

С. М. Марчишин, С. М. Жилияєва, Л. В. Слободянюк, Л. О. Кравчук  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО  
МОЗ УКРАЇНИ

## ДОСЛІДЖЕННЯ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ СИРОВИНИ ЩАВНАТУ МЕТОДОМ ГАЗОВОЇ ХРОМАТО-МАС-СПЕКТРОМЕТРІЇ

**Вступ.** Щавнат (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* Losinsk.) – цінний генофонд нової культури, міжвидовий гібрид щавлю шпинатного зі щавлем тянь-шанським, який одержали в результаті селекційної роботи в 90-х роках ХХ ст. науковці відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ). Це цінна кормова, овочева, харчова, лікарська рослина. Він має також важливе значення як біоенергетична рослина. Враховуючи те, що щавнат на сьогодні вивчено мало, актуальним є його фітохімічне дослідження.

**Мета дослідження** – встановити і визначити кількісний вміст індивідуальних амінокислот у сировині досліджуваної рослини.

**Методи дослідження.** Матеріалом для досліджень були стебла, квітки, листки, корені та насіння щавнату сорту Київський Ультра, який заготовляли під час цвітіння рослин у 2022 р. на дослідних ділянках відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ). Якісний склад і кількісний вміст амінокислот визначали на газовій хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973inert ("Agilent technologies", США).

**Результати й обговорення.** Результати досліджень показали, що у щавнату листках та насінні ідентифіковано по 14 зв'язаних і по 13 вільних амінокислот, у коренях – 16 зв'язаних та 11 вільних, у стеблах – 11 зв'язаних і 7 вільних, у суцвіттях – 12 зв'язаних та 5 вільних. Найбільший сумарний вміст вільних амінокислот виявлено в насінні рослини (29,69 мг/г), дещо менший – у щавнату листках (24,93 мг/г) і найменший – у стеблах (1,06 мг/г). У всіх досліджуваних об'єктах, окрім стебел, виявлено в значній кількості з вільних амінокислот L-пролін. Найбільший сумарний вміст зв'язаних амінокислот встановлено у щавнату листках (89,55 мг/г), дещо менший – у насінні й суцвіттях (70,03 і 62,96 мг/г відповідно). Незначну сумарну кількість зв'язаних амінокислот виявлено у щавнату коренях та стеблах (29,33 і 7,44 мг/г відповідно).

**Висновки.** Встановлено якісний склад і визначено кількісний вміст вільних та зв'язаних амінокислот щавнату листків, насіння, коренів, стебел і суцвітть. У щавнату листках та насінні виявлено по 14 зв'язаних і по 13 вільних амінокислот, у коренях – 16 зв'язаних та 11 вільних, у стеблах – 11 зв'язаних і 7 вільних, у суцвіттях – 12 зв'язаних та 5 вільних. З вільних амінокислот у листках та насінні домінували фенілаланін і L-валін відповідно, в коренях – L-лізин та L-валін, у суцвіттях – L-аспарагінова кислота, в стеблах – гліцин. Зі зв'язаних амінокислот у щавнату листках переважали за кількісним вмістом L-лейцин, L-пролін та L-аспарагінова кислота, в насінні – L-лейцин і L-аспарагінова кислота, в коренях – L-фенілаланін та L-триптофан, у стеблах – L-аспарагінова кислота і L-пролін, у суцвіттях – L-лейцин та L-фенілаланін.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: щавнат; амінокислоти; газова хромато-мас-спектрометрія.

ВСТУП. Щавнат (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* Losinsk.) – цінний генофонд нової культури, міжвидовий гібрид щавлю шпинатного зі щавлем тянь-шанським (рис. 1), який одержали в результаті селекційної роботи в 90-х роках ХХ ст. науковці відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ). Сьогодні він не має аналогів у світі та в Україні, назву "щавнат" узаконено, вона пройшла апробацію в численних науко-

© С. М. Марчишин, С. М. Жилияєва, Л. В. Слободянюк, Л. О. Кравчук, 2023.

вих публікаціях, і у 2006 р. її було занесено до Державного реєстру сортів рослин України [1, 2].

Щавнат – цінна кормова, овочева, харчова, лікарська рослина. Він має важливе значення як біоенергетична рослина, біомасу якої використовують як сировину для виробництва біонафти, біогазу, біоетанолу або твердого біопалива [3]. У 2005 р. щавнат було зареєстровано в ЄС як енергетичну рослину.

Щавнат має добрі смакові якості, його можна використовувати в дієтичному і дитячому харчуванні [1]. Він є джерелом рослинного біологічно



Рис. 1. Щавнат (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* Losinsk.).

цінного білка, макро- та мікроелементів, вітамінів, органічних кислот, ліпідів, каротинів, має високу калорійність. Особливо цінним у щавнату є високий вміст у листках аскорбінової кислоти і каротину [2].

Щавнат рекомендують у вигляді дієтичних добавок при залізодефіцитній анемії, інтоксикації хімічними речовинами, атеросклерозі, гіповітамінозі С і А та інших захворюваннях. Розроблено понад 30 рецептур для громадського харчування – холодних закусок, перших і других страв, десерту та напоїв на основі щавнату [4–6].

Враховуючи те, що щавнат на сьогодні є маловивченою рослиною, актуальне його фітохімічне дослідження.

Мета дослідження – встановити і визначити кількісний вміст індивідуальних амінокислот у сировині досліджуваної рослини.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Матеріалом для досліджень були стебла, квітки, листки, корені та насіння щавнату сорту Київський Ультра, який заготовляли під час цвітіння рослин у 2022 р. на дослідних ділянках відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ).

