



УДК: 661.123

ЯКІСНИЙ І КІЛЬКІСНИЙ СКЛАД ВУГЛЕКИСЛОТНОГО ЕКСТРАКТУ АМАРАНТУ ТА ВІДХОДУ ЕКСТРАКЦІЇ – ШРОТУ

В. Ю. БАРШТЕЙН, кандидат технічних наук,

Т. А. КРУПОДЬОРОВА, кандидат біологічних наук,

Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки

Національної академії наук України»

E-mail: barmash14@gmail.com

***Анотація.** Досліджено якісний і кількісний склад вуглекислотного екстракту амаранту та відходу екстракції – шроту. Вперше наведені дані хроматографічного визначення в екстракті: жирних кислот, серед яких вміст незамінної, ненасиченої лінолевої кислоти – більш ніж 50 %; токоферолів та лютеїну. Проаналізовано амінокислотний склад відходу екстракції – шроту амаранту. Запропоновано шляхи створення продуктів харчування з використанням шроту амаранту.*

***Ключові слова:** амарант, вуглекислотний екстракт, шрот, жирні кислоти, токофероли, лютеїн, амінокислоти*

Для України характерна тенденція погіршення здоров'я людей через економічне й екологічне неблагополуччя, ситуацію постійного стресу, в якій живе населення нашої країни останніми роками. Серед захворювань переважають: серцево-судинні, онкологічні, нервової системи, шлунково-кишкового тракту, хронічна перевтома, діабет тощо. Не в останню чергу серед причин росту захворюваності – низька якість та незбалансованість харчування.

Збалансований раціон харчування може як полегшувати перебіг вищезазначених хвороб, так і взагалі попередити їх появу. Цьому може сприяти широке використання спеціальних харчових продуктів, або як їх називають в світі – функціональних продуктів, які призначені для систематичного щоденного вживання і мають регулюючу дію на фізіологічні функції, біохімічні реакції і психосоціальну поведінку людини через нормалізацію його мікроекологічного статусу» [10, 14].



Джерелом біологічно активних речовин (БАР) для збагачення харчових продуктів та надання їм спеціальних, або функціональних властивостей є, в першу чергу, рослинна сировина. Часто її нетрадиційні види мають більший спектр БАР, ніж традиційні. Однак запаси і тих, і інших в Україні не безмежні, що робить актуальною проблему раціонального використання рослинної сировини (до того ж, безвідходне використання сировини здешевлює кінцевий продукт).

Розробка функціональних продуктів залежить не тільки від сировини, а також від вибору високоефективного способу вилучення з неї БАР. Таким способом є вуглекислотна екстракція [2, 3, 4, 13]. Цьому сприяють унікальні властивості двооксиду вуглецю. Термочутлива рослинна сировина переробляється під час низьких температур, ступінь вилучення БАР значно перевершує результати екстракції іншими розчинниками (органічними, водно-спиртовими сумішами тощо), екстракт є натуральним продуктом без домішок розчинника, він стерильний (вуглекислота пригнічує мікрофлору), термін зберігання екстрактів – не менше 3 років. За докритичних умов проведення процесу, двооксид вуглецю вилучає жиророзчинні речовини: насичені і ненасичені кислоти, ефірні і жирні олії, воски, жиророзчинні вітаміни тощо [1].

Останнім часом, великий інтерес викликає нетрадиційна рослинна сировина, яка культивувалася в Америці ще 6000 років тому і також росте в Україні – амарант [9]. Сквален, що міститься в насінні амаранту, унікальна основа багатьох ліків, має яскраво виражену антимікробну і фунгіцидну дію, одночасно сприяє нормалізації тканинного дихання. Не менший інтерес викликають жирні кислоти, в першу чергу, ненасичені, вітаміни. Відомо застосування олії з насіння амаранту в комплексній терапії шкірних захворювань, лікуванні онкозахворювань, серцево-судинних, захворювань шлунково-кишкового тракту тощо.

Раніше проводився ряд досліджень процесу вилучення БАР з амаранту. Флавоноїдні сполуки з листя амаранту отримували багатоступінчастою екстракцією: молочною сироваткою (двічі) і водно-спиртовою сумішшю [5, 16].



Ідентифікували кверцетин, кверцетин 3-0-глюкозид, рутин. У цьому випадку велика частина корисних речовин, залишалася в шроті. Проводили і вуглекислотну екстракцію з насіння амаранту [8]. На жаль, дані про якісний і кількісний склад екстракту не наводилися, а тому не досить обґрунтованими є результати клінічних випробувань екстракту (складно прогнозувати лікувальний ефект, розрахувати медично доцільну норму внесення екстракту в лікувальні та лікувально-профілактичні продукти, не знаючи складу екстракту).

Залежно від розчинника вилучаються ті, або інші речовини (водорозчинні або жиророзчинні, наприклад), водночас частина БАР (відповідно до дії розчинника) залишається в шроті.

Досліджували шрот з насіння амаранту після вилучення БАР пресуванням з подальшим екстрагуванням 60-80 % розчином спирту [11]. Суттєвим є те, що шрот після такого виду екстракції містить не тільки білки, а й жиророзчинні вітаміни. Це свідчить про недосконалість обраного способу екстракції. Автори роблять висновок про доцільність застосування шроту в хлібопеченні і кондитерському виробництві (ймовірно, після відповідної підготовки шроту). Під час отримання білок-ліпідного комплексу з насіння амаранту утворюється шрот вологістю приблизно 75 % [12]. Він консервується висушуванням і піддається біомодифікації. Надалі продукт використовувався в хлібопеченні. Використовувався в хлібопеченні і шрот амаранту після вуглекислотної екстракції [15]. Досліджувалася і можливість використання продуктів з амаранту (крім шроту після вуглекислотної екстракції) в макаронних виробках [17].

Таким чином, для створення спеціальних або функціональних продуктів на основі медично обґрунтованих норм внесення інгредієнтів, необхідним і актуальним є вивчення якісного і кількісного складу екстрактів та шротів.

Мета дослідження – визначення якісного і кількісного складу вуглекислотного екстракту з насіння амаранту, відходу екстракції – шроту та можливості використання цих продуктів в харчовій промисловості.



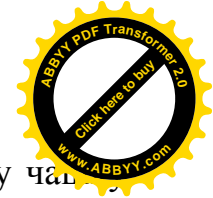
Матеріали і методи досліджень.

В якості об'єкта дослідження було вибрано вуглекислотний екстракт з насіння *Amaranthus hybridus* L. сорту «Ультра» (Миколаївська обл., Україна, 2011) та відход екстракції – борошно зі шроту. Умови проведення екстракції: тиск – 7.2 МПа; температура – 24 °С; тривалість екстракції – 2 години.

Дослідження наявності сквалену і жирних кислот, що містяться в вуглекислотному екстракті амаранту, проводили методом газової хроматографії (ГХ) з мас-спектрометричним детектором (прилад Hewlett Packard). Наявність карбоксильних груп в молекулі жирних кислот перешкоджає проведенню їх визначення методом ГХ. Ця проблема вирішується переведенням їх у відповідні ефіри. Концентрацію метилових ефірів визначали, використовуючи стандартний розчин метилового ефіру елаїдинової (транс-олеїнової) кислоти в гексані. Оскільки молекулярна маса кислот більше 200, заміна протона на метильну групу збільшує молекулярну масу на 6–8 %, що можна порівняти із загальною похибкою вимірювання. Виходячи з цього, результати аналізу можна привести на вільні кислоти. Зразок, що досліджувався на наявність сквалену, піддавали лужному омиленню. Вільний сквален видаляли гексаном, залишок розчиняли в ацетоні та аналізували методом ГХ та мас-спектрометрії. Концентрацію сквалену визначали за стандартним зразком (Німеччина).

Для визначення жиророзчинних вітамінів (каротиноїдів, токоферолів – α , β , γ , δ) зразок піддавали лужному гідролізу. Далі жиророзчинні вітаміни видаляли екстракцією сумішшю гексану з етером (1:1). Після випарювання концентратів до сухого стану, ізо-пропанольний концентрат аналізували методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) за фотометричного детектування: токоферолі 290 нм, каротиноїди – 450 нм. Концентрацію токоферолів визначали за калібрувальними графіками, які були побудовані попередньо.

Видалення амінокислот із шроту амаранту (борошна) проводили наступним чином. Наважку поміщали у мірну пробірку. Приливали 4 мл MeOH, 1 мл HCl та воду до 10 мл. Перемішували і залишали на 12 годин. Фільтрували



крізь фільтр «біла стрічка». Відбирали 8 мл, переносили у фарфорову чашу. Після цього обережно упарювали на піщаній бані досуха. Кількісне визначення амінокислот проводили за допомогою хроматографії.

