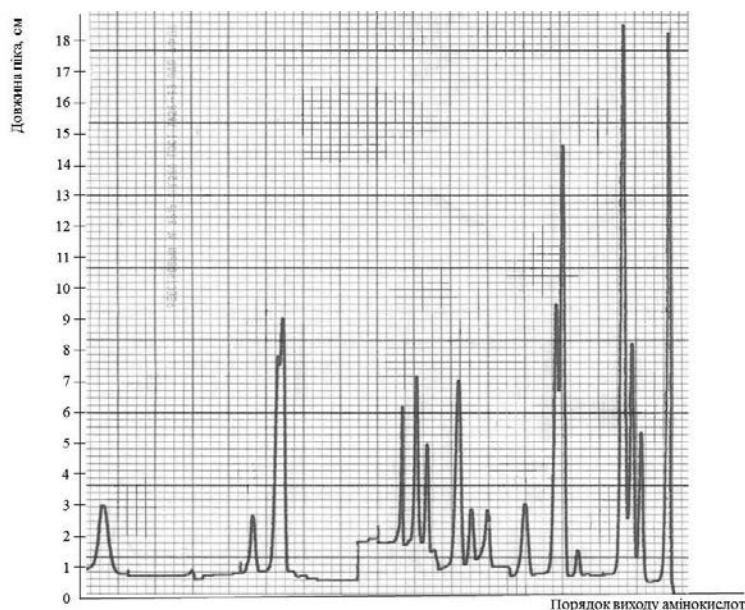


Рис. 2. Хроматограма суми амінокислот у листі кабачків жовтоплідних.

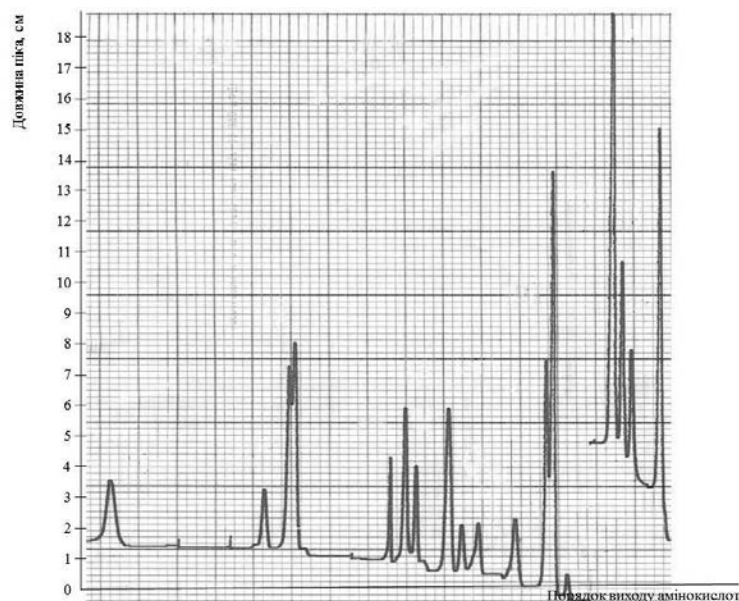


Рис. 3. Хроматограма суми амінокислот у листі кабачків зеленоплідних.

Таблиця 1 – Вміст амінокислот у листі кабачків трьох сортів у перерахунку на абсолютно суху сировину