Якісний склад і кількісний вміст амінокислот визначали на газовій хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973inert (“Agilent technologies”, США). Використовували колонку капілярну HP-5ms (30 m×0,25 mm×0,25 μm, “Agilent technologies”, США). Температура випарувача становила 250 °С, температура інтерфейсу – 280 °С. Розділення здійснювали в режимі програмування температури: початкову температуру 50 °С витримували впродовж 4 хв, підвищували температуру з градієнтом 5 °С/хв до 300 °С, кінцеву температуру витримували протягом 5 хв. Пробу об’ємом 1 мкл вводили в режимі поділу потоку 1:50. Детектування виконували в режимі SCAN у діапазоні 38–400 m/z. Швидкість потоку газу-носія через колонку становила 1,0 мл/хв.

Ідентифікацію амінокислот проводили шляхом порівняння часу утримання стандартів амінокислот та за наявності репрезентативних молекулярних і фрагментарних іонів (табл. 1).

Таблиця 1 – Час утримання стандартів амінокислот, наявність репрезентативних молекулярних і фрагментарних іонів

Амінокислота	Час утримання, хв	Молекулярний іон, m/z	Головні фрагментарні іони, m/z
Гліцин	14,75	147	88
Аланін	14,75	161	102, 88
Валін	18,54	189	146, 130, 115, 98
Лейцин	20,75	203	144, 115, 102, 88
Ізолейцин	21,87	203	144, 115, 101, 88
Треонін	21,28	205	147, 115, 100, 88
Пролін	21,97	187	128, 84
Аспарагін	22,09	262	146, 127, 95
Аспарагінова кислота	23,97	219	160, 128, 118, 101
Серин	21,04	191	176, 144, 114, 100, 88
Глутамін	31,9	276	141, 109, 82
Глутамінова кислота	26,88	233	201, 174, 142, 114
Метіонін	27,14	221	147, 128, 115
Цистеїн	29,18	192	192, 176, 158, 146, 132
Фенілаланін	29,73	237	178, 162, 146, 131, 103, 91
Лізин	35,93	276	244, 212, 142, 88
Гістидин	37,08	285	254, 226, 210, 194, 140, 81
Тирозин	38,91	296	252, 236, 220, 192, 165, 146, 121
Триптофан	42,09	276	130

Кількісний вміст визначали шляхом додавання внутрішнього стандарту – нор-валіну (75 мкг/зразок). Вміст зв'язаних амінокислот визначали шляхом віднімання від їх загального вмісту вмісту вільних амінокислот [7, 8].

**РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ.** Амінокислоти є важливими біологічно активними речовинами, які мають різну біологічну активність [9–12].

Результати досліджень показали, що у щавнату листках (рис. 1, 2) та насінні (рис. 3, 4) ідентифіковано по 14 зв'язаних і по 13 вільних амінокислот, у коренях – 16 зв'язаних та 11 вільних (рис. 5, 6), у стеблах – 11 зв'язаних і 7 вільних (рис. 7, 8), у суцвіттях – 12 зв'язаних та 5 вільних (рис. 9, 10, табл. 2).

Аналіз вмісту амінокислот у досліджуваній сировині щавнату показав, що найбільший су-

марний вміст вільних амінокислот виявлено в насінні рослини (29,69 мг/г), дещо менший – у щавнату листках (24,93 мг/г) і найменший – у стеблах (1,06 мг/г). У всіх досліджуваних об'єктах, окрім стебел, виявлено в значній кількості з вільних амінокислот L-пролін. Відомо, що ця амінокислота сприяє стабілізації субклітинних структур (наприклад, мембран та білків), нейтралізації вільних радикалів і буферизації окисно-відновного потенціалу клітин за умов стресу [13].

З вільних амінокислот у щавнату листках та насінні також домінували L-феніланін (7,64 і 5,98 мг/г) та L-валін (4,52 і 4,44 мг/г), у коренях – L-лізин та L-валін (2,01 і 1,57 мг/г), у суцвіттях – L-аспарагінова кислота (0,50 мг/г). У стеблах домінуючою амінокислотою був гліцин, вміст якого становив 0,25 мг/г.

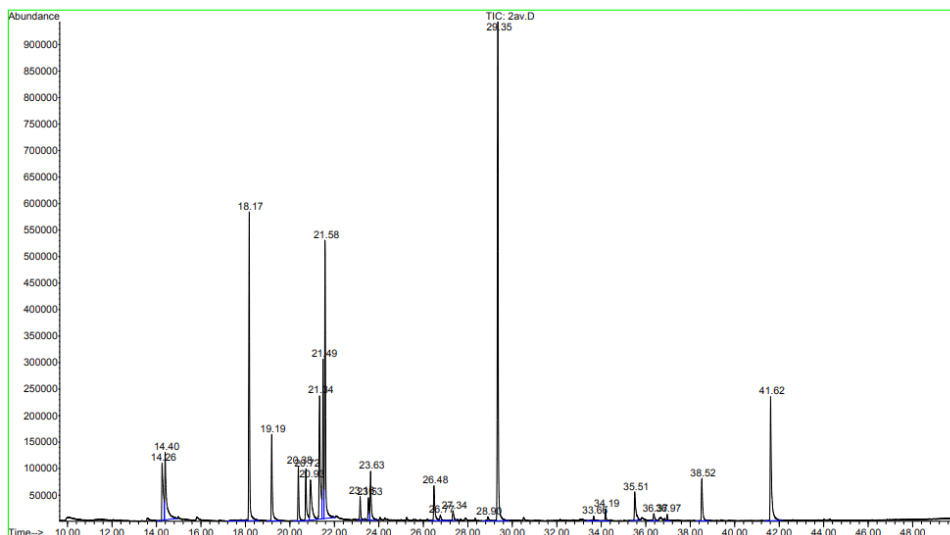


Рис. 1. Хроматограма (ГХ/МС) вільних амінокислот у щавнату листках.

