

УДК 615.454.1

DOI <https://doi.org/10.32782/umv-2024.2.16>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ АМІНОКИСЛОТ У ЛРС *SOLANUM TUBEROSUM* L.

Шевченко Є.П.

аспірантка кафедра хімії

Приватний вищий навчальний заклад «Київський медичний університет»

<http://orcid.org/0009-0004-9827-3185>

Середа П.І.

доктор медичних наук, кафедра фармацевтичної технології і біофармації

Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика

<http://orcid.org/0009-0005-6005-9615>

Науковий керівник: Гудзенко А.В.

доктор фармацевтичних наук, завідувач кафедри хімії

Приватний вищий навчальний заклад «Київський медичний університет»

<http://orcid.org/0000-0001-6015-2266>

Амінокислоти – це базові структурні одиниці білків, що відіграють ключову роль у функціонуванні клітин, обміні речовин, рості та розвитку організмів. У рослинному організмі амінокислоти є не лише складниками білків, а й активними учасниками метаболічних і адаптогенних процесів, вони беруть участь у синтезі гормонів і ферментів, виконують низку інших важливих функцій. У зв'язку із цим дослідження якісного та кількісного складу амінокислот у рослинних об'єктах дає можливість глибше зрозуміти фізіолого-біохімічні процеси, що відбуваються у клітинах, оцінити біологічну цінність амінокислот, визначити оптимальні шляхи використання рослинної сировини в харчуванні людини та для потреб медицини і фармації.

Ключові слова: амінокислоти, амінокислотний аналізатор, квітки, листя, паростки бульб, *Solanum tuberosum* L.

Вступ. Картопля (*Solanum tuberosum* L.) – одна з основних продовольчих культур у світі, яка за ботанічною характеристикою належить до родини пасльонових (Solanaceae). У нашій країні вирощують понад 100 сортів картоплі, з яких 66% вітчизняної селекції (переважно це результати наукових розробок Інституту картоплярства НААН України). Дані культурі належить значна частка у структурі посівних площ, вона є головним джерелом харчового крохмалю, білків і вітамінів. Її бульби споживаються в їжу, використовуються як сировина для одержання крохмалю, глюкози, спирту, молочної кислоти, які мають широке застосування в різних галузях, зокрема й у лікувальній практиці. У народній медицині картопля відома завдяки своїм властивостям, які сприяють поліпшенню функціонування шлунково-кишкового тракту, нирок, серцево-судинної системи та шкіри [4; 10].

Незважаючи на широке застосування картоплі як продукту харчування та цінної сировини, більшість досліджень зосереджені саме на її бульбах. Надземні органи – листя, квітки, а також паростки бульб картоплі – залишаються не досить вивченими з погляду їхнього хімічного складу, зокрема амінокислотного. Це сприяє науковому інтересу до вивчення надземних елементів рослини, які розглядаються як потенційно важливе джерело біологічно активних речовин з високою фармакологічною активністю. Аналіз амінокислотного складу надземних органів картоплі дає змогу не лише оцінити їхню потенційну харчову цінність, а й виявити характерні особливості метаболізму, зокрема біосинтезу амінокислот, які можуть виступати як біологічно активні речовини. Це має особливо велике значення для фармації, де природні джерела амінокислот і їхніх похідних розглядаються як перспективна сировина для створення фітозасобів, нутрицевтиків, дієтичних добавок, допоміжних речовин у складі лікарських засобів. Вивчення амінокислотного профілю різних частин рослини сприяє пошуку нових джерел БАР рослинного походження [3].

Мета роботи. Метою даного дослідження є проведення якісного та кількісного аналізу амінокислотного складу надземних частин картоплі, листя та квіток, а також паростків бульб картоплі.

Матеріали та методи дослідження. Для проведення досліджень була використана лікарська рослина сировина (далі – ЛРС) – листя, квітки та паростки бульб картоплі (*Solanum tuberosum* L.), заготовленої на дослідних ділянках Інституту картоплярства НААН України (село Немішаєве Київської області). Лікарську рослину сировину висушували методом тіньового повітряного сушіння. Визначення вмісту амінокислот проводили за методикою Штейна і Мура [8] із застосуванням автоматичного аналізатора амінокислот моделі ААА Т 339 виробництва Чехії.