Амінокислота	Вміст амінокислот у листі					
	кабачки білоплідні		кабачки жовтоплідні		кабачки зеленоплідні	
	мг/100 мг сировини	% від загальної суми амінокислот	мг/100 мг сировини	% від загальної суми амінокислот	мг/100 мг сировини	% від загальної суми амінокислот
Моноаміномонокарбонові кислоти						
Гліцин	0,568	5,27	0,942	5,85	0,746	6,34
Аланін	0,682	6,32	1,178	7,32	0,812	6,90
Валін*	0,333	3,09	0,631	3,92	0,475	4,04
Лейцин*	0,811	7,52	1,219	7,57	0,886	7,53
Ізолейцин*	0,306	2,84	0,422	2,62	0,296	2,52
Метіонін*	0,142	1,31	0,282	1,75	0,209	1,78
Серин	0,538	4,99	0,809	5,02	0,568	4,83
Треонін*	0,411	3,81	0,581	3,61	0,401	3,41
Цистин	0,302	2,80	0,154	0,96	0,167	1,42
Моноамінодикарбонові кислоти						
Аспарагінова кислота	1,265	11,73	1,871	11,62	1,267	10,77
Глутамінова кислота	2,251	20,88	3,200	19,87	2,410	20,48
ГАМК	0,188	1,74	0,533	3,31	0,333	2,83
Діамінокарбонові кислоти						
Аргінін	0,609	5,65	0,865	5,37	0,652	5,54
Лізин*	0,634	5,88	1,020	6,33	0,705	5,99
Ароматичні кислоти						
Тирозин	0,337	3,13	0,482	2,99	0,363	3,09
Фенілаланін*	0,656	6,08	0,805	5,00	0,602	5,11
Гетероциклічні кислоти						
Гістидин	0,198	1,84	0,307	1,91	0,256	2,18
Пролін	0,551	5,11	0,802	4,98	0,614	5,22
Сума незамінних амінокислот	3,491	32,38	5,267	32,71	3,830	32,56
Сума замінних амінокислот	7,291	67,62	10,836	67,29	7,932	67,44
Сума амінокислот	10,782	100,00	16,103	100,00	11,764	100,00

Примітка. * – незамінні амінокислоти.

0,656, 0,805 та 0,602 мг/100 мг (6,08, 5,00 і 5,11 % від загальної суми амінокислот) відповідно; тирозину – 0,337, 0,482 та 0,363 мг/100 мг (3,13, 2,99 і 3,09 % від загальної суми амінокислот) відповідно. Значний вміст цих амінокислот вказує на те, що листя кабачків має всі необхідні умови для біосинтезу речовин флавоноїдного комплексу. Глутамінова кислота стимулює пам'ять і мислення, бере участь у синтезі протеїну, підвищує витривалість, нейтралізує токсичні сполуки в організмі. Її вміст становить 2,251, 3,200 та 2,410 мг/100 мг (20,88, 19,87 і 20,48 % від загальної суми амінокислот) відповідно.

Однак найбільший інтерес для організму людини становлять незамінні амінокислоти. Їх вміст у досліджуваній сировині становить майже 1/3 від загальної суми амінокислот (32,38, 32,71 і 32,56 % відповідно). Серед незамінних амінокислот переважають лейцин, лізин, фенілаланін і треонін, у незначній кількості містяться гістидин та метіонін. Відомо, що лейцин сприяє синтезу білка в м'язах та печінці, відновним процесам у тканинах і перешкоджає руйнуванню білка м'язів [1–3]. Лізин – одна з найбільш дефіцитних амінокислот, необхідна для нормального формування кісток і росту дітей, сприяє засвоєнню кальцію, підтримує нормальний обмін азоту в дорослих, має противірусну дію, особливо відносно вірусів, що викликають герпес і гострі респіраторні інфекції. Треонін підтримує нормальний білковий баланс в організмі людини, впливає на процеси росту, бере участь в утворенні антитіл, підвищує імунний захист організму [1–3].

У таблиці 2 наведено розрахунки амінокислотного скору білка листя кабачків, який дозволяє отримати дані по кожній амінокислоті, ви-

значити першу лімітовану кислоту, розрахувати коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору і величину біологічної цінності білка в листі кабачків кожного з досліджуваних сортів. При цьому враховували суму сульфуровмісних амінокислот, тому що метіонін в організмі перетворюється на цистеїн, і суму ароматичних амінокислот, оскільки фенілаланін трансформується на тирозин.

Розрахований амінокислотний скор вказує на те, що білки листя кабачків усіх досліджуваних сортів є цінним джерелом лейцину та фенілаланіну, а листя кабачків жовто- і зеленоплідних – ще й валіну та лізину. Скор за цими амінокислотами відповідає "ідеальному" білку, тобто листя кабачків можна вважати джерелом цінних рослинних білків. Найменший показник амінокислотного скору було відзначено для валіну в листі кабачків білоплідних – 95,14 %, однак він є достатньо високим за шкалою адекватності "ідеальному" білку.

Розрахований амінокислотний скор не може повною мірою відобразити біологічну цінність білка, тому що не враховує його збалансованості за всіма незамінними амінокислотами. Тому для визначення біологічної цінності білка листя кабачків досліджуваних сортів було розраховано коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору білка. Встановлено, що найвищу біологічну цінність має білок листя кабачків зеленоплідних (80,60 %) та кабачків білоплідних (61,27 %). Ці сорти виявилися найбільш збалансованими за амінокислотним складом порівняно з листям кабачків жовтоплідних.

