

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ВИНОРІБСТВА

Мамай О. І., к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-2591-8059

Ковалевський К. А., к.т.н.,

ORCID: 0000-0003-0064-6963

Валько М. І., д.т.н.,

ORCID: 0000-0002-2390-426X

Кузьміна Т. О., д.т.н.,

ORCID: 0000-0002-6113-1923

Херсонський національний технічний університет

Тел. (0552) 32-69-43

Постановка проблеми. За даними ВООЗ [1], здоров'я людини на 70% залежить від того, що вона їсть. Науково доведено, що нераціональне харчування суттєво впливає на тривалість життя людини та призводить до виникнення та розвитку цілої низки неінфекційних захворювань.

Нещодавнє дослідження харчових звичок в 195 країнах показало, що неповноцінне харчування – причина 20% передчасних смертей [1]. Це більше, ніж вбиває куріння.

Необхідно підтримувати в організмі вітамінно-мінеральний і енергетичний баланс. Їжа повинна постачати клітини вітамінами й мінеральними елементами, а також відшкодовувати добову потребу організму в корисних речовинах і енергії. Правильний збалансований раціон допомагає контролювати вагу та певною мірою запобігати гіпертензії, діабету 2 типу, серцево-судинним хворобам, остеоартриту (нормальна маса тіла – менше навантаження на суглоби), депресії, деменції, і деяких типів раку, та зменшує прояви ревматоїдного артриту, задовольняє наші потреби в макро- і мікронутрієнтах (амінокислотах, цукрах, жирах та вітамінах, мінералах, рослинних антиоксидантах).

Для оптимізації харчування як здорових, так і страждаючих різними недугами людей необхідні:

– корекція структури харчування (виключення окремих продуктів і блюд за рахунок введення в раціон інших, зміна режиму харчування);

– введення в раціон біологічно активних речовин у вигляді збагачених продуктів харчування, спеціалізованих продуктів, біологічно активних добавок до їжі.

Один зі способів поповнити свій раціон харчування необхідними для злагодженої роботи організму речовинами – це ввести в нього біологічно активні добавки до їжі (у США і Європі їх називають “дієтичні добавки”) [2].

Аналіз останніх досліджень. Біологічно активні добавки до їжі почали вперше широко використовуватися в Японії та США для заповнення дефіциту вітамінів, мінералів та інших корисних речовин з метою боротьби з аліментарно-залежними захворюваннями. До теперішнього часу стало очевидно, що це є одним з факторів високої тривалості життя в цих країнах.

На відміну від вітамінів, які продаються в аптеках, біологічно-активні добавки містять у собі тільки продукти натурального походження, які легко засвоюються в організмі людини і сприятливо впливають на його життєдіяльність [3].

Амінокислоти важливі для забезпечення різних видів обміну речовин в організмі, синтезу білка, формування морфологічної структури клітини, ентерального та парентерального харчування [3]. Дані речовини поряд з вітамінами є природними нанорозмірними структурами та відносяться до групи метаболічних препаратів. Вони мають високу фармакологічну активність, широкий спектр дії та мінімальний ризик розвитку побічних ефектів. Організм використовує їх для власного росту, відновлення, зміцнення й виробітку різних гормонів, антитіл і ферментів. Від них залежить відновлення фізичного та психічного тону, катаболізм, ліполіз підшкірного жиру та навіть інтелектуальна діяльність мозку.

Джерелом біологічно активних речовин: амінокислот, пептидів, вітамінів і мінералів є дріжджовий автолізат, який одержують з дріжджових осадів сухих виноматеріалів [4].

На кафедрі харчових технологій ХНТУ проведені дослідження хімічного складу вітамініно-амінокислотного концентрату, отриманого з автолізату винних дріжджів. У дослідженнях використовувався концентрат у рідкому вигляді. Для зручності використання доцільно було б отримати вітамініно-амінокислотні харчові добавки у висушеному вигляді.