Для гідролізу застосовували хлористоводневу кислоту. Процес гідролізу проводили так: на дно пробірки з вогнетривкого скла поміщали ретельно зважений зразок. Додавали 0,5 мл дистильованої води та 0,5 мл концентрованої хлористоводневої кислоти. Пробірку охолоджували в суміші сухого льоду й ацетону. Після заморожування вміст пробірки обробляли вакуумом для запобігання окисленню амінокислот. Після цього пробірку запаювали і ставили на 24 години в термостат за температури 106 °С. Після завершення гідролізу пробірку охолоджували, а вміст переносили у скляний бюкс, де висушували у вакуумі. Потім до висушеного зразка додавали 3–4 мл деіонізованої води та повторювали процес сушіння.

Зразок, підготовлений таким чином, розчиняли в 0,3-нормальному літій цитратному буфері (рН 2,2) і наносили на іонообмінну колонку автоматичного аналізатора амінокислот [6].

Принцип роботи автоматичного аналізатора амінокислот базується на безперервному потоці елюенту через хроматографічну колонку. Елюент із резервуара за допомогою дозуючого насоса пропускається через колонку, де до елюату постійно додається нінгідринний реактив. Суміш елюату та нінгідрину направляється в реактор, де підтримується температура 95–98 °С, а потім проходить через проточну кювету. Інтенсивність фарбування вимірюється фотоколориметричним методом. Сигнали фотоелемента підсилюються та реєструються самописним потенціометром у формі хроматограм. Площа піків на хроматограмі підраховується і порівнюється із площею піків амінокислот із відомою концентрацією.

Для визначення кількості амінокислот у зразку використовували стандартну суміш амінокислот із відомою концентрацією. Розрахунок мікромолей амінокислот проводиться за допомогою площі піків на хроматограмі. Кількість амінокислот у міліграмах визначали множенням мікромолів на молекулярну масу кожної амінокислоти.

Якісний склад амінокислотного складу зразка визначають шляхом порівняння хроматограм стандартної та досліджуваної суміші амінокислот [1; 3].

Результати та їх обговорення. Аналіз вмісту амінокислот у паростках бульб, листі та квітках картоплі показав значну різноманітність амінокислотного складу залежно від частини рослини. Детальний вміст амінокислот у кожному виді сировини наведений у таблиці 1.

За результатами аналізу в досліджуваних зразках рослинної сировини ідентифіковано 18 амінокислот, з яких 7 є незамінними (лізин, треонін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, фенілаланін). Загальний кількісний вміст амінокислот у квітках *Solanum tuberosum* L. становить 7,7638 мг/100 мг сухої сировини, у листі – 10,9508 мг/100 мг, а в паростках бульб 8,3729 мг/100 мг. Для кожного виду сировини характерною є наявність панівних амінокислот (амінокислотного профілю), співвідношення яких варіюється залежно від ЛРС. Відповідно до отриманих даних амінокислоти можна розташувати в такій послідовності за спаданням:

– паростки бульб *Solanum tuberosum* L.: пролін > аспарагінова кислота > глутамінова кислота > лізин > лейцин > аланін > серин > гліцин > фенілаланін > аргінін > треонін > тирозин > валін > гістидин > ізолейцин > ГАМК > метіонін > цистин.

Загальна кількість – 8,3729 мг/100 мг сировини;

– листя *Solanum tuberosum* L.: пролін > глутамінова кислота > аспарагінова кислота > лейцин > аланін > лізин > гліцин > фенілаланін > серин > аргінін > треонін > тирозин > валін > ізолейцин > гістидин > метіонін > ГАМК > цистин.

Загальна кількість – 10,9508 мг/100 мг сировини;

– квітки *Solanum tuberosum* L.: пролін > глутамінова кислота > аспарагінова кислота > лізин > аланін > лейцин > серин > гліцин > аргінін > фенілаланін > треонін > тирозин > валін > ізолейцин > гістидин > цистин > метіонін. Водночас загальний аналіз показав, що для всіх трьох рослинних об'єктів (листя, квітки, паростки бульб) панівними амінокислотами є пролін, глутамінова й аспарагінова кислоти.