Статистичну обробку одержаних даних виконували за допомогою пакету Microsoft Statistica 6.0. Розбіжність між вибірками вважали значущою за $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Були ідентифіковані (рис. 1) з імовірністю більш ніж 90 % метилові ефіри жирних кислот: пальмітинової, лінолевої, олеїнової та стеаринової. Як було зазначено вище, результати аналізу можна наводити на вільні кислоти. Вміст сквалену в екстракті склав понад 90,0 г/кг або 9,0 %. Загальна кількість жирних кислот склала близько 420 г/кг, з них частка мононенасиченої олеїнової кислоти становила близько 95,0 г/кг, а незамінної, ненасиченої лінолевої – понад 215 г/кг або більш ніж 50 %.

Вміст жиророзчинних вітамінів у вуглекислотному екстракті амаранту показано на хроматограмі (рис. 2) та в таблиці 1.

Вміст вільних амінокислот у шроті (борошні) з насіння амаранту після вуглекислотної екстракції представлено на рис. 3 та в таблиці 2.

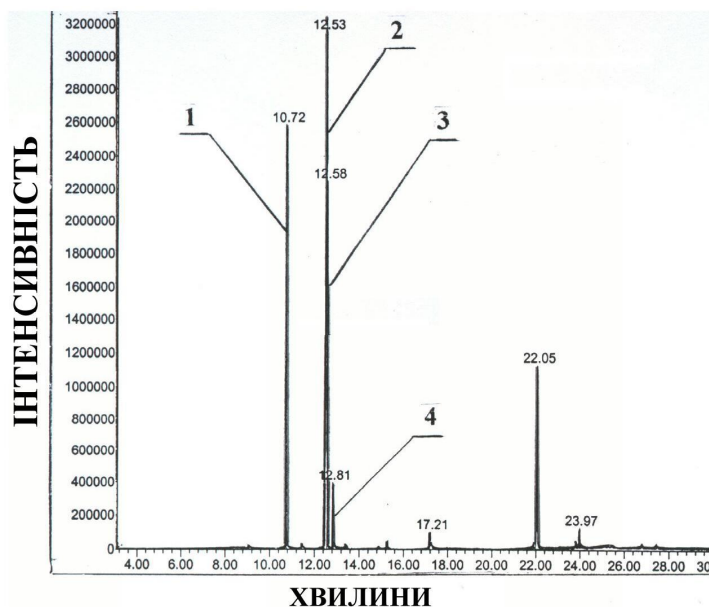


Рис. 1. Хроматограма. Метилові ефіри жирних кислот: 1 – пальмітинової, 2 – лінолевої; 3 – олеїнової, 4 – стеаринової

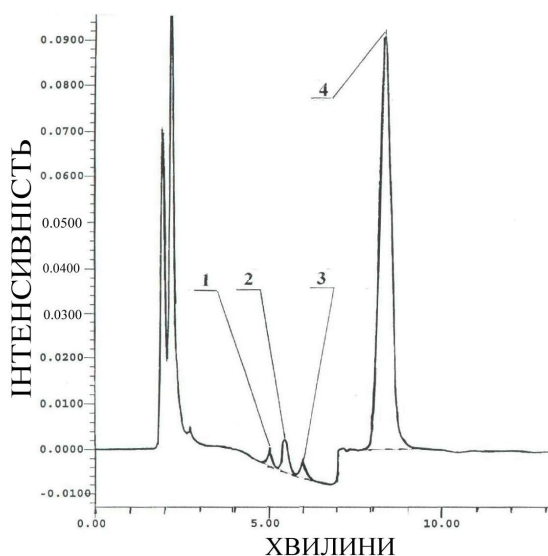


Рис. 2. Хроматограма: 1 – σ -токоферол, 2 – γ -токоферол, 3 – α -токоферол, 4 – лютеїн

1. Вміст жиророзчинних вітамінів у вуглекислотному екстракті амаранту.

Назва	Вміст, мг/кг
σ -токоферол	90,0 \pm 0.6
γ -токоферол	205,0 \pm 0.9
α -токоферол,	144,0 \pm 0.7
лютеїн	4507,0 \pm 2.4