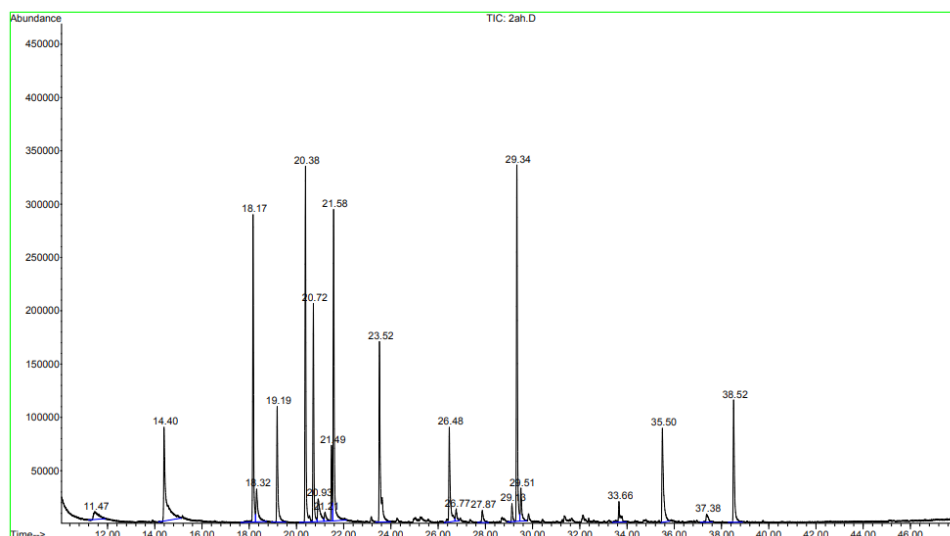


Рис. 2. Хроматограма (ГХ/МС) амінокислот після гідролізу в щавнату листках.

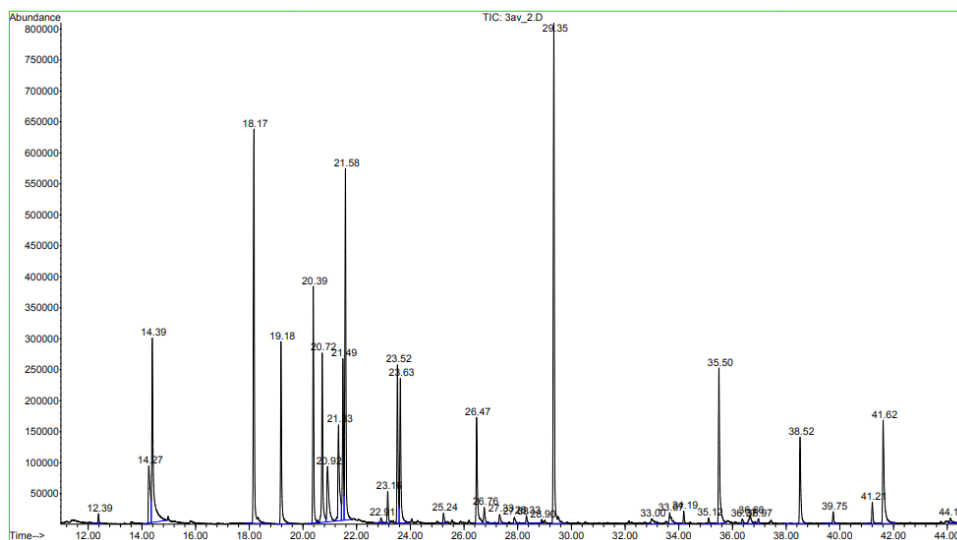


Рис. 3. Хроматограма (ГХ/МС) вільних амінокислот у щавнату насінні.

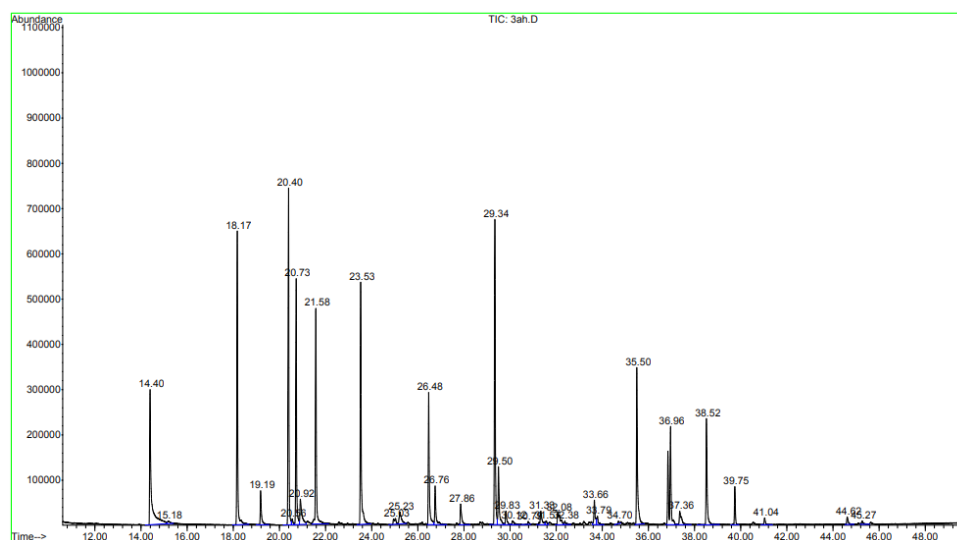


Рис. 4. Хроматограма (ГХ/МС) амінокислот після гідролізу в щавнату насінні.