Прогресивними методами консервування автолізату, як харчового продукту, що швидко псується, є методи сублимаційного зневоднювання його у вакуумі [5] і розпилювальне сушіння [6].

Консервованій автолізат у сухому вигляді має свої переваги: мала маса, повне збереження цінних вихідних компонентів, можливість зберігання без застосування холоду, скорочення витрат при транспортуванні цього продукту на великі відстані.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної роботи було дослідження способів сушки дріжджового автолізату, а також дослідження хімічного складу та біологічної цінності отриманого продукту.

Основна частина. Дріжджі для лабораторних досліджень відбиралися з-під столових сухих виноматеріалів сортів винограду Ркацителі, Аліготе, Біанка.

Фізико-хімічні показники дріжджів і продукту автолізу визначалися за сучасними методиками [7]. Вміст сухих речовин визначали висушуванням і рефрактометрично, загальну кислотність – титрометрично, вміст винної кислоти – ацидиметричним методом, аміний азот – методом прямого формольного титрування, амінокислоти – хроматографічним методом. Вміст макро- і мікроелементів визначали атомно-адсорбційним методом на спектрофотометрі SOLAAR S.

Були підібрані та випробувані два методи сушіння: розпилювальний і сублімаційний на свіжому автолізаті, минаючи консервування у вакуум-випарній установці з метою повного збереження його харчової цінності (вітамінів, амінокислот) і рентабельності виробництва.

Розпилювальне сушіння автолізату проводилося в лабораторних умовах за режимом: на вході температура сушильного агента 150 – 160 °С, на виході з об'єму сушильної камери 60 – 65 °С, вологість повітря не вище 30%. Продуктивність лабораторної сушильної установки данської фірми "ANHYDRO" марки MS-35 складає 1 – 2 л за годину. Режим сублімаційного сушіння з температурою продукту (поверхні) +58 ÷ +60 °С, тиску 0,3 – 1 мм. рт. ст. виявився жорстким для свіжого автолізату. Кращі результати по сублімаційному сушінню автолізату отримані при режимі сушіння: температура замерзання продукту –40 °С, температура сублімації (середня) +20 °С, залишковий тиск в установці 0,4 мм. рт. ст., максимальна температура продукту (поверхні) +50 °С. Тривалість сушіння 13 годин при товщині шару 10 мм.

Отримані зразки сушеного автолізату являють собою дуже гігроскопічні порошки від світло до темно-коричневого кольору. Зберігання їх у пакетах з фольги в ексікаторі з хлористим кальцієм протягом більш півроку показало, що час і зовнішні фактори не виявили істотного впливу на хімічний склад автолізату.

На підставі попередніх досліджень і наявних літературних даних по харчовим продуктам [8, 9] хімічний склад автолізату, особливо вітамінів, мікроелементів, залежить від умов його виробництва і зберігання. Дані останніх років, що характеризують межі коливань складу залежно від цих умов мають повторюватись.

Для виявлення в автолізаті мікрокількостей багатьох елементів, що містяться в ньому, був необхідний метод, що володіє високою чутливістю та відтворюваністю. Таким надійним методом є атомно-абсорбційна спектроскопія [10]. При визначенні елементів заважає велика кількість органічних речовин. Найбільш придатним способом видалення органічних речовин є вологе озолення. Підготовка проби до дослідження мінерального складу сушеного автолізату

проводилась за допомогою мікрохвильової системи пробопідготовки MARS 5.

Проведені дослідження зі складу мінеральної частини сушеного автолізу найбільш досконаліми хіміко-спектральними методами, емісійною спектрографією та атомною спектроскопією, які дозволили в одній пробі без попереднього поділу визначити всі елементи, а в останньому методі – з високою точністю.

Роль мінеральних речовин у харчуванні до останнього часу була мало вивчена, і лише розвиток методів атомно-абсорбційної спектроскопії дозволив з'ясувати їхнє значення як фактора харчування. Досліди на тваринах показали, що виключення мінеральних речовин з корму тварин приводить до більш швидкої загибелі, чим повне голодування [11].