Аналізуючи якісний та кількісний склад незамінних амінокислот, слід відзначити, що вміст амінокислот у листі кабачків досліджуваних сортів дещо перевищує рівень FAO/WHO3.

Таблиця 2 – Оцінка якості білка (за амінокислотним скором і коефіцієнтом розбіжності амінокислотного скору) та його біологічна цінність у листі кабачків

Незамінна амінокислота	Еталон	Досліджувана сировина					
		листя кабачків білоплідних		листя кабачків жовтоплідних		листя кабачків зеленоплідних	
		С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС
Валін	0,35	95,14*	0,00	180,29	55,72	135,71	30,00
Лейцин	0,66	122,88	27,74	184,70	60,13	134,24	28,53
Ізолейцин	0,28	109,29	109,29	150,71	26,14	105,71*	0,00
Лізин	0,58	109,31	14,17	175,86	51,29	121,55	15,84
Метіонін+цистин	0,35	126,86	31,71	124,57*	0,00	107,43	1,72
Фенілаланін+тирозин	0,63	157,62	62,48	204,29	79,72	153,17	47,46
Треонін	0,34	120,88	25,74	170,88	46,31	117,94	12,23
Сума ΔРАС	–	–	271,12	–	319,31	–	135,80
КРАС	–	–	38,73	–	45,62	–	19,40
БЦ	–	–	61,27	–	54,38	–	80,60

Примітки:

1. * – перша лімітована кислота.

2. С – амінокислотний скор, %; ΔРАС – розбіжність амінокислотного скору, %; КРАС – коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, %; БЦ – біологічна цінність.

Таким чином, можна стверджувати, що листя кабачків є джерелом переважно повноцінних рослинних білків, проте вони недостатньо збалансовані за амінокислотним складом, що знижує їх біологічну цінність порівняно з тваринними білками. Але водночас відомо, що рослинні білки володіють цілим рядом переваг перед тваринними, і тому їх усе ширше застосовують у харчовій та фармацевтичній промисловості.

Одержані результати можна враховувати при розробці нових лікарських препаратів рослинного походження, що містять певний комплекс амінокислот.

ВИСНОВКИ. 1. Уперше проведено дослідження амінокислотного профілю листя кабачків трьох сортів: біло-, жовто- і зеленоплідних. У всіх досліджуваних зразках сировини було виявлено по 18 амінокислот. Їх амінокислотний профіль достатньо однорідний за складом: 7 незамінних амінокислот (лізин, треонін, валін, метіонін, фенілаланін, ізолейцин, лейцин), 3 напівзамінних (аргінін, тирозин, гістидин) та 8 замінних (аспарагінова, глутамінова і γ -аміномасляна кислоти, серин, гліцин, аланін, пролін, цистин).

2. Найбільший вміст суми амінокислот було визначено в листі кабачків жовтоплідних (16,103 мг/100 мг), а найменший – у листі кабачків білоплідних (10,782 мг/100 мг). В усіх зразках сировини домінують глутамінова й аспарагінова кислоти, у значній кількості містяться лейцин, лізин, аргінін, гліцин, пролін, у незначній – гістидин, метіонін, цистин.

3. Вміст у досліджуваній сировині суми незамінних амінокислот становить майже 1/3 від їх загальної суми (в листі кабачків білоплідних – 32,38 %, жовтоплідних – 32,71 %, зеленоплідних – 32,56 %). Серед незамінних амінокислот переважають лейцин, лізин, фенілаланін і треонін, у незначній кількості містяться гістидин та метіонін. Отже, за амінокислотним складом білок листя кабачків є повноцінним, оскільки до його складу входять усі незамінні амінокислоти.

4. Визначено біологічну цінність білка листя кабачків досліджуваних сортів за амінокислотним скором. Встановлено, що листя кабачків має достатньо високий показник амінокислотного скору за всіма незамінними амінокислотами і наближається до "ідеального" білка за вмістом валіну, лізину, лейцину та фенілаланіну. З'ясовано, що білок листя кабачків усіх досліджуваних сортів характеризується високою біологічною цінністю (54,38–80,60 %).

