

УДК 664.682:641.1

STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION OF WAFERS FROM ORGANIC RAW MATERIALS

A. Tkachenko*Higher Educational Establishment of Ukoopspilka "Poltava University
of Economics and Trade"***Key words:**

organic raw materials,
waffles with fillings,
amino acid composition,
amino acid score,
essential amino acids

Article history:

Received 16.03.2021

Received in revised form
26.04.2021

Accepted 27.05.2021

Corresponding author:

alina_biaf@ukr.net

ABSTRACT

The paper deals with the analysis of the amino acid composition of new wafers. The recipes for waffles with fillings "Summer Temptation" and "Coconut Delight" were developed by the method of mathematical modeling. The control sample was Artek waffles, made according to a known recipe. The recipes of the new waffles are distinguished by the fact that they are made entirely from organic raw materials and wheat flour has been replaced with rice and buckwheat flour, coconut sugar, coconut and sea buckthorn oil, coconut milk powder, and lemongrass powder are also present in the wafers. The amino acid composition was analyzed by ion-exchange liquid column chromatography on an automatic amino acid analyzer T339 manufactured by Mikrotekhnika, Czech Republic. The amino acid score was determined by the ratio of the amount of the corresponding essential amino acid in 1 g of protein of waffle cakes to its regulated content in the "ideal protein" on the FAO/WHO scale. In the studied wafer samples, the protein content was determined, which was: in Artek wafers — 3.2 g / 100 g in "Summer Temptation wafers" — 6.2 g / 100 g in "Coconut Delight" wafers — 4.9 g / 100 g. The sample based on organic buckwheat flour was distinguished by the best amino acid composition. The content of lysine increased by 15.5% compared to the control, and threonine — by 25%. In the sample "Coconut Delight" the amount of lysine increased compared to the control sample by 22%. Waffles based on organic buckwheat flour had the best amino acid composition. The "Coconut Delight" sample had a higher lysine content. In the samples "Summer Temptation" and "Coconut Delight", the highest rates of amino acids, isoleucine, phenylalanine, leucine, were observed. The valine score increased 1.72 times in the Summer Temptation sample; in the sample "Coconut Delight" — 1.54 times. There was a significant increase in the rate of phenylalanine in the sample "Summer Temptation" — 1.74 times, and in the sample "Coconut Delight" — 1.55 times. In the developed samples amino acid score increased significantly. Nevertheless, methionine was still limited by the amino acid in the developed samples.

The results of this study can be used by confectionery companies to expand the range of organic products with improved consumer properties.

DOI: 10.24263/2225-2916-2021-29-3

ВИВЧЕННЯ АМІНОСКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ОРГАНІЧНИХ ВАФЕЛЬ

А. С. Ткаченко, канд. техн. наук

ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

У статті проведено аналіз амінокислотного складу нових вафель. Рецепттури вафель з начинками «Літня спокуса» та «Кокосова насолода» розроблено методом математичного моделювання. Рецепттури нових вафель відрізняються тим, що вони виготовлені повністю з органічної сировини, а борошно пшеничне замінено на рисове та гречане, також у складі вафель присутній цукор кокосовий, олія кокосова та обліпихова, сухе молоко кокосове, порошок лемонграсу. Амінокислотний склад у зразках досліджено методом іонообмінної рідинно-колонкової хроматографії.

У досліджуваних зразках вафель було визначено вміст білка, який склав: у вафлях «Артек» — 3,2 г / 100 г; у вафлях «Літня спокуса» — 6,2 г / 100 г; у вафлях «Кокосова насолода» — 4,9 г / 100 г. Кращим амінокислотним складом відрізнявся зразок на основі гречаного органічного борошна. Зразок «Кокосова насолода» відрізнявся підвищеним вмістом лізину. У зразках «Літня спокуса» та «Кокосова насолода» найвищими були скорі амінокислоти (ізолейцин, фенілаланін, лейцин).

Результати дослідження можуть використовуватися підприємствами кондитерської галузі для розширення асортименту органічної продукції з поліпшеними споживними властивостями.

Ключові слова: органічна сировина, вафлі з начинками, амінокислотний склад, амінокислотний скор, незамінні амінокислоти.