Представлені у таблицях 1 і 2 результати аналізу автолізу на вміст натрію, калію й відповідно кальцію, магнію, міді, цинку, марганцю й заліза отримані на атомно-абсорбційному спектрометрі SOLAAR S у полум'яному атомізаторі суміші ацетилен-повітря та ацетилен-закис азоту. В якості калібрувальних розчинів використовували Державний стандартний зразок відповідного елемента.

Атомно-абсорбційний метод є арбітражним по визначенню кальцію, калію, натрію, магнію, заліза, міді, цинку й марганцю [4, 10].

Таблиця 1 – Напівкількісний спектральний аналіз автолізу

Зразок автолізу	Метод сушіння	Найменування елементів				
		чутливість за миш'яком $< n \cdot 10^{-2}$, %	$\leq n \cdot 10^{-5}$	$\leq n \cdot 10^{-4}$	$\leq n \cdot 10^{-3}$	$\leq n \cdot 10$
Лабораторний	Сублімаційне сушіння	Миш'як не виявлено	Cr, V, Ag, Mo, Sn, Pb	Ti, Al, Cd, Ni, Zn	Mn, Fe, Cu Si	Ca, K, Na, Mg
	Розпилювальне сушіння					
Виробничий	Сублімаційне сушіння					

Принцип атомно-абсорбційної спектрофотометрії заснований на вимірюванні поглинання атомами досліджуваного елемента, випромінювання від стандартного джерела світла та обчислення відсотку абсорбції – відношення поглиненого світла до непоглиненого. У зв'язку з тим, що резонансна лінія в цьому випадку дуже вузька, імовірність перешкод від інших присутніх елементів значно знижена. Це дозволяє визначати ряд елементів в одній пробі без попереднього поділу.

Таблиця 2 – Атомно-абсорбційне визначення макро- і мікроелементів у сушеному автолізаті

Найменування елемента	Лабораторний зразок		Виробничий зразок
	сублімаційне сушіння	розпилювальне сушіння	сублімаційне сушіння
Вологість, %	-		-
Зола, %	16,03	17,07	20,71
Макроелементи, г/кг:			
кальцій	31,2585	33,2865	10,8727
калій	26,6900	28,5922	59,7483
магній	3,8472	3,8407	3,3136
натрій	1,3906	1,3656	1,9208
фосфор	0,1900	0,1700	0,7700
Мікроелементи, г/кг:			
цинк	0,06011	0,06401	0,12170
марганець	0,05110	0,05334	0,05177
мідь	0,03046	0,03499	0,03106
залізо	0,02084	0,01920	0,02382
Разом:	63,53881	67,42654	76,85275
Співвідношення кальцію до фосфору:			
	157:1	167:1	14:1

З таблиці 2 видно порівняльну картину вмісту всіх мінеральних елементів. Наявність багатьох мікро- і макроелементів указує на харчову цінність автолізату, оскільки їх біологічна роль у життєдіяльності організму величезна. Відсутність миш'яку, малий вміст свинцю, кадмію вказують на нешкідливість даного харчового продукту.

Зневоднювання при низьких температурах з використанням вакууму – надійний і дбайливий шлях збереження в первісному вигляді амінокислот, вітамінів та інших органічних компонентів в автолізаті. А, отже, на вміст мінеральної частини, відповідно, відводиться менша частка.

Серед макроелементів, що мають вирішальне значення, у повноцінному денному раціоні харчування є кальцій. Засвоєння кальцію в організмі залежить від кількості фосфору, жиру, щавлевої кислоти й фітину в денному раціоні [3]. Характер змін концентрацій кальцію й фосфору в крові за недостатності вітаміну D суттєво залежить не тільки від ступеня забезпеченості цим вітаміном, але також від вмісту кальцію й фосфору в раціоні особливо від їхнього співвідношення. Для характеристики забезпеченості організму вітаміном А та ступеня не порушення мінерального обміну

використовують оптимальні розрахункові коефіцієнти Ca : P ~ 1:1,5. У випадку досліджуваного харчового продукту (таблиця 2) спостерігається у всіх випадках більше порушення в співвідношеннях кальцію і фосфору. На підставі вищевикладеного, слід зробити висновки про необхідність удосконалення технології одержання сушеного автолізату – застосування пом'якшеної води, неповне осадження винної кислоти хлористим кальцієм.

З метою визначення біологічної цінності білкових речовин сухого автолізату виконані аналізи на вміст вільних амінокислот.

У таблиці 3 представлений кількісний вміст незамінних і замінних амінокислот, показники по кожній амінокислоті і СКОРи лімітуючих амінокислот.

Для визначення біологічної цінності білків сушеного автолізату застосовані методи амінокислотних шкал, засновані на використанні амінокислотного (хімічного) СКОРу [9]. Амінокислотний СКОР автолізату дозволив виявити так звані незамінні лімітуючі амінокислоти. Вищі показники виявилися у випадку сублімаційного сушіння, але за абсолютними значенням значно менше, наприклад, ніж у зерні та продуктах його переробки. Головною лімітуючою амінокислотою в обох способах сушіння є треонін.

Визначення лімітуючих амінокислот і ступеня їх нестачі полягає в порівнянні відсоткового вмісту амінокислот у досліджуваному білку (автолізат) і в такій же кількості білка (цільного курячого яйця), який повністю задовольняє потреби організму. Найбільша загальна кількість амінокислот (100,49 г/кг) отримана в зразку сублімаційного сушіння, що вказує на оптимальність цього методу консервування для автолізату.

Таблиця 3 – Амінокислотний склад сушеного лабораторного зразка автолізату

№ пп	Найменування амінокислот, г/кг	Сублімаційне сушіння	Розпилювальне сушіння
1	2	3	4
	Незамінні амінокислоти, в тому числі:	48,35	45,13
1	Валін	5,07	2,18
2	Ізолейцин	4,05	4,87
3	Лейцин	10,37	9,81
4	Лізин	18,52	16,79
5	Метіонін	3,48	4,37
6	Треонін	2,18	1,66
7	Фенілаланін	4,68	5,45
	Замінні амінокислоти, в тому числі:	52,14	45,73

Продовження таблиці 3

1	2	3	4
8	Аланін	7,63	4,17
9	Аргінін	4,46	3,77
10	Аспарагінова кислота	3,20	3,63
11	Гістидин	сліди	1,48
12	Гліцин	3,45	3,78
13	Глутамінова кислота	41,05	3,34
14	Пролін	20,51	16,25
15	Серин	3,65	3,33
16	Тирозин	4,89	6,01
	Загальна кількість амінокислот, г/кг	100,49	90,86
	Лімітуюча амінокислота, СКОР, %	треонін – 5,45 валін – 10,15 ізолейцин – 10,12 фенілаланін + тирозин – 12,62 лейцин – 14,81 лізин – 33,67	треонін – 4,15 валін – 4,36 ізолейцин – 12,17 лейцин – 14,10 фенілаланін + тирозин – 19,10 лізин – 30,62

Відомо, що повноцінне засвоєння білка можливо лише при збалансованості його амінокислотного складу [3]. Для створення продуктів харчування зі збалансованим складом амінокислот необхідно мати точні дані про амінокислотний склад, пептидів, нуклеїнових кислот. Амінокислотний СКОР готує ґрунт для істотного розширення важливих показників хімічного складу харчового продукту, які будуть використані при оцінці ступеня харчової цінності автолізату.

У зведеній таблиці 4 наведені деякі фізико-хімічні показники, які дають можливість переконатися в харчовій цінності, нешкідливості автолізату, як нового харчового продукту. Найкращі показники отримані при сублімаційному сушінні лабораторного зразка, що дозволяє зробити висновок про нього, як про оптимальний метод сушіння.