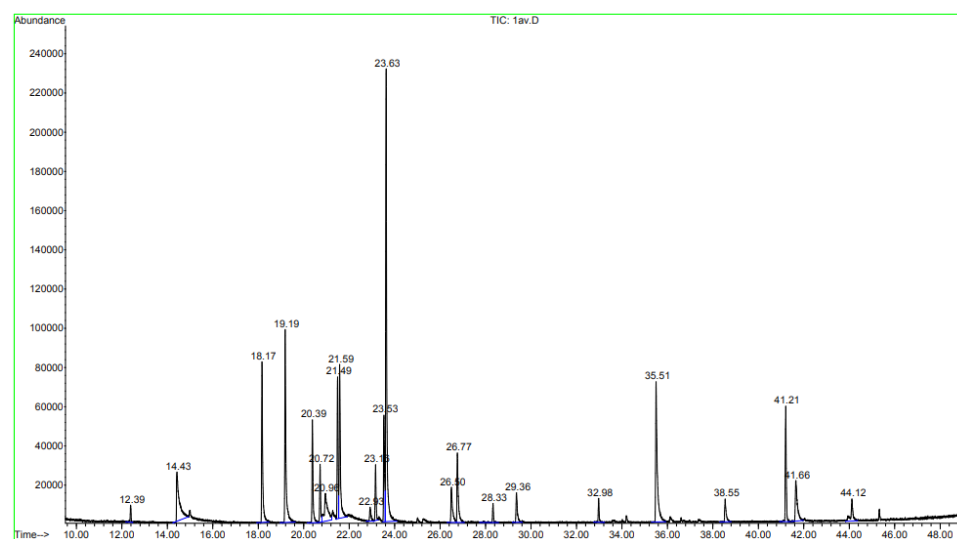


Рис. 5. Хроматограма (ГХ/МС) вільних амінокислот у щавнату коренях.

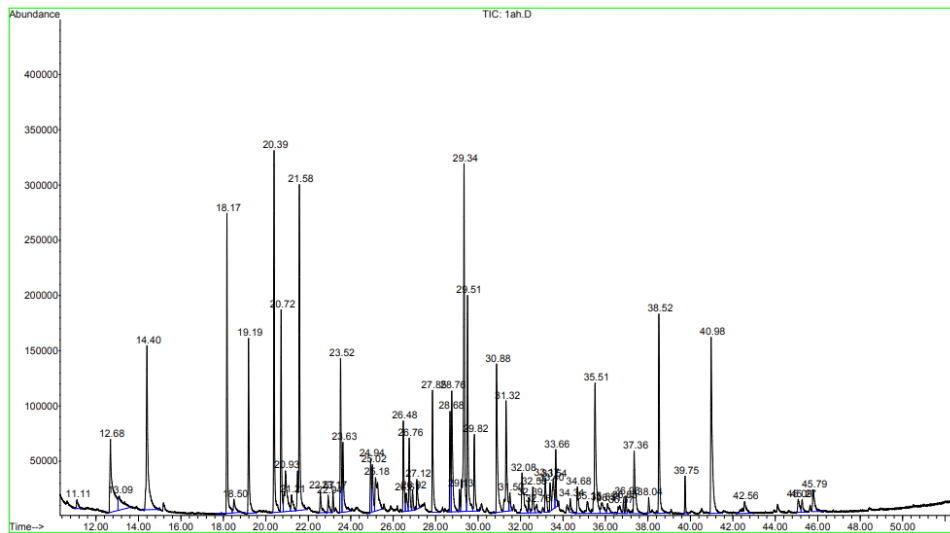


Рис. 6. Хроматограма (ГХ/МС) амінокислот після гідролізу в щавнату коренях.

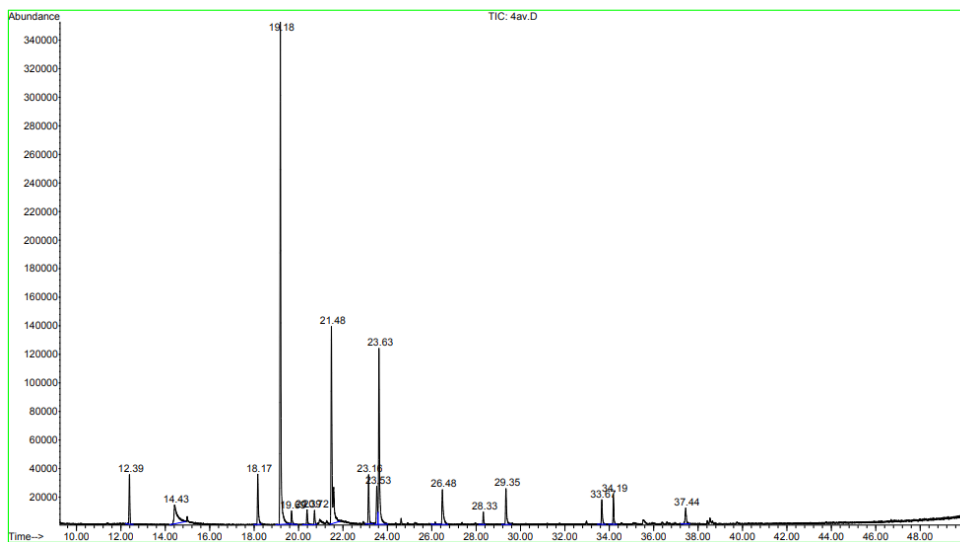


Рис. 7. Хроматограма (ГХ/МС) вільних амінокислот у щавнату стеблах.