Постановка проблеми. Споживання органічної харчової продукції у світі стрімко зростає щороку. Нарощуються також обсяги її виробництва. Так, за даними [1], Україна, маючи значний потенціал для виробництва органічної сільськогосподарської продукції, її експорту, споживання на внутрішньому ринку, досягла певних результатів щодо розвитку власного органічного виробництва. За даними моніторингу, проведеного Міністерством економіки, у 2019 р. загальна площа сільськогосподарських земель з органічним статусом і перехідного періоду склала близько 468 тис. га [2]. Проте не лише первинне виробництво повинно стати пріоритетним напрямком органічного сектору в Україні. Зважаючи на зростання популярності органічних харчових продуктів, попит на цю продукцію в Європейському Союзі, для вітчизняної харчової промисловості розширення асортименту виробів з органічної сировини є досить актуальним завданням.

Протягом 2019 р. до ЄС ввезено 3,24 млн т органічної агропродовольчої продукції, більше ніж 10% з якої — українська. При цьому український імпорт до ЄС збільшився на 27% — з 265,8 тис. т у 2018 р. до 337,9 тис. т у 2019 р. [2]. Найбільшими країнами-споживачами вітчизняної органічної продукції є Нідерланди, Німеччина, США, Швейцарія, Італія, Велика Британія, Австрія, Польща, Чехія, Франція, Угорщина, Румунія, Бельгія, Болгарія, Литва, Канада та Данія. Основними експортними продуктами є зернові, олійні, ягоди, гриби, горіхи фрукти. Також експортуються макуха соняшника, борошно, олія соняшникова, шрот соняшниковий, яблучний концентрат і березовий сік. Кондитерська продукція не потрапила до переліку органічної продукції, яка експортується у значних обсягах в інші країни. У той же час, в Україні зосереджена потужна кондитерська промисловість. Експорт органічних кондитерських виробів із поліпшеними споживними властивостями може стати досить прибутковим напрямком розвитку кондитерських підприємств.

Органічна харчова продукція сьогодні є своєрідним трендом здорового харчування. У той же час не можна стверджувати, що органічна продукція позитивно впливає на здоров'я людини. Зокрема, бракує довготривалих інтервенційних досліджень, спрямованих на виявлення потенційних зв'язків між споживанням органічної їжі та здоров'ям, головним чином через високі витрати [3]. Саме тому при розробці нових органічних харчових продуктів слід обирати не лише традиційну сировину, а й функціональні інгредієнти. Об'єктом дослідження у цій статті є вафлі. Вафлі посідають важливе місце серед усіх борошняних кондитерських виробів. Поліпшенню споживних властивостей вафель приділяли увагу науковці І. В. Сирохман, В. Т. Лебединець, Т. М. Лозова [4, 5]. Необхідність таких наукових пошуків викликана незбалансованим складом вафель, що реалізуються в сучасній торговельній мережі. Так, наприклад, до рецептури відомих вафель «Артек», зазвичай, входить цукор, борошно пшеничне, жир кондитерський, какао-порошок, сіль кухонна, емульгатор лецитин сояшиниковий, розпушувач тіста, сироватка молочна суха. Зазначений рецептурний склад обумовлює високу енергетичну цінність продукту та низьку кількість незамінних амінокислот. Вафлі мають довготривалий термін зберігання, завдяки чому продукт може експортуватися та продаватися за кордоном. Органічні вафлі можуть бути перспективним товаром для представлення на внутрішньому та зовнішньому ринках. Вартість вафель є відносно невисокою. Враховуючи вищевикладене, саме цей борошняний кондитерський виріб було обрано об'єктом дослідження.

Для розроблення запропонованих виробів обрано органічну сировину: борошно рисове, гречане, цукор кокосовий, молоко кокосове сухе, кокосова олія, обліпихова олія, порошок лемонграсу.

Аналіз даних засвідчив, що майже в усьому світі споживачі, які дотримуються принципів здорового харчування, віддають перевагу здебільшого рослинним заміникам молока. Найбільше до вживання харчових продуктів рослинного походження людей спонукає етичне ставлення до тварин, прагнення зміцнити своє здоров'я та думка про негативний вплив виробництва м'ясо-молочної продукції на навколишнє середовище [6]. Слід зазначити, що, окрім олії, кокосові горіхи містять також білки з помірно збалансованим амінокислотним профілем з точки зору поживної цінності. Ці білки містять велику кількість незамінних амінокислот (від 71% до 77%), засвоюваність — від 86% до 94%. Як правило, кокосові білки мають порівняно високий рівень глутамінової кислоти (17,0% до 27,2%), аргініну (14,2% — 17,9%) та аспарагінової кислоти (5,6% — 8,9%), але дефіцит метіоніну (1,2% — 2,9%) [7].

Альтернативні види борошна є досить перспективним вирішенням проблеми поліпшення споживних властивостей кондитерських виробів. З цієї точки зору рисове та гречане борошно, які використані у рецептурах зразків, є досить цінними. Дослідженню цих видів борошна присвячено багато наукових праць. Існують також результати отримання білкових концентратів та ізолятів з коричневого рису, що підтверджують цінність амінокислотного складу рису [8]. За вмістом лізину гречка має переваги над рисом, пшеницею, житом і наближається до соєвих бобів за вмістом треоніну над просом, а також за вмістом валіну над рисом. За вмістом триптофану гречка не поступається продуктам тваринного походження, за вмістом валіну гречка може бути прирівняна до молока, за лейцином — до яловичини, фенілаланіном — до молока і яловичини. Білки гречки непогано збалансовані за вмістом незамінних амінокислот (виняток становить ізолейцин). У зерні риса білка від 5,4 до 10,4%. Білки в зерні риса розподілені нерівномірно. Фракційний склад білків рису залежить від сортових властивостей [9]. Борошно гречане підвищує у výroбах частку повноцінних білків, мінеральних елементів, харчових волокон і вітамінів (тіаміну, рибофлавіну, ніацину), а також характеризується зниженим глікемічним індексом [4].

Лікарські трави містять значну кількість корисних речовин. Так, для виробництва зразків було використано лемонграс. Лимонна трава (лемонграс) має цитрусово-імбирний приємний аромат з ноткою мигдалевого присмаку. Лемонграс містить ефірну олію, у складі якої близько 80% цитралю, 20...30% цитронелолу і гераніолу, 15% гераніалю, 10% нералю, 5% цитронелалю, незначна кількість міоцену [10].

Отже, обрана сировина відрізняється поліпшеними споживними властивостями порівняно з традиційною для виготовлення вафель. Оскільки для виробництва досліджуваної продукції взято виключно органічну сировину, це може позитивно вплинути на показники безпечності.

Мета дослідження полягає у розробленні нових рецептур вафель з органічної сировини з поліпшеним амінокислотним складом. Для досягнення поставленої мети виокремлені такі завдання дослідження:

- Розробити рецептури нових вафель з органічної сировини.
- Проаналізувати амінокислотний склад виробів.
- Дослідити амінокислотний скор розроблених зразків.

Матеріали і методи. У ході дослідження були розроблені дві рецептури вафель з начинками «Літня спокуса» та «Кокосова насолода». Контрольним зразком слугували вафлі «Артек». Основна відмінність розроблених вафель полягає в тому, що вони повністю виготовлені з органічної сировини.

Для розробки рецептур нових вафель було використано математичне моделювання рецептур.

Обмеження на сумарний вміст інгредієнтів у рецептурі визначали за формулою:

$$\sum_{i=1}^j x_i = 1000, \quad (1),$$

де x_i , $i = 1, 2, \dots, j$ — невідома кількість сировини i -го виду (г).

Технологічні умови забезпечення необхідного вмісту вологи у виробі мали такий вигляд:

$$0,05 \sum_{i=1}^j x_i \leq \sum_{i=1}^j \lambda_i x_i \leq 0,1 \sum_{i=1}^j x_i, \quad (2)$$

де x_i , $i = 1, 2, \dots, j$ — невідома кількість сировини i -го виду (г);

λ_i — вміст води у 1 г i -го інгредієнта (г).

Додаткові умови збагачення нутрієнтами виробу, що проєктується, визначали у відсотках відносно добової потреби. Можливість підвищення харчової і біологічної цінності продуктів харчування і раціонів характеризується множинністю шляхів просування до заданої мети. Загальним методологічним прийомом до цього випадку є цільове комбінування рецептурних інгредієнтів, що забезпечує одержання харчових композицій із комплексом бажаних позитивних властивостей [13].

Зведені рецептури розроблених вафель на основі органічної сировини наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Рецептури вафель органічних (% у рецептурі вафель)

Сировина	«Літня спокуса»	«Кокосова насолода»
1	2	3
Борошно гречане органічне	30,10	0,00
Борошно рисове органічне	0,00	32,00
Цукор тростинний органічний	15,00	0,00

Продовження таблиці 1

1	2	3
Цукор кокосовий органічний	0,00	15,00
Сіль кухонна	0,10	0,10
Сода харчова	0,10	0,10
Масло вершкове органічне	27,00	26,20
Молоко сухе знежирене органічне	13,00	0,00
Молоко кокосове сухе органічне	0,00	13,60
Обліпихова олія органічна	9,40	0,00
Кокосова олія органічна	0,00	8,70
Порошок лемонграсу органічний	5,2	4,2

Органолептичні, фізико-хімічні показники та показники безпечності виробів були досліджені у попередніх наукових працях автора [11].