Зміна технології переробки сировини, зокрема методу сушіння (таблиця 2), зміна сировини впливає на хімічний склад амінокислот, мінеральних елементів та інші показники.

Була використана можливість визначення пептидів у сушеному автолізаті спектрофотометричним методом за наявною методикою [8] визначення їх у харчових продуктах. Отримані результати – негативні.

Попередні дослідження по визначенню вітамінів групи В у сушеному автолізаті показали гарне збереження первісних біологічно активних речовин у зразку сублімаційного сушіння.

Таблиця 4 – Фізико-хімічні показники висушеного автолізу рiзними методами

№ пп	Найменування показників	Лабораторний зразок		Виробничий зразок
		розпилювальне сушіння	сублімаційне сушіння	сублімаційне сушіння
1	Смак і запах	кисло-гіркуватий із запахом горілого хліба		
2	Розчинність у воді	добре розчинний		
3	Відносна густина 5% розчину при 20°C, г/см ³	1,015	–	–
4	Активна кислотність (рН 5% розчину), не менш	3,25	–	–
5	Загальна кислотність, °	206,09	–	–
6	Винна кислота, %	1,2 1,8 <u>1,50</u>	1,74 1,1 <u>1,45</u>	8,84 8,40 <u>8,52</u>
7	Амінний азот, %	2,34 2,33 <u>2,33</u>	2,33 2,39 <u>2,36</u>	2,48 2,47 <u>2,47</u>
8	Амінокислоти, г/кг	100,49	90,86	–
9	Зола загальна, %	16,05 16,01 <u>16,03</u>	17,5 16,99 <u>17,07</u>	21,36 20,05 <u>20,71</u>
10	Макро- та мікроелементи, г/кг	63,5388	67,4265	76,8526
11	Вміст миш'яку	не виявлено		
12	Наявність цвілі	не допускається		

Висновки. Таким чином, проведені дослідження з хімічного складу автолізу, висушеного різними способами, дозволили встановити, що оптимальним методом консервування є сублімаційне сушіння, при якому вітаміни та амінокислоти повністю зберігаються.

Для розширення асортименту продукції, що випускається виноробними підприємствами, необхідна розробка технологій комплексної переробки вторинних продуктів виробництва – виноградних вичавків і осадів винних дріжджів.

Список використаних джерел

1. 2/3 усіх хвороб в Україні є наслідком неправильного харчування. URL: <https://moz.gov.ua/article/news/23-usih-hvorob-v-ukraini-e-naslidkom-nepravilnogo-harchuvannja> (дата звернення 28.01.2021).

2. Ekhard E., Ziegler L., Filer I. Present Knowledge in nutrition, ILSI Press, Washington D.C., 2006. 320 p.

3. Агаджанян Н. А., Смирнов В. М. Нормальная физиология: учебник. Москва: Медицинское информационное агентство, 2009. 520 с.
4. Vukašinović-Milić T., Rakin M., Šiler-Marinković S. Utilization of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) for the production of yeast extract: effects of different enzymatic treatments on solid, protein and carbohydrate recovery. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 2007. Vol. 72, № 5. P. 451-457. DOI: 10.2298/JSC0705451V.
5. Семенов Г. В., Краснова И. С. Сублимационная сушка пищевых продуктов. Москва: ДеЛи, 2018. 293 с.
6. Handbook of Industrial Drying. Fourth Edition. Edited by Arun S. Mujumdar CRC Press, 2014. 1348 p.
7. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В. Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
8. McCance and Widdowson's The Composition of Foods: Seventh Summary Edition: Edition 7. British Nutrition Foundation 2015. 550 p.
9. Вітамінологія: підручник / С. А. Петров та ін.; за ред. С. А. Петрова. Одеса: БМВ, 2013. 227 с.
10. Robinson J. W., Frame E. S., Frame G. M. Undergraduate Instrumental Analysis. CRC Press, 2014. 1264 p.
11. Микроэлементы в питании человека: доклад комитета экспертов ВОЗ (Женева, 9-17 апреля 1973 г) / Всемирная организация здравоохранения. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/92476> (дата звернення 04.01.2021).