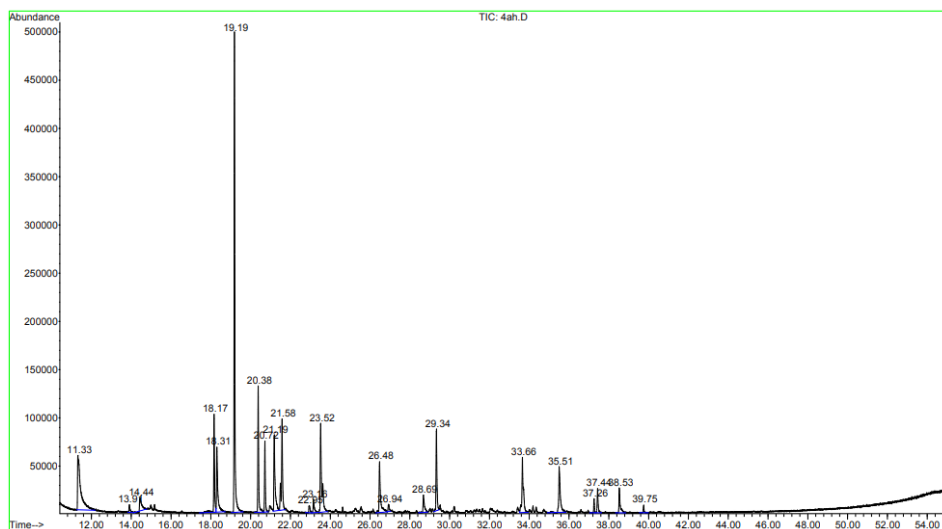


Рис. 8. Хроматограма (ГХ/МС) амінокислот після гідролізу в щавнату стеблах.

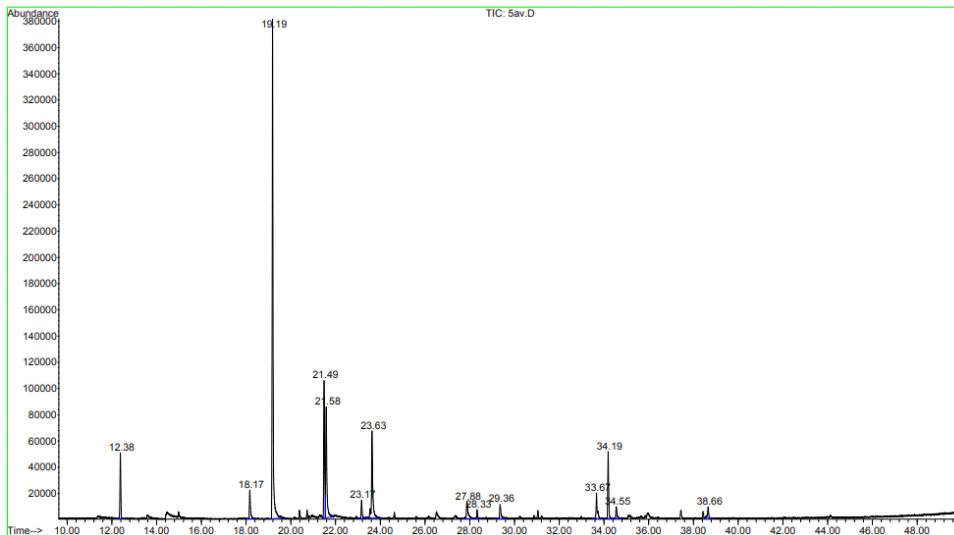


Рис. 9. Хроматограма (ГХ/МС) вільних амінокислот у щавнату суцвіттях.

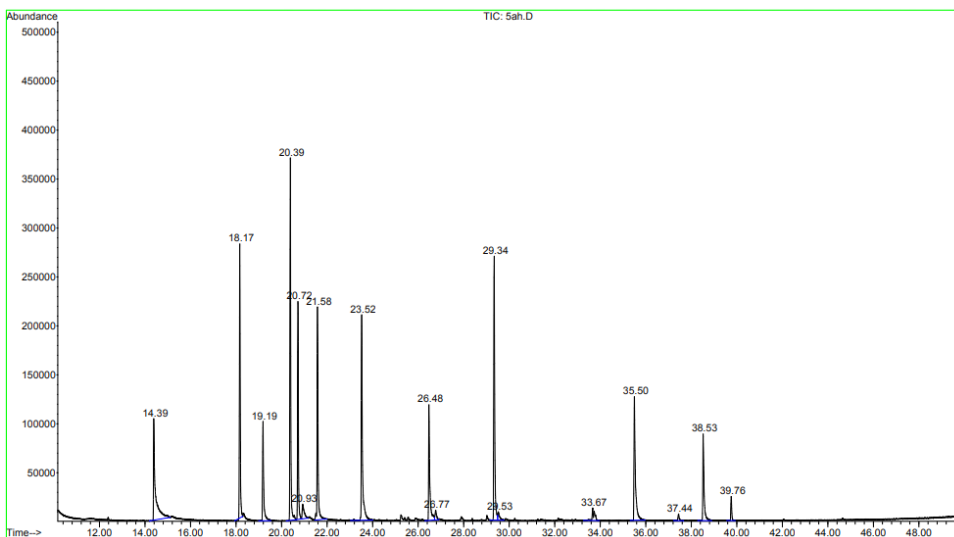


Рис. 10. Хроматограма (ГХ/МС) амінокислот після гідролізу в щавнату суцвіттях.

Найбільший сумарний вміст зв'язаних амінокислот встановлено у щавнату листках (89,55 мг/г), де домінували такі амінокислоти, як L-пролін (10,78 мг/г), L-аспарагінова кислота (10,10 мг/г) і незамінна амінокислота L-валін (8,94 мг/г). Дещо менший сумарний вміст амінокислот спостерігали у щавнату насінні й суцвіттях (70,03 і 62,96 мг/г відповідно). В обох досліджуваних об'єктах за кількісним вмістом переважала незамінна амінокислота L-лейцин, вміст якої становив 10,68 та 9,65 мг/г відповідно.

Окрім L-лейцину, в щавнату насінні зі зв'язаних амінокислот у значній кількості виявлено L-аспарагінову кислоту (9,07 мг/г), у суцвіттях – L-фенілаланін (7,91 мг/г).

Незначну сумарну кількість зв'язаних амінокислот виявлено у щавнату коренях та стеблах (29,33 і 7,44 мг/г відповідно). У коренях доміну-

вали такі амінокислоти, як L-фенілаланін (5,22 мг/г) та L-триптофан (3,87 мг/г), у стеблах – L-аспарагінова кислота (1,09 мкг/мг) і L-пролін (1,02 мг/г).

У щавнату листках та насінні зі зв'язаних не виявлено по 4 амінокислоти – L-триптофану, L-гістидину, L-глутаміну і L-аспарагіну (листки); L-ізолейцину, L-гістидину, L-глутаміну та L-аспарагіну (насіння). У коренях не виявлено L-цистеїну і L-аспарагіну, в стеблах – 7 амінокислот (L-ізолейцину, L-аспарагіну, L-метіоніну, L-цистеїну, L-глутаміну, L-гістидину, L-триптофану), в суцвіттях – 6 (L-ізолейцину, L-аспарагіну, L-цистеїну, L-глутаміну, L-гістидину, L-триптофану).

У щавнату листках та насінні з вільних не виявлено по 5 амінокислот – L-триптофану, L-гістидину, L-глутаміну, L-аспарагіну і L-глутамінової кислоти (листки); L-ізолейцину,

Таблиця 2 – Амінокислотний склад сировини цвавнату

Амінокислоти	Вміст амінокислот, мг/г																	
	ЩЛ			ЩН			ЩК			ЩСТ			ЩС					
	сума	вільні	зв'язані	сума	вільні	зв'язані	сума	вільні	зв'язані	сума	вільні	зв'язані	сума	вільні	зв'язані			
Гліцин	9,75± 0,02	1,89± 0,02	7,86± 0,02	9,85± 0,02	3,02± 0,01	6,83± 0,03	3,88± 0,03	1,27± 0,02	2,61± 0,02	0,27± 0,02	0,25± 0,01	0,02± 0,01	5,96± 0,02	н/в	0,02± 0,01	5,96± 0,02		
L-валін*	13,60± 0,02	4,52± 0,01	8,94± 0,02	11,61± 0,02	4,44± 0,02	7,17± 0,03	3,73± 0,02	1,57± 0,01	2,16± 0,01	0,87± 0,02	0,20± 0,01	0,67± 0,02	7,06± 0,02	0,13± 0,01	0,02± 0,01	6,23± 0,02		
Норвалін																		
L-лейцин*	15,23± 0,02	0,80± 0,01	14,43± 0,05	13,08± 0,02	2,40± 0,02	10,68± 0,05	4,43± 0,02	0,95± 0,02	3,48± 0,03	1,08± 0,02	0,06± 0,01	1,02± 0,02	9,65± 0,02	н/в	0,02± 0,01	9,65± 0,02		
L-серин	9,33± 0,04	0,90± 0,01	8,43± 0,02	9,39± 0,02	2,01± 0,02	7,38± 0,02	2,42± 0,02	0,52± 0,01	1,90± 0,01	0,58± 0,02	0,05± 0,01	0,53± 0,01	5,94± 0,02	н/в	0,01± 0,01	5,94± 0,02		
L-треонін*	2,55± 0,02	1,26± 0,02	1,29± 0,01	2,13± 0,02	1,15± 0,02	0,98± 0,01	1,51± 0,02	0,87± 0,02	0,64± 0,02	н/в	н/в	н/в	0,94± 0,02	н/в	н/в	0,94± 0,02		
L-ізолейцин*	1,70± 0,02	1,51± 0,03	0,19± 0,01	н/в	н/в	н/в	0,45± 0,01	н/в	0,45± 0,01	0,93± 0,01	н/в	0,93± 0,01	н/в	н/в	н/в	н/в		
L-пролін	15,12± 0,02	4,35± 0,02	10,77± 0,05	9,45± 0,05	4,00± 0,02	5,45± 0,03	4,94± 0,02	1,76± 0,02	3,18± 0,03	1,02± 0,01	н/в	1,02± 0,01	6,70± 0,02	0,58± 0,02	0,02± 0,01	6,12± 0,02		
L-аспарагін	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в		
L-аспарагінова кислота	10,48± 0,02	0,38± 0,02	10,10± 0,05	10,80± 0,02	1,74± 0,01	9,06± 0,02	2,12± 0,02	1,03± 0,01	1,09± 0,02	1,25± 0,01	0,16± 0,01	1,09± 0,01	7,46± 0,02	0,50± 0,01	0,02± 0,01	6,96± 0,02		
L-глутамінова кислота	5,96± 0,02	н/в	5,96± 0,02	5,76± 0,03	1,44± 0,02	4,32± 0,02	0,41± 0,02	н/в	0,41± 0,02	0,71± 0,02	0,18± 0,01	0,53± 0,02	4,25± 0,02	н/в	н/в	4,25± 0,02		
L-метіонін*	0,75± 0,02	0,13± 0,01	0,62± 0,02	2,12± 0,02	0,25± 0,02	1,87± 0,02	1,08± 0,01	1,85± 0,01	0,23± 0,01	н/в	н/в	н/в	0,44± 0,02	н/в	н/в	0,44± 0,02		
L-цистеїн	0,54± 0,02	0,10± 0,01	0,44± 0,01	0,04± 0,02	0,03± 0,01	0,01± 0,02	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в		
L-фенілаланін*	16,23± 0,05	7,64± 0,02	8,59± 0,04	12,63± 0,05	5,98± 0,02	6,65± 0,05	5,59± 0,02	0,37± 0,01	5,22± 0,01	0,74± 0,02	0,16± 0,01	0,58± 0,02	7,99± 0,02	0,08± 0,01	0,02± 0,01	7,91± 0,02		
L-глутамін	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	0,32± 0,02	н/в	0,32± 0,01	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в		
L-лізін*	6,74± 0,03	0,67± 0,02	6,07± 0,02	7,26± 0,04	2,08± 0,02	5,18± 0,02	3,05± 0,02	2,08± 0,02	0,97± 0,01	0,73± 0,02	н/в	0,73± 0,02	5,35± 0,02	н/в	н/в	5,35± 0,02		
L-тісидин	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	0,17± 0,01	н/в	0,17± 0,01	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в		
L-тирозин	6,64± 0,04	0,78± 0,02	5,86± 0,02	5,23± 0,04	1,15± 0,02	4,08± 0,03	2,92± 0,02	0,29± 0,02	2,63± 0,01	0,32± 0,01	н/в	0,32± 0,01	3,27± 0,01	0,06± 0,01	0,01± 0,01	3,21± 0,01		
L-триптофан	н/в	н/в	н/в	0,37± 0,01	н/в	0,37± 0,02	3,87± 0,02	н/в	3,87± 0,01	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в		

Примітки:

- \* – незамінні амінокислоти.
- н/в – не виявлено.
- ЩЛ – цвавнату листя, ЩН – цвавнату насіння, ЩК – цвавнату корені, ЩСТ – цвавнату стебла, ЩС – цвавнату суцвіття.