Загальна кількість – 7,7638 мг/100 мг сировини.

Таблиця 1

Вміст амінокислот у надземних частинах картоплі

Амінокислота	Вміст амінокислот					
	Паростки бульб		Листя		Квітки	
	мг/100 мг	% від загальної кількості	мг/100 мг	% від загальної кількості	мг/100 мг	% від загальної кількості
Лізин	0,5217	6,23	0,5668	5,18	0,4734	6,10
Гістидин	0,1661	1,98	0,2242	2,05	0,1661	2,14
Аргінін	0,3093	3,69	0,4543	4,15	0,3190	4,11
ГАМК	0,1429	1,71	0,1352	1,23	0,1197	1,54
Аспарагінова кислота	0,9034	10,79	0,8093	7,39	0,8658	11,15
Треонін	0,3074	3,67	0,4115	3,76	0,2975	3,83
Серин	0,3741	4,47	0,4725	4,31	0,3819	4,92
Глутамінова кислота	0,8946	10,68	1,2285	11,22	1,3167	16,96
Пролін	2,3115	27,61	3,1050	28,35	1,3800	17,77
Гліцин	0,3711	4,43	0,5329	4,87	0,3789	4,88
Аланін	0,4254	5,08	0,6162	5,63	0,4665	6,01
Цистин	0,0929	1,11	0,0697	0,64	0,0929	1,20
Валін	0,2234	2,67	0,3638	3,32	0,2234	2,88
Метіонін	0,0980	1,17	0,1776	1,62	0,0796	1,03
Ізолейцин	0,157	1,88	0,2290	2,09	0,1743	2,24
Лейцин	0,4688	5,60	0,6757	6,17	0,4551	5,86
Тирозин	0,2751	3,29	0,3837	3,50	0,2606	3,36
Фенілаланін	0,3300	3,94	0,4950	4,52	0,3123	4,02
Сума	8,3729	100,00	10,9508	100,00	7,7638	100,00

У паростках бульб картоплі основними амінокислотами є пролін, аспарагінова та глутамінова кислоти. Кількісний вміст проліну становить 2,3115 мг/100 мг сировини (27,61% від загальної кількості амінокислот), що у 2,5 раза більше, ніж наступної за вмістом аспарагінової кислоти (0,9034 мг/100 мг, 10,79%). Такий високий рівень проліну, імовірно, пов'язаний із його роллю у стресових реакціях рослин, зокрема за обмеженого водопостачання або низьких температур під час проростання.

У листі картоплі також спостерігається найбільша кількість проліну, глутамінової та аспарагінової кислот. Пролін є панівною амінокислотою з вмістом 3,1050 мг/100 мг (28,35% від загальної кількості), що є найбільшим серед усіх частин рослини. Глутамінова кислота, хоча й охоплює значну частку (1,2285 мг/100 мг, 11,22%), значно поступається проліну. З огляду на те, що глутамінова кислота є важливим нейротрансмітером і має роль у метаболізмі азоту, її високий вміст свідчить про активний процес аміноутворення та транспорту азоту в рослині.

У квітках картоплі серед амінокислот найвищий вміст проліну (1,3800 мг/100 мг, 17,77%), глутамінової (1,3167 мг/100 мг, 16,96%) і аспарагінової кислот (0,8658 мг/100 мг, 11,15%). Пролін залишається важливою амінокислотою, хоча його вміст тут дещо менший, ніж у листі та паростках бульб.

Відмінності в амінокислотному складі різних частин рослини вказують на те, що кожна частина виконує специфічні функції, що потребують різної кількості та складу амінокислот. Паростки бульб картоплі зосереджують більше амінокислот для активного росту, листя підтримують фотосинтез та інші метаболічні процеси, а квітки потребують амінокислоти для репродуктивних функцій і розвитку насіння.

Висновки.