5. Результати проведених досліджень свідчать про досить високий і різноманітний вміст у листі кабачків амінокислот, які можуть поліпшувати збалансованість лікарських фітопрепаратів, дієтичних добавок на їх основі та дозволяють припустити наявність широкого спектра фармакологічної активності.

6. Одержані результати можна враховувати при розробці нових лікарських препаратів рослинного походження, що містять певний комплекс амінокислот.

Конфлікт інтересів. Автори підтверджують відсутність конфлікту інтересів у цій публікації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лысыков Ю. А. Аминокислоты в питании человека / Ю. А. Лысыков // Эксперим. и клинич. гастроэнтерология. – 2012. – № 2. – С. 88–105.
2. Нутриціологія : навч. посіб. / [Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, Т. А. Лазарєва та ін.]. – Х. : Світ Книг, 2013. – 560 с.
3. Павлоцька Л. Ф. Фізіологія харчування : підручник / Л. Ф. Павлоцька, Н. В. Дуденко, Є. Я. Левітін. – Суми : Унів. кн., 2011. – 473 с.
4. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. – Rome : FAO, 2013. – 66 p. Access mode : <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>
5. Lim T. K. Edible medicinal and non-medicinal plants. Vol. 2. Fruits / T. K. Lim. – Switzerland: Springer International Publishing, 2012. – 1113 p.
6. Fatty acid composition of vegetable marrows and zucchini leaves / О. О. Іосипенко, V. S. Kyslychenko, Z. I. Omelchenko, I. S. Burlaka // Pharmacia. – 2019. – 66 (4). – P. 201–207.
7. Іосипенко Е. А. Аминокислоты листьев кабачков / Е. А. Іосипенко, З. І. Омельченко, В. С. Кисли-

ченко // Научная дискуссия: актуальные вопросы, достижения и инновации в медицине : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов, посвященной "Годам развития села, туризма и народных ремесел (2019–2021)" (Душанбе, 19 апреля 2019 г.). – Душанбе, 2019. – С. 508–509.

8. Сорочан О. О. Методи аналізу амінокислот : навч.-метод. посіб. / О. О. Сорочан, Н. І. Штеменко. – Д. : РВВ ДНУ, 2005. – 60 с.

9. Волочай В. І. Вивчення амінокислотного складу трави галінсоги дрібноkwіткової та галінсоги вйчистої / В. І. Волочай, В. М. Ковальов // Запорозж. мед. журн. – 2012. – № 3 (72). – С. 44–46.

10. Использование нингидриновой реакции для количественного определения α -аминокислот в различных объектах : метод. рек. / А. В. Симонян, А. А. Саламатов, Ю. С. Покровская, А. А. Аванесян. – Волгоград : Изд-во ВолГМУ, 2007. – 106 с.

11. Махинько В. М. Формула еталонного білка: етапи розроблення і сучасні норми / В. М. Махинько, В. І. Дробот, І. О. Соколовська // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2017. – 23, № 2. – С. 208–216.

12. Дубініна А. А. Аналіз амінокислотного складу та біологічної цінності білка крупи із гречки різних сортів / А. А. Дубініна, С. О. Ленерт, Т. М. Попова // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 4 (4). – С. 55–61.

13. Сімахіна Г. Використання білка зеленої маси овочевих культур у харчових технологіях / Г. Сімахіна, Н. Науменко // Товари і ринки. – 2016. – № 1. – С. 208–221.

REFERENCES

1. Lysikov, Yu.A. (2012). Aminokisloty v pitanii cheloveka [Amino acids in human nutrition]. *Ekspierimtalnaya i klinicheskaya gastroenterologiya – Experimental and Clinical Gastroenterology*, 2, 88-105 [in Russian].

2. Dudenko, N.V., Pavlotska, L.F., Lazariyeva, T.A., Aleksandrov, O.V., Kovalenko, V.O., Skurykhyna, L.A., & Yevlash, V.V. (2013). *Nutrytsiologiya [Nutriciology]*. Kharkiv: Svit Knyh [in Russian].

3. Pavlotska, L.F., Dudenko, N.V., & Levitin, Ye.Ya. (2011). *Fiziologiya kharchuvannia [Physiology of nutrition]*. Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian].

4. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation*. Rome: FAO. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>

5. Lim, T.K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants. Vol. 2, Fruits*. Switzerland: Springer International Publishing.

6. Iosypenko, O.O., Kyslychenko, V.S., Omelchenko, Z.I., & Burlaka, I.S. (2019). Fatty acid composition of vegetable marrows and zucchini leaves. *Pharmacia*, 66 (4), 201-207.

7. Iosypenko, E. A., Omelchenko, Z.I., & Kislichenko, V. S. (2019). Aminokisloty listyev kabachkov [Amino acids of zucchini leaves]. *Abstracts of Papers XIV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i studentov, posvyashchonnoy "Godam razvitiya sela, turizma i narodnykh remesel (2019-2021)" Nauchnaya diskussiya: aktualnye voprosy, dostizheniya i innovatsii v medicine – Proceedings of the XIV International Scientific-practical Conference of Young Scientists and Students dedicated to "Years of development of the village, tourism and folk crafts (2019-2021)" Scientific discussion: current issues, achievements and innovations in medicine*. Dushanbe, April 19, 2019, (pp. 508-509) [in Russian].

8. Sorochan, O.O., & Shtemenko, N.I. (2005). *Metody analizu aminokyslot [Methods of amino acid analysis]*. Dnipro: RVV DNU [in Ukrainian].

9. Volochai, V. I., & Kovalov, V. M. (2012). Vyvchennia aminokyslotnoho skladu travy halinsohy dribnokvitkovoi ta halinsohy viichastoi [Study of amino acid composition of the herb *Galinsoga parviflora* and *Galinsoga ciliata*]. *Zaporozhskyy medytsynskyy zhurnal – Zaporozhye Medical Journal*, 3 (72), 44-46 [in Ukrainian].

10. Simonyan, A.V., Salamatov, A.A., Pokrovskaya, Yu.S., & Avanesyan, A.A. (2007). *Ispolzovanie ningidrinovoy reaktsii dlya kolichestvennogo opredeleniya α -aminokislot v razlichnykh obyektakh [The use of ninhydrin reaction for the quantitative determination of α -amino acids in various objects]*. Volgograd: Izdatelstvo VolGМУ [in Russian].

11. Makhynko, V.M., Drobot, V.I., & Sokolovska, I.O. (2017). Formula etalonnoho bilka: etapy rozroblennia i suchasni normy [The reference protein formula: stages of development and modern standards]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnologii – Scientific Works of the National University of Food Technologies*, 23 (2), 208-216 [in Ukrainian].

12. Dubinina, A.A., Lenert, S.O., & Popova, T.M. (2015). Analiz aminokyslotnoho skladu ta biolohichnoi tsinnosti bilka krupy iz hrechky riznykh sortiv [Analysis of the amino acid composition and biological value of buckwheat protein of different varieties]. *Tehnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva – Technology Audit and Production Reserves*, 4 (4), 55-61 [in Ukrainian].

13. Simakhina, H., & Naumenko, N. (2016). Vykorystannia bilka zelenoi masy ovochevykh kultur u kharchovykh tekhnolohiiakh [Using protein of overground part of plants in food technologies]. *Tovary i rynky – Commodities and Markets*, 1, 208-221 [in Ukrainian].

Е. А. Иосипенко, В. С. Кисличенко, З. И. Омельченко
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, ХАРЬКОВ

ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ КАБАЧКОВ

Резюме

Вступление. Растения являются источником почти 30 % аминокислот, которые находятся в свободном или связанном состоянии. Распространенность аминокислот в растениях, их высокая биологическая активность способствуют эффективному действию на организм как лекарственного сырья, так и препаратов из него.

Цель исследования – изучить качественный состав и определить количественное содержание аминокислот в листьях кабачков трех сортов для рационального использования при производстве фитопрепаратов или диетических добавок, прежде всего оздоровительного назначения.

Методы исследования. Общий аминокислотный состав определяли методом ионообменной жидкостно-колоночной хроматографии.