L-аспарагіну, L-гістидину, L-глутаміну та L-триптофану (насіння). У коренях не виявлено 7 вільних амінокислот, у стеблах – 11, у суцвіттях – 13. У цих трьох об'єктах відсутні такі вільні амінокислоти, як L-ізолейцин, L-аспарагін, L-цистеїн, L-глутамін, L-гістидин і L-триптофан. Окрім того, у щавнату коренях та суцвіттях не виявлено L-глутамінової кислоти, в стеблах і суцвіттях – L-треоніну, L-проліну, L-метіоніну, L-лізину. В стеблах також не виявлено L-тирозину, в суцвіттях – гліцину, L-лейцину, L-серину та L-аспарагінової кислоти.

Результати аналізу свідчать про те, що досліджувані об'єкти щавнату характеризуються неоднаковим амінокислотним складом та відрізняються за кількісним вмістом амінокислот.

**ВИСНОВКИ.** 1. Встановлено якісний склад і визначено кількісний вміст вільних та зв'язаних

амінокислот щавнату листків, насіння, коренів, стебел і суцвітть.

2. У щавнату листках та насінні виявлено по 14 зв'язаних і по 13 вільних амінокислот, у коренях – 16 зв'язаних та 11 вільних, у стеблах – 11 зв'язаних і 7 вільних, у суцвіттях – 12 зв'язаних та 5 вільних.

3. З вільних амінокислот у листках та насінні домінували фенілаланін і L-валін відповідно, в коренях – L-лізин та L-валін, у суцвіттях – L-аспарагінова кислота, в стеблах – гліцин.

4. Зі зв'язаних амінокислот у щавнату листках переважали за кількісним вмістом L-лейцин, L-пролін та L-аспарагінова кислота, в насінні – L-лейцин і L-аспарагінова кислота, в коренях – L-фенілаланін та L-триптофан, у стеблах – L-аспарагінова кислота і L-пролін, у суцвіттях – L-лейцин та L-фенілаланін.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рахметов Д. Б. Сортове різноманіття щавнату (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* A. Los.) та напрями його використання / Д. Б. Рахметов, С. О. Рахметова // Інтродукція рослин. – 2006. – № 1. – С. 11–16.

2. Бажай-Жежерун С. А. Харчова цінність щавнату / С. А. Бажай-Жежерун, Д. Б. Рахметов // Харчова промисловість. – 2014. – № 16. – С. 15–19.

3. Energy content of hybrid *Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* A. Los. (*Rumex* OK 2) samples from autumn months / D. Rakhmetov, M. Rolinec, D. Bíro [et al.] // Acta fytotechn zootechn. – 2018. – No. 21 (3). – P. 129–134.

4. Рахметов Д. Б. Щавнат – нова культура комплексного використання / Д. Б. Рахметов, С. О. Рахметова // Сільське господарство: наука і практика : матеріали V Симпозіуму Україна – Австрія. – К., 2004. – С. 198.

5. Рахметов Д. Нова ультрарання культура комплексного використання / Д. Рахметов, О. Рахметова // Пропозиція. – 2008. – № 3. – С. 62–70.

6. Силка І. М. Розроблення протеїнових смузів на основі рослинної сировини / І. М. Силка, Ю. А. Семененко // Молодий вчений. – 2017. – № 1 (41). – С. 63–66.

7. Vancompernelle B. Optimization of a gas chromatography-mass spectrometry method with methyl chloroformate derivatization for quantification of amino

acids in plant tissue / B. Vancompernelle, K. Croes, G. Angenon // J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci. – 2016. – 1017–1018. – P. 241–249.

8. Nguyen T. V. Protocol for Methyl Chloro Formate (MCF) Derivatization of Extracted Metabolites from Marine / T. V. Nguyen, A. C. Alfaro, T. Young // Bivalve Tissues. – 2018. – P. 1–2.

9. The carbohydrates and aminoacids study in common lilac of Charles Joile variety flowers and leaves / A. Popyk, V. Kyslychenko, V. Korol [et al.] // American Journal of Science and Technologies. – 2015. – 2, No. 20. – P. 779–785.

10. Determination of amino acids content of the *Tageetes lucida* Cav. by GC/MS / L. Slobodianiuk, L. Budniak, S. Marchyshyn, L. Kostyshyn, M. Ezhne // Pharmacia. – 2021. – 68, No. 4. – P. 859–867.

11. Determination of amino acids of plants from *Angelica* L. genus by HPLC method / L. Budniak L. Slobodianiuk, S. Marchyshyn, I. Potishnyi // Pharmacia. – 2022. – 69, No. 2. – P. 437–446.

12. Determination of amino acids of some plants from *Gentianaceae* family / L. Budniak, L. Slobodianiuk, S. Marchyshyn, O. Demydiak, I. Dakhym. // Pharmacia. – 2021. – 68, No. 2. – P. 441–448.

13. Serraj R. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions / R. Serraj, T. R. Sinclair // Plant, Cell & Environment. – 2002. – 25. – P. 333–341.

#### REFERENCES

1. Rakhmetov, D.B., & Rakhmetova, S.O. (2006). Varietal variety of sorrel (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* A. Los.) and directions of its use. *Introduction of Plants*, 1, 11-16 [in Ukrainian].

2. Bajaj-Zheherun, S.A., & Rakhmetov, D.B. (2014). Food value of sorrel. *Food Industry*, 16, 15-19 [in Ukrainian].

3. Rakhmetov, D., Rolinec, M., & Bíro, D. (2018). Energy content of hybrid *Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* A. Los. (*Rumex* OK 2) samples from autumn months. *Acta Fytotechn Zootechn*, 21(3), 129-134.

4. Rakhmetov, D.B., & Rakhmetova, S.O. (2004). Shchavnat – a new culture of complex use. *Agriculture:*



science and practice: materials of the 5th Ukraine-Austria Symposium. Kyiv [in Ukrainian].

5. Rakhmetov, D., & Rakhmetova, O. (2008). New ultra-early culture of complex use. *Proposal*, 3, 62-70 [in Ukrainian].

6. Silka, I.M., & Semenenko, Yu.A. (2017). Development of protein smoothies based on vegetable raw materials. *Young scientist*, 1(41), 63-66 [in Ukrainian].

7. Vancompernelle, B., Croes, K., & Angenon, G. (2016). Optimization of a gas chromatography-mass spectrometry method with methyl chloroformate derivatization for quantification of amino acids in plant tissue. *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.*, 1017-1018, 241-249.

8. Nguyen, T.V., Alfaro, A.C., & Young, T. (2018). Protocol for Methyl Chloro Formate (MCF) Derivatization of Extracted Metabolites from Marine. *Bivalve Tissues*, 1-2.

9. Popyk, A., Kyslychenko, V., & Korol, V. (2015). The carbohydrates and aminoacids study in common lilac of Charles Joile variety flowers and leaves. *American Journal of Science and Technologies*. 2(20), 779-785.

10. Slobodianiuk, L., Budniak, L., Marchyshyn, S., Kostyshyn, L., & Ezhne M. (2021). Determination of amino acids content of the *Tagetes lucida* Cav. by GC/MS. *Pharmacia*. 68(4), 859-867.

11. Budniak, L. Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., & Potishnyi, I. (2022). Determination of amino acids of plants from *Angelica* L. genus by HPLC method. *Pharmacia*, 69, 2, 437-446.

12. Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., Demydiak, O., & Dakhym, I. (2021). Determination of amino acids of some plants from *Gentianaceae* family. *Pharmacia*, 68(2), 441-448.

13. Serraj, R., & Sinclair, T.R. (2002). Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions. *Plant, Cell & Environment*, 25, 333-341.

Отримано 18.07.2023

Адреса для листування: С. М. Марчущин, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001, Україна, e-mail: svitlanafarm@ukr.net.

S. M. Marchushyn, S. M. Zhylyaiieva, L. V. Slobodianiuk, L. O. Kravchuk  
I. HORBACHEVSKY TERNOPIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY

## INVESTIGATION OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF THE RAW SORREL BY THE METHOD OF GAS CHROMATO-MASS SPECTROMETRY

### Summary

**Introduction.** Sorrel (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* Losinsk.) is a valuable gene pool of a new culture, an interspecies hybrid of spinach sorrel with Tian Shan sorrel, which was obtained as a result of breeding work in the 90s of the 20th century by scientists of the department of cultural flora of the National Botanical Garden named after M. M. Hryshko of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv). It is a valuable fodder, vegetable, food, medicinal plant. It is also important as a bioenergy plant. Considering the fact that sorrel has not been studied so far, its phytochemical research is relevant.

**The aim of the study** – to establish and determine the quantitative content of individual amino acids in the raw material of the studied plant.

**Research Methods.** The material for the research was the stems, flowers, leaves, roots and seeds of sorrel of the Kyiv Ultra variety, which were collected during the flowering of plants in 2022 at the research plots of the cultural flora department of the National Botanical Garden named after M. M. Hryshka of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv). The qualitative composition and quantitative content of amino acids were determined on an Agilent 6890N/5973inert (Agilent technologies, USA) gas chromatography-mass spectrometric system.

**Results and Discussion.** The research results showed that 14 bound and 13 free amino acids were identified in sorrel leaves and seeds, 16 bound and 11 free in roots, 11 bound and 7 free in stems, and 12 bound in inflorescences. bound and 5 free. The highest total content of free amino acids was found in the seeds of the plant (29.69 mg/g), somewhat lower – in sorrel leaves (24.93 mg/g) and the lowest – in stems (1.06 mg/g). A significant amount of free amino acids L-proline was found in all studied objects, except for stems. The highest total content of bound amino acids was found in sorrel leaves (89.55 mg/g), somewhat lower – in seeds and inflorescences (70.03 mg/g and 62.96 mg/g, respectively). An insignificant total amount of bound amino acids was found in sorrel roots and stems (29.33 and 7.44 mg/g, respectively).

**Conclusions.** The qualitative composition and quantitative content of free and bound oxalate amino acids of leaves, seeds, roots, stems and inflorescences was determined. 14 bound and 13 free amino acids were found in sorrel leaves and seeds, 16 bound and 11 free in roots, 11 bound and 7 free in stems, 12 bound and 5 free in inflorescences. Among free amino acids, phenylalanine and L-valine dominated in leaves and seeds, respectively, in roots – L-lysine and L-valine, in inflorescences – L-aspartic acid, in stems – glycine. Of the bound amino acids, L-leucine, L-proline, and L-aspartic acid predominated in oxalic acid leaves, L-leucine and L-aspartic acid in seeds, L-phenylalanine and L-tryptophan in roots, and L-tryptophan in stems – L-aspartic acid and L-proline, in inflorescences – L-leucine and L-phenylalanine.

KEY WORDS: sorrel; amino acids; gas chromatography-mass spectrometry.