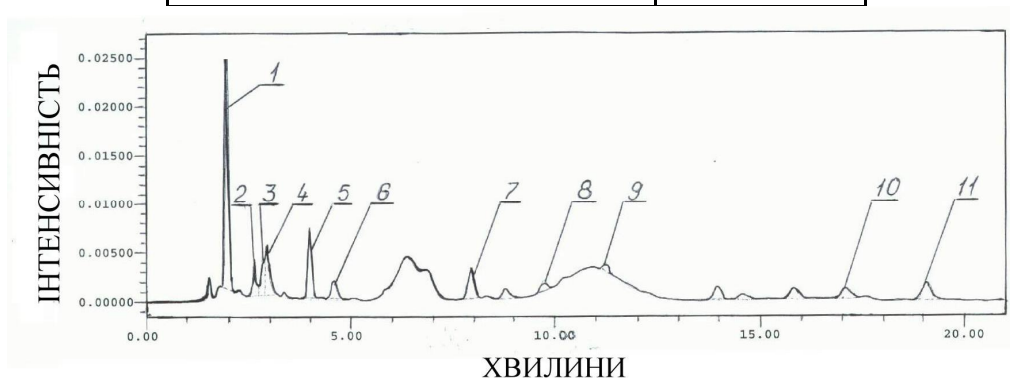
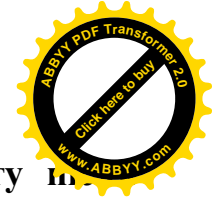


Рис. 3. Хроматограма. Вільні амінокислоти в шроті з насіння амаранту: 1 – аспарагінова, 2 – глютамінова, 3 – серин, 4 – гліцин, 5 – аланін, 6 – гістидин, 7 – аргінін, 8 – валін, 9 – тирозин, 10 – лейцин, 11 – лізин



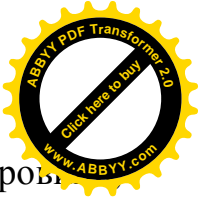
2. Вміст вільних амінокислот у шроті з насіння амаранту і вуглекислотної екстракції

Назва	Вміст, мг/кг
аспарагінова	593,0±0.9
глутамінова	89,0±0.4
серин	86,0±0.4
гліцин	75,0±0.3
аланін	136,0±0.5
гистидін	91,0±0.2
аргінін	150,0±0.7
валін	47,0±0.0
тирозин	50,0±0.3
лейцин	54,0±0.4
лізин	150,0±0.6

Було досліджено процес створення стрічкоподібних макаронних виробів, виготовлених відповідно до нормативної документації [6, 7]. Дозування борошна зі шроту амаранту складало: 10 %, 20 %, 30 %. Дослідження показали можливість застосування борошна зі шроту амаранту для створення повноцінних макаронних виробів. Разом з тим невідповідність деяких показників [7], наприклад кислотності виробів, вимагає продовження досліджень і створення оригінальних рецептур.

Висновки

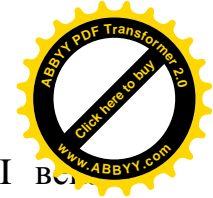
Досліджено якісний і кількісний склад вуглекислотного екстракту амаранту та відходу екстракції – шроту. Вперше наведені дані хроматографічного визначення в екстракті: жирних кислот, серед яких вміст незамінної, ненасиченої, лінолевої кислоти – більш ніж 50 %; токоферолів та лютеїну. Проаналізовано амінокислотний склад відходу екстракції – шроту амаранту. Це дозволить розраховувати медично обґрунтовані кількості цих високоефективних природних добавок для внесення в рецептури спеціальних (функціональних) продуктів харчування.



Доведена можливість безвідходної переробки рослинної сировини базовою стадією якої є вуглекислотна екстракція. Шрот після вуглекислотної екстракції може бути використаний не тільки в хлібопекарському виробництві, а й у виробництві макаронних виробів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Багирян Э. А. Повышение биологической активности пищевых продуктов с помощью CO₂-экстрактов / Э. А. Багирян, С. Ю. Кузнецова // Пищевая промышленность.– 1999.– № 8.– С. 60-61.
2. Барштейн В. Ю. Использование продуктов переработки растительного сырья для производства кондитерской продукции функционального назначения / В. Ю. Барштейн // Хлебопекарское и кондитерское дело.–2005.– № 2.– С. 12-15.
3. Барштейн В. Ю. Углекислотные экстракты лекарственных растений как основа для изготовления фитопрепаратов / В. Ю. Барштейн, С. М. Шульга // Тези доповідей Четвертої міжнародної конференції з медичної ботаніки. – К. – 1997. – С. 376-377.
4. Барштейн В. Ю. Создание функциональных продуктов на основе использования углекислотных экстрактов / В. Ю. Барштейн, С. М. Шульга, Н. В. Мельникова // Проблемы харчування. – 2004. – № 3(4). – С. 50-52.
5. Зобкова З. С. Экстракция пищевых компонентов из амаранта / З. С. Зобкова, В. Д. Харитонов, С. А. Щербакова // Пищевая промышленность. – 2001. – № 8. – С. 36-37.
6. Изделия макаронные. Общие технические условия: ГОСТ 875-92. – [Дата введения 1993-01-01] . – М.: ИПК Издательство стандартов, 1993. – 13 с.
7. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества: ГОСТ 14849-89. – [Дата введения 1990-07-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1990. – 15 с.
8. Касьянов Г. И. CO₂ –Экстракт из семян амаранта / Г. И. Касьянов, С. В. Бругто, С. Н. Лопатин // Пищевая промышленность. – 2000. – 5. – С. 37.



9. Кононов П. Ф. Амарант – перспективная культура XXI в. // П. Ф. Кононов, В. К. Гинс, М. С. Гинс.– Науч. изд.– М.: Изд-во РУДН, 1999.– 297 с.
10. Кочеткова А. А. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А. А. Кочеткова, А. Ю. Колеснов, В. И. Тужилкин, И. Н. Нестерова, О. В. Большаков // Пищевая промышленность.–1999.– № 4.– С. 7-10.
11. Крайців Р. Й. Харчова і біологічна цінність амарантового шроту / Р. Й. Крайців, І. О. Мартинюк // Хлебопекарское и кондитерское дело.–2005.– № 3.– С. 44-45.
12. Пащенко Л. П. Биомодификация шрота амаранта для целей хлебопечения / Л. П. Пащенко // Хранение и переработка сельхозсырья.– 2000.– № 3.– С. 20-21.
13. Пехов А. В. СО₂ –экстракция. Обзорная информация / А. В. Пехов, Г. И. Касьянов, А. Н. Катюжанская. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1992. – 35 с.
14. Цыганков В. Г. Задачи и перспективы разработки продуктов функционального питания / [В. Г. Цыганков, З. В. Ловкис, И. Н. Стигаило, С. В. Симоненко] // Труды Белорусского Государственного Университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2009. – Том 4. Часть . – С. 60-67.
15. Шмалько Н. А. Использование СО₂ – шрота из семян амаранта в хлебопечении / Н. А. Шмалько, Л. К. Бочкова, Ю. Ф. Росляков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – № 2-3. – С.20-22.
16. Щербакова С. А. Экстрагирование флавоноидных соединений из амаранта / С. А. Щербакова // Пищевая промышленность. 2002. – № 3. – С. 64.
17. Шнейдер Т. И. Использование амаранта в макаронных изделиях / Т. И. Шнейдер, Е. В. Петрова // Пищевая промышленность. – 2002. – № 7. – С. 76-77.



**КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ
УГЛЕКИСЛОТНОГО ЭКСТРАКТА АМАРАНТА И
ОТХОДА ЭКСТРАКЦИИ – ШРОТА
В. Ю. Барштейн, Т. А. Круподерова**

Аннотация. Исследовано качественный и количественный состав углекислотного экстракта амаранта и выхода экстракции – шрота. Впервые приведены дынные хроматографического определения в экстракте: жирных кислот, среди которых содержание незаменимой, насыщенной линоленовой кислоты – более 50 %; токоферолов и лютеина. Проанализировано аминокислотный состав отхода экстракции – шрота амаранта. Предложено пути создания продуктов питания с использованием шрота амаранта.

Ключевые слова: амарант, углекислотный экстракт, шрот, жирные кислоты, токоферолы, лютеин, аминокислоты

**QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF
AMARANTH CARBON DIOXIDE EXTRACT AND
EXTRACTION WASTE – MEAL**

V. YU. Barshteyn, T. A. Krupodorova

Abstract. Qualitative and quantitative composition of amaranth carbon dioxide extract and extraction waste – meal have been investigated by chromatography methods. Methyl esters of linoleic, oleic, palmitic and stearic fatty acids were identified with a probability of more than 90%. The total amount of fatty acids was about 420 g/kg, of which the share of monounsaturated oleic acid was about 95.0 g/kg, and irreplaceable, unsaturated linoleic - more than 215 g/kg or more than 50%. Squalene content in the extract was more than 90.0 g/kg or 9.0%. Among the free amino acids in extraction waste – meal prevailed aspartic acid, lysin (indispensable), arginine. These data were obtained for the first time. The ways of creating food using amaranth meal have been outlined.

Keywords: amaranth, carbon dioxide extract, meal, fatty acids, tocopherols, lutein, amino acids