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ВИНОРОБСТВА

Мамай О. І., Ковалевський К. А., Валько М. І., Кузьміна Т. О.

Анотація

В роботі наводяться результати досліджень щодо сушки дріжджового автолізу, одержаного з винних дріжджів. Випробувано два методи сушіння: розпилювальний і сублимаційний. Встановлено, що оптимальним методом консервування є сублимаційне сушіння.

Проведено дослідження хімічного складу отриманого продукту. Наявність багатьох мінеральних елементів свідчить про харчову цінність автолізу. Амінокислотний СКОР автолізу дозволив виявити незамінні лімітуючі амінокислоти. Головною лімітуючою амінокислотою в обох способах сушіння є треонін.

Одержаний продукт має високу харчову цінність, містить мікро- і макроелементи, амінокислоти, вітаміни та може бути використаний як добавка для забезпечення повноцінного харчового раціону.

Ключові слова: винні дріжджі, автолізат, розпилювальне сушіння, сублимаційне сушіння, вітаміни, амінокислоти, мінеральні речовини.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНОДЕЛИЯ

Мамай О. И., Ковалевский К. А., Валько Н. И., Кузьмина Т. А.

Аннотация

В работе приводятся результаты исследований сушки дрожжевого автолизата, полученного из винных дрожжей. Испытаны два метода сушки: распылительный и сублимационный. Установлено, что оптимальным методом консервирования является сублимационная сушка.

Проведены исследования химического состава полученного продукта. Наличие многих минеральных элементов указывает на пищевую ценность автолизата. Аминокислотный СКОР автолизата позволил выявить незаменимые лимитирующие аминокислоты. Главной лимитирующей аминокислотой в обоих способах сушки является треонин.

Полученный продукт имеет высокую пищевую ценность, содержит микро- и макроэлементы, аминокислоты, витамины и может быть использован в качестве добавки для обеспечения полноценного пищевого рациона.

Ключевые слова: винные дрожжи, автолизат, распылительная сушка, сублимационная сушка, витамины, аминокислоты, минеральные вещества.

RESEARCH OF THE OBTAINING METHODS AND CHEMICAL COMPOSITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE DIETARY SUPPLEMENTS FROM SECONDARY RAW WINEMAKING MATERIALS

O. Mamai, K. Kovalevsky, N. Valko, T. Kuzmina

Summary

The paper presents the results of research on the drying of yeast autolysate obtained from wine yeast from table dry wine materials. Two drying methods were tested: spray and sublimation on fresh autolysate, bypassing canning in a vacuum evaporator in order to fully preserve its nutritional value.

The study of the chemical composition of the obtained product was carried out. The presence of many mineral elements (sodium, potassium, calcium, magnesium, copper, zinc, manganese, iron) indicates the nutritional value of autolysate, because their biological role in the life of the human organism is huge. The absence of arsenic, low content of lead, cadmium indicates the safety of this food product. The biological value of dry autolysate protein substances was installed by determining the content of free amino acids. The quantitative content of essential and non-essential amino acids, indicators for each amino acid and the coefficient of imbalance of the amino acid SCORES are presented. Amino acid SCORE of the autolysate allowed identify essential limiting amino acids. The main limiting amino acid in both drying methods is threonine.

Changes in the technology of processing raw materials, particularly the method of drying, changes in raw materials affect the chemical composition of amino acids, mineral elements and other indicators.

The given researches on chemical composition of the autolysate dried in various ways, allowed to establish that the optimum method of preservation is freeze-drying. The obtained product has a high nutritional value, contains micro- and macroelements, amino acids, vitamins and can be used as a supplement to ensure a complete diet. The absence of harmful elements indicates the safety of the finished product.

Key words: biologically active dietary supplements, wine yeast, autolysate, spray drying, freeze-drying, vitamins, amino acids, minerals.