1. У всіх досліджуваних частинах *Solanum tuberosum* L. (листя, квітки, паростки бульб) виявлено 18 амінокислот, 7 із яких є незамінними. Найбільший кількісний сумарний пул амінокислот виявлено в листі рослини, який становить 10,9508 мг/100 мг сухої сировини; дещо менший загальний вміст амінокислот зафіксовано в паростках (8,3729 мг/100 мг), найменша кількість – у квітках (7,7038 мг/100 мг). Найбільша загальна кількість амінокислот виявлена в листі картоплі – 10,9508 мг/100 мг сировини. Дещо менший вміст амінокислот знайдено в паростках картоплі – 8,3729 мг/100 мг сировини.

Найменша кількість амінокислот виявлена у квітках – 7,7638 мг/100 мг сировини. Серед амінокислот, що домінують, ідентифікуються пролін, глютамінова й аспарагінова кислоти. Саме ці речовини кількісно переважали в усіх видах рослинної сировини.

2. Результати проведених досліджень свідчать про перспективність використання надземних частин і паростків бульб *Solanum tuberosum* L. як цінного рослинного джерела амінокислот.

Література

1. Grytsyk L.M., Grytsyk A.R., Sas I.A., Legin N.I., Kolyadjin T.I. Study of amino acid composition of *Betonica* L., *Sanicula* L. and *Astrantia* L. genera species. *The Pharma Innovation Journal*. 2016. № 5 (7). P. 46–48.
2. Mohamma S. Metabolism of amino acids and proteins: general nature of amino acids. *Project: Metabolism of Amino Acids and Proteins*. 2021. № 1. P. 1–17. DOI: 10.13140/RG.2.2.28135.57762.
3. Грицик А.Р., Мельник М.В. Дослідження амінокислотного та жирнокислотного складу трави рути садової. *Фармацевтичний часопис*. 2014. № 4. С. 24–26.
4. Гродзінський А.М. Лікарські рослини : енциклопедичний довідник. Київ : Гол. ред. УРЕ, 1989. 544 с.
5. Кобзар А.Я. Фармакогнозія в медицині : навчальний посібник. Київ : Медицина, 2007. 543 с.
6. Мінаєва В.О. Хроматографічний аналіз : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2013. 284 с.
7. Романенко К.О., Бабенко Л.М., Косаківська І.В. Роль амінокислот у регуляції стресостійкості культурних злакових рослин. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. Т. 54. № 3. С. 251–269. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2022_54_3_6.
8. Сорочан О.О., Штеменко Н.І. Методи аналізу амінокислот : навчально-методичний посібник. Дніпропетровськ : РВВ ДНУ, 2005. 60 с.
9. Тартинська .Г.С, Журавель І.О., Кисличенко В.С., Гуцол В.В., Мартинов А.В. Дослідження амінокислотного складу трави ячменю звичайного і жита посівного. *Medical and Clinical Chemistry*. 2021. № 2. С. 98–103. DOI: 10.11603/mcch.2410-681x.2021.i2.12246.
10. Фурдига М.М., Верменко Ю.Я., Сонець Т.Д. Споживчі властивості різних сортів картоплі. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13. № 1. С. 100–106. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2017_13_1_16.

STUDY OF THE QUALITATIVE COMPOSITION AND DETERMINATION OF THE QUANTITATIVE CONTENT OF AMINO ACIDS IN MEDICINAL PLANT MATERIALS OF *SOLANUM TUBEROSUM* L.

Shevchenko Ye.P.

Private Higher Educational Establishment “Kyiv Medical University”

Sereda P.I.

Shupyk National Healthcare University of Ukraine

Gudzenko A.V.

Private Higher Educational Establishment “Kyiv Medical University”

Amino acids are the basic building blocks of proteins that play a key role in cell function, metabolism, growth and development of organisms. In the plant organism, amino acids are not only components of proteins, but also active participants in metabolic and adaptogenic processes; they participate in the synthesis of hormones and enzymes, and perform a number of other important functions. In this regard, the study of the qualitative and quantitative composition of amino acids in plant objects provides an opportunity to better understand physiological and biochemical processes, to assess the biological value of amino acids, to determine the optimal ways of using plant materials in human nutrition and for the needs of medicine and pharmacy.

Key words: amino acids, amino acid analyzer, flowers, leaves, tuber sprouts, *Solanum tuberosum* L.