Результаты и обсуждение. Во всех исследуемых образцах сырья было обнаружено по 18 аминокислот. Их аминокислотный профиль достаточно однородный по составу: 7 незаменимых аминокислот, 3 полузаменимых и 8 заменимых. Наибольшее содержание суммы аминокислот определено в листьях кабачков желтоплодных (16,103 мг/100 мг), а наименьшее – в листьях кабачков белоплодных (10,782 мг/100 мг). Во всех образцах исследуемого сырья доминировали глутаминовая и аспарагиновая кислоты, в значительном количестве содержались лейцин, аланин, лизин, аргинин, глицин, пролин. Содержание в исследуемом сырье суммы незаменимых аминокислот составляло почти 1/3 от их общей суммы (в листьях кабачков белоплодных – 32,38 %, желтоплодных – 32,71 %, зеленоплодных – 32,56 %). Среди незаменимых аминокислот в значительном количестве содержались лейцин, лизин, фенилаланин и треонин. Установлено, что листья кабачков имеют достаточно высокий показатель аминокислотного сора по всем незаменимым аминокислотам и приближаются к "идеальному" белку по содержанию валина, лизина, лейцина и фенилаланина. Выяснено, что белок листьев кабачков всех исследуемых сортов характеризуется высокой биологической ценностью (61,27, 54,38 и 80,60 % соответственно).

Выводы. Методом ионообменной жидкостно-колоночной хроматографии изучено аминокислотный профиль листьев кабачков трех сортов. Установлено, что состав аминокислот достаточно однородный, а общее их содержание колеблется в пределах 10,782–16,103 мг/100 мг. Доминируют глутаминовая и аспарагиновая кислоты, в значительном количестве содержатся лейцин, аланин, лизин, аргинин, глицин, пролин. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о достаточно высоком и разнообразном содержании в листьях кабачков аминокислот, которые могут улучшать сбалансированность лекарственных фитопрепаратов, диетических добавок на их основе и позволяют предположить наличие широкого спектра фармакологической активности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: листья кабачков; аминокислоты; ионообменная жидкостно-колоночная хроматография; аминокислотный профиль.

O. O. Iosypenko, V. S. Kyslychenko, Z. I. Omelchenko
NATIONAL UNIVERSITY OF PHARMACY, KHARKIV

STUDY OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF ZUCCHINI LEAVES

Summary

Introduction. Plants are the source of almost 30 % of amino acids that are in the free or bound state. The prevalence of amino acids in plants and their high biological activity contribute to the effective action on the body of both medicinal raw materials and drugs from it.

The aim of the study – to learn the amino acid profile of zucchini leaves of three varieties.

Research Methods. The study of the amino acid composition of the raw material was carried out by ion-exchange liquid column chromatography.

Results and Discussion. 18 amino acids were detected in all tested samples of raw materials. Their amino acid profile is quite homogeneous in composition: 7 essential, 3 semi-essential and 8 replaceable amino acids. The highest content of the amount of amino acids was determined in the leaves of yellow zucchini (16.103 mg/100 mg), and the lowest content – in the leaves of white zucchini (10.782 mg/100 mg). Glutamic and aspartic acids dominate in all samples of raw materials; significant quantities contain leucine, alanine, lysine, arginine, glycine, and proline. The content of the amount of essential amino acids in the studied raw material is almost 1/3 of their total amount (32.38 %, 32.71 % and 32.56 %, respectively). Among the essential amino acids in the predominant amount are leucine, lysine, phenylalanine and threonine. It was found that zucchini leaves have a fairly high amino acid score for all essential amino acids and are close to the "reference" protein in terms of valine, lysine, leucine and phenylalanine. It was found that the protein of zucchini leaves of all studied varieties is characterized by high biological value (61.27 %, 54.38 and 80.60 %, respectively).

Conclusions. The amino acid profiles of zucchini leaves of three varieties were studied by ion-exchange liquid column chromatography. It was found that the amino acid composition is quite homogeneous, and the total content ranges from 10.782–16.103 mg/100 mg. Dominant are glutamic and aspartic acids, leucine, alanine, lysine, arginine, glycine, proline. The results of the studies indicate a sufficiently high and diverse content of amino acids in the leaves of zucchini, which can improve the balance of medicinal herbal preparations, dietary supplements based on them and suggest the presence of a wide range of pharmacological activity.

KEY WORDS: zucchini leaves; amino acids; ion exchange liquid column chromatography; amino acids profile.

Отримано 25.05.20

Адреса для листування: О. О. Іосипенко, Національний фармацевтичний університет, вул. Пушкінська, 53, Харків, 61002, Україна, e-mail: josya2005@gmail.com.