Амінокислотний склад проаналізовано методом іонообмінної рідинно-колонкової хроматографії на автоматичному аналізаторі амінокислот Т339 виробництва «Мікротехніка», Чехія. Амінокислотний скор визначали відношенням кількості відповідної незамінної амінокислоти в 1 г білка вафельних тортів до регламентованого вмісту її в «ідеальному білку» за шкалою ФАО/ВООЗ [12].

Результати і обговорення. З метою поліпшення амінокислотного складу було обрано борошно рисове та борошно гречане як альтернатива пшеничному борошну. Також до рецептур вафель було додано молоко сухе знежирене і молоко кокосове сухе органічне.

У досліджуваних зразках вафель було визначено вміст білка, який склав: у вафлях «Артек» — 3,2 г / 100 г; у вафлях «Літня спокуса» — 6,2 г / 100 г; у вафлях «Кокосова насолода» — 4,9 г / 100 г. Вміст незамінних амінокислот у вафлях показано у табл. 2.

Таблиця 2. Вміст незамінних амінокислот у виробах мг / 100 г

Амінокислота	Контроль	«Літня спокуса»	«Кокосова насолода»
Валін	130	148	131
Ізолейцин	110	123	112
Лейцин	258	270	255
Лізин	109	126	132
Метіонін	58	78	65
Треонін	100	125	99
Фенілаланін	175	190	182

Як видно з табл. 2, вміст незамінних амінокислот покращився в обох зразках. Слід зазначити, що у зразку «Літня спокуса» вміст незамінних амінокислот збільшився особливо відчутно. Вміст лізину порівняно з контролем зріс на 15,5%, а треоніну — на 25%. У зразку «Кокосова насолода» кількість лізину збільшилась порівняно з контрольним зразком на 22%. Кращий амінокислотний склад мали вафлі на основі гречаного борошна органічного.

Амінокислотний скор — відсотковий вміст кожної з амінокислот щодо її вмісту у білку, прийнятому за стандарт (ідеальний білок). Визначення цього показника представлено у табл. 3.

Таблиця 3. Визначення амінокислотного скору білків розроблених вафель

Амінокислоти	Еталон ФАО/ВООЗ, мг / 1 г білка	Контроль		«Літня спокуса»		«Кокосова насолода»	
		вміст мг / 1 г білка	скор, %	вміст мг / 1 г білка	скор, %	вміст мг / 1 г білка	скор, %
Валін	50	41,60	83,20	71,76	143,52	64,20	128,40
Ізолейцин	40	35,20	88,00	66,30	165,75	54,90	137,25
Лейцин	70	82,60	118,00	97,40	139,14	94,95	135,60
Лізин	55	36,80	66,91	78,10	142,00	64,70	117,64
Метіонін	35	18,60	53,14	34,40	97,25	31,85	91,00
Треонін	40	32,00	80,00	55,50	138,70	48,51	121,28
Фенілаланін	60	56,00	93,33	97,80	163,00	87,18	145,30

Як видно з табл. 3, для контрольного зразка лімітованими були всі незамінні амінокислоти, крім лейцину. Проте у розроблених зразках скорі суттєво зросли. Попри це, метіонін все одно залишався лімітовано амінокислотою у розроблених зразках. Скор валіну збільшився у зразку «Літня спокуса» у 1,72 раза; у зразку «Кокосова насолода» — у 1,54 раза. Спостерігалось суттєве зростання скору фенілаланіну у зразку «Літня спокуса» — у 1,74 раза, а у зразку «Кокосова насолода» — в 1,55 раза.

Висновки. Завдяки методу математичного моделювання розроблено нові рецептури вафель з начинками «Літня спокуса» та «Кокосова насолода». Для розроблення запропонованих виробів обрано органічну сировину: борошно рисове, гречане, цукор кокосовий, молоко кокосове сухе, кокосова олія, обліпихова олія, порошок лимон-грасу. Вміст білка зріс в обох виробках, якщо порівняти з контролем. У зразку «Літня спокуса» вміст незамінних амінокислот збільшився особливо відчутно. Вміст лізину порівняно з контролем зріс на 15,5%, а треоніну — на 25%. У зразку «Кокосова насолода» кількість лізину збільшилась порівняно з контрольним зразком на 22%. Амінокислотний скор всіх амінокислот зріс у розроблених зразках. У зразках «Літня спокуса» та «Кокосова насолода» найбільшими були скорі амінокислот ізолейцин, фенілаланін, лейцин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tkachenko A. Prospects of Ukraine on the European organic food products: Modern approaches to knowledge management development: collective monograph / A. Tkachenko. — Ljubljana School of Business, 2020. — P. 162—164. Режим доступу: <https://plus.si.cobiss.net/opac7/bib/18652419>.
2. Органічне виробництво в Україні [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://agro.me.gov.ua/ua/napryamki/organichne-virobnictvo/organichne-virobnictvo-v-ukrayini>.
3. Mie A. Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review / A. Mie., A. Grunnarson, J. Kahl [at al.] // Environmental Health. — 2017. — № 16:111. — P. 2—22, DOI 10.1186/s12940-017-0315-4.
4. Сирохман І. В. Проблеми асортименту, якості і безпечності продуктів на вафельній основі: монографія / І. В. Сирохман, В. Т. Лебединець. — Львів, Вид-во Львівської комерційної академії, 2010. — 316 с.
5. Лозова Т. М. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини: монографія / Т. М. Лозова, І. В. Сирохман. — Львів: Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2017. — 328 с.
6. Мотузка Ю. Ринок аналогів молочних продуктів рослинного походження: світові тренди / Ю. Мотузка, А. Кошельник // Ринкові дослідження. — 2019. — № 3. — С. 38—49, DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(31\)0](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(31)0).

7. Patil U. Coconut Milk and Coconut Oil: Their Manufacture Associated with Protein Functionality / U. Patil, S. Benjakul // Journal of Food Science. — 2019. — № 83. — P. 2019 — 2027, doi: 10.1111/1750-3841.14223.

8. Douglas S. Kalman. Amino Acid Composition of an Organic Brown Rice Protein Concentrate and Isolate Compared to Soy and Whey Concentrates and Isolates / Kalman Douglas S. // Foods. — 2014. — № 3. — P. 394—402. doi:10.3390/foods3030394.

9. Чоні І. В. Зміни харчової цінності гречаної та рисової крупів у процесі виробництва борошна як складового соусів емульсійного типу та нових продуктів харчування / І. В. Чоні // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПІ»: сб. науч. тр. Темат. вып.: Новые решения в современных технологиях. — Харьков: НТУ «ХПИ». — 2009. — № 8. — С. 15—18.

10. Halim J. M. Antioxidative characteristics of beverages made from a mixture of lemongrass extract and green tea / J. M. Halim, W. D. R. Pokatong, J. Ignacia // Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. — 2013. — Vol. 24, № 2. — P. 215—221. doi:10.6066/jtip.2013.24.2.215.

11. Tkachenko A. Development of Wafers With Fillings Made From Organic Raw Materials With Improved Consumer Properties / A. Tkachenko, I. Syrokhman, V. Skrypnyk, G. Birta, Y. Burgu // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2020. — 4(11), 106, p. 39—45. doi: 10.15587/1729-4061.2020.209695, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3725025>.

12. Сирохман І. В. Поліпшення споживчих властивостей і асортименту печива з використанням нетрадиційної сировини : монографія / І. В. Сирохман, А. С. Ткаченко. — Полтава: ПУЕТ, 2017. — 150 с.

13. Дудченко Н. В. Математичне моделювання овочевих консервів із заданими споживними властивостями / Н. В. Дудченко, В. С. Ольховська // Вісник НТУ «ХПІ». — 2013. — № 16(989). — С. 116—122.

ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКИХ ВАФЕЛЬ

А. С. Ткаченко

Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»

В статье проведен анализ аминокислотного состава новых вафель. Рецептуры вафель с начинками «Летний соблазн» и «Кокосовое наслаждение» разработаны методом математического моделирования. Рецептуры новых вафель отличаются тем, что они изготовлены полностью из органического сырья, а мука пшеничная заменена на рисовую и гречневую. Также в составе вафель присутствует сахар кокосовый, масло кокосовое и облепиховое, сухое молоко кокосовое, порошок лемонграсса. Аминокислотный состав в образцах исследован методом ионообменной жидкостно-колоночной хроматографии. В исследуемых образцах вафель было определено содержание белка, которое составило: в вафлях «Артек» — 3,2 г / 100 г, в вафлях «Летний соблазн» — 6,2 г / 100 г, в вафлях «Кокосовое наслаждение» — 4,9 г / 100 г. Лучшим аминокислотным составом отличался образец на основе гречневой органической муки. Образец «Кокосовое наслаждение» отличался более высоким содержанием лизина. В образцах «Летний соблазн» и «Кокосовое наслаждение» самыми высокими были скоры аминокислот (изолейцин, фенилаланин, лейцин).

Ключевые слова: органическое сырье, вафли с начинками, аминокислотный состав, аминокислотный скор, незаменимые аминокислоты.