

To determine the chemical composition of grain varieties of beans showed that the fat content is 1.3–1.94 %, the protein content 20.81...22.03%. Fractional composition of proteins from their total number are: globulins – 43.76–44.93 %, albumin – 40.35–42.05 %, gluten – 13.02–15.6 per cent. The main part of dry substances of beans is carbohydrates, which are mostly starch, cellulose, and pectin hemalata. The starch content ranged from 44.8 to 45.4 per cent. the fat content is...1.30 1.94%, carbohydrates – 54.34...54.89%. Significant content of carbohydrate determines the high enerhetychna value. So, enerhetychna the value of the bean grain is 293.06–299.06 kcal. not too different varieties.

Key words. Grain the beans, the chemical composition, Botanical varieties.

REFERENCES

1. Donchenko L. V. Safety of food products / L. V. Donchenko, V. D. Nadykta. – М. : Pidarast, 2001. – 528 S.
2. GOST 7758-75. Beans food. Specifications. – М. : Publishing house of standards, 1976. – 7 S.
3. Skurikhin I. M. Chemical composition of food products. Reference table of contents basic nutrients and energy value of food and food products / by I. M. Skurikhin, Z. N. Sosnina, V. A. Marquee-nicks. – М : Light and food industry, 1984. – P. 6-15.
4. Kazakov, E. D. Biochemistry of grain and bread / E. D. Kazakov, G. P. Kornilenko. – SPb. : GIOR, 2005. – 512 p
5. Klimenko V. G. Vegetable proteins and their biosynthesis / V. G. Klimenko. – М. : Nauka, 1975. – S. 120-126.

Надійшла 14.12.2015. До друку 29.12.2015

Адреса для переписки:
balja.lilija@gmail.com, 0507215710,
м. Полтава, просп.Вавилова буд.1/15 кв.281



УДК 637.146.34.04:004.942

Н.А. ТКАЧЕНКО¹, д-р техн. наук, професор, П.О. НЕКРАСОВ², д-р техн. наук, професор,
А.В. КОПІЙКО¹, студентка

¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ КОМБІНОВАНИХ ЙОГУРТОВИХ НАПОЇВ

Анотація. В роботі наведено аналіз ринку йогуртів в Україні, показано споживчі переваги українців при виборі йогуртів з наповнювачами, наведено сегментарний розподіл структури споживання йогуртів в залежності від виду наповнювача. Окреслено перспективи розширення асортименту йогуртів та йогуртових напоїв із зерновими інгредієнтами, обґрунтовано доцільність розробки інноваційних технологій комбінованих молочно-зернових йогуртових напоїв з наповнювачами зі збалансованим хімічним складом. Показано перспективність комбінювання молочної й рослинної сировини для створення новітніх продуктів харчування зі збалансованим хімічним складом. Обґрунтовано вибір сировинних інгредієнтів для розробки цільових продуктів – йогуртової основи, сироватки сирної, борошна рисового для дитячого харчування та гарбузового наповнювача з цукром; проаналізовано цінність сировинних інгредієнтів; окреслено їх вплив на здоров'я людини. Математичне моделювання компонентного складу комбінованих молочно-зернових йогуртових напоїв з наповнювачами здійснено у середовищі Microsoft Excel.

В результаті математичного моделювання розроблено чотири рецептури на виробництво йогуртових напоїв зі співвідношенням білків : жирів : вуглеводів – 1 : 1 : 4, яке відповідає сучасним вимогам нутриціології до харчування дорослої здорової людини. Розраховано хімічний склад йогуртових напоїв на основі довідникових даних щодо складу використаних сировинних інгредієнтів; масова частка білків у цільових продуктах складе 2,001...2,264 %; масова частка жирів та вуглеводів – 2,003...2,265 та 8,001...9,048 % відповідно. Визначено вміст молочних і рослинних білків, молочної й рослинних жирів у напоях, а також вміст моно-, ди- та полісахаридів. Показано, що комбінювання молочної й рослинної сировини дозволить виробити йогуртові напої, збагачені розчинними й нерозчинними полісахаридами – клітковиною, геміцелюлозою, пектином, а також природним структуроутворювачем – рисовим крохмалем, масова частка якого складе 1,763...2,805 %.

Розраховано амінокислотний склад білків комбінованих молочно-зернових йогуртових напоїв; показано, що цільові продукти не міститимуть лімітованих амінокислот за рахунок комбінювання молочної й рослинної сировини, тоді як у контрольному зразку – йогурті – лімітованими є сірковмісні амінокислоти (скор складає 94,3 %).

Ключові слова: комбінований йогуртовий напій, математичне моделювання, сироватка сирна, борошно рисове, гарбузовий наповнювач з цукром, хімічний склад, амінокислотний склад.

Вступ

Одна з умов підтримання здоров'я, працездатності та довголіття людини – дотримання трьох основних принципів раціонального харчування, які включають: баланс енергії, яка поступає з їжею і витрачається людиною в процесі життєдіяльності; задоволення потреб організму людини у певних кількості та співвідношенні харчових речовин; дотримання режиму харчування. Співвідношення білків: жирів:

вуглеводів у харчуванні дорослої здорової людини має становити 1 : 1 : 4. Як правило, продукти харчування не містять основні харчові нутрієнти в зазначеному співвідношенні. Саме тому, а також у зв'язку з недостатнім споживанням людиною тих чи інших харчових речовин, виникла гостра необхідність у створенні комбінованих продуктів харчування складного рецептурного складу [1].



Виходячи з цікавості, яку на сучасному етапі проявляють у багатьох країнах світу до кисломолочних напоїв, вони в майбутньому будуть мати ще більше, ніж сьогодні, значення в харчуванні населення [1]. Особливу групу кисломолочних напоїв складають йогурти – кисломолочні продукти з підвищеним вмістом сухих речовин, які виробляють сквашуванням молока культурами видів *Lactobacillus belbrueckii subsp. bulgaricus* і *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* [2].

Високий вміст білків, оптимальне співвідношення природних кальцію та фосфору, живі активні клітини молочнокислих бактерій та продукти їх метаболізму зумовлюють надзвичайну корисність йогуртів з точки зору раціонального харчування [3, 4]. Частота купівлі йогуртів споживачами розподіляється в такий спосіб: близько 70 % споживачів купують їх не менше 1 разу на тиждень, 10 % – частіше, ніж 1 раз на тиждень і 20 % – рідше, ніж 1 раз на тиждень [5]. За даними Держстатистики України, в 2014 р. в Україні значно скоротилося виробництво дорогих кисломолочних продуктів, зокрема і йогурту. За 2014 рік випуск йогуртів зменшився на 17,0 % до 56,3 тис. т, порівняно з 2013 роком [6], у 2015 році ця тенденція збереглася. Сьогодні в Україні виробляється близько 2,5 кг йогурту на людину на рік [7].

Конкуренція на вітчизняному ринку йогуртів досить жорстка. Сьогодні на ринку йогуртів представлено 15 крупних виробників, число торговельних марок яких перевищує 25, кількість найменувань продукції на кінець 2014 року становило більше 150 позицій. У структурі асортименту цієї продукції домінують полуничні, персикові та ананасові йогурти [5]. Ця закономірність відповідає і структурі споживання (рис. 1). Полуничні йогурти у 2014 р. користувалися найбільшим попитом українських споживачів, 40,8 % з яких віддавали перевагу саме їм. Дещо нижчий попит спостерігався на персикові йогурти, їх рівень споживання становив 36,7 %; останніми в трійці лідерів виявилися ананасові йогурти, споживання яких в Україні становило 31,6 % [5].

Злакові йогурти сьогодні не знайшли широкого визнання споживача, лише 12,1 % респондентів віддають перевагу саме цим йогуртам (рис. 1) [5].

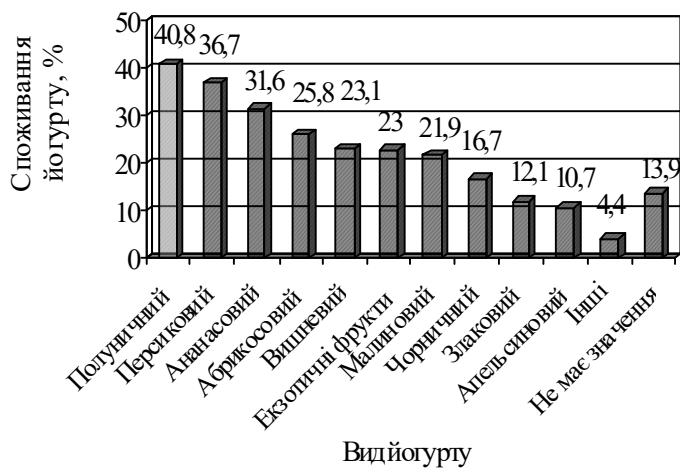


Рис. 1 – Структура споживання йогуртів в Україні у 2014 р., % [5]

Тому пошук джерел молочної, зернової і фруктовоягідної (або овочевої) сировини для виробництва комбінованих йогуртів і йогуртових напоїв зі збалансованим хімічним складом і високими органолептичними показниками є актуальним завданням.

Класичні йогурти мають високий вміст білків та вуглеводів, але співвідношення між цими макронутрієнтами не відповідає рекомендованим нормам [1, 3, 4]; масова частка жиру в продукті при цьому може варіюватись від 1,5 до 6,0 % для жирних йогуртів, від 0,05 до 1,0 % – для нежирних, і понад 6,0 % – для вершкових, масова частка сухого знежиреного молочного залишку повинна складати не менше 9,5% [2]. Перспективним напрямком є розробка йогуртових напоїв зі збалансованим хімічним складом на комбінованій молочно-зерновій основі з наповнювачами.

Метою даного дослідження стало математичне моделювання складу комбінованих молочно-зернових йогуртових напоїв з наповнювачами зі збалансованим хімічним складом.

Матеріали та методи

Математичне моделювання здійснювали у середовищі *Microsoft Excel* із застосування довідкових даних щодо хімічного складу й амінокислотного складу білків сировинних компонентів.

Першочерговим завданням був вибір сировинних інгредієнтів, які забезпечили б можливість виробництва цільових продуктів зі співвідношенням білків : жирів : вуглеводів 1 : 1 : 4, високими органолептичними, нормованими фізико-хімічними й реологічними (в'язкісними) характеристиками.

Основною сировиною для виробництва йогуртових напоїв, безперечно, повинно бути молоко коров'яче, масова частка білків у якому складає (в середньому) 2,9-3,2 %, жиру (в середньому) – 2,8-4,0 %, вуглеводів (лактози) – 4,5-5,1 % [8]. Однак, при виробництві йогурту відбувається процес молочнокислого бродіння, в результаті якого частина лактози зброджується до молочної кислоти й побічних продуктів (оцетальдегіду, вуглекислого газу, оцтової кислоти), тому кількість лактози у йогуртових згустках нижча, ніж у молоці коров'ячому, масова частка лактози у йогуртових згустках коливається в межах 3,8-3,9 % [8, 9]. Тому для отримання адекватних результатів при математичному моделюванні як основний сировинний компонент слід використовувати не молоко коров'яче, а йогуртовий згусток – йогуртову основу.

Як додатковий вид молочної сировини може бути використана сирна сироватка, яка утворюється при виробництві сиру кисломолочного і має рН 4,6-5,2. Найціннішим компонентом сирної сироватки з точки зору біологічної цінності, є білки, які не містять лімітованих амінокислот. Сироваткові білки, вміст яких у сирній сироватці складає 0,6-0,7 % – цінне джерело аргініну, гістидину, метіоніну, триптофану та лейцину [8, 9]. Сироватка відноситься до вуглеводної сировини (лактоза складає 70 % від загального вмісту сухих речовин, у абсолютних величинах – 3,9-4,1 %). Крім лактози у сироватці містяться моно-, оліго- та аміноцукри. У сирній сироватці міс-

титься 0,05...0,50 % жиру, що зумовлено якістю вихідної сировини й технологією вироблення основного продукту. До сироватки переходять майже всі макро- й мікроелементи молока, а також водорозчинні вітаміни. За набором і абсолютним вмістом вітамінів сироватка – біологічно повноцінний продукт.

Як джерело полісахаридів, зокрема, крохмалю, який виконує функцію природного структуроутворювача, доцільно використати рисове борошно. Сьогодні промисловість виробляє декілька видів рисового борошна, найбільш перспективним з яких є борошно для дитячого та дієтичного харчування, оскільки воно є дрібнодисперсним, що дозволяє прогнозувати високі органолептичні показники комбінованих молочно-зернових йогуртових напоїв, вироблених з його використанням.

Рисове борошно містить рослинний білок (повноцінний за амінокислотним складом), вітаміни В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, РР, Е, біотин, амілопектин, цинк, натрій, калій, магній, фосфор, крохмаль, який легко засвоюється, клітковину (до 1%), моно- і дисахариди (до 0,4 %) [10, 11]. Білки і амінокислоти у складі рисового борошна служать будівельним матеріалом для нових клітин. Відсутність солей натрію при одночасній наявності калію дозволяє очищувати організм, виводячи з нього солі, що надходять з іншими продуктами [11]. Рисове борошно застосовують як нативний крохмаль при виготовленні низькожирних харчових продуктів, що містять додаткову кількість води, яку необхідно зв'язати, щоб забезпечити певні структуру й консистенцію продукту. Натуральне рисове борошно має високу здатність до зв'язування вологи [12]. Споживання в їжу виробів з рисового борошна зменшує потребу людини в цукрі і жирах без зменшення одержуваної енергії. Рисове борошно не містить білків-глютенів, тому його можна використовувати в харчуванні людей при целиакії [10–12]. Рисове борошно рекомендують застосовувати в дієтичному і лікувальному харчуванні, при серцево-судинних захворюваннях, хронічному ентероколіті.

Незважаючи на те, що рис вважається гіпоалергеничним, на нього теж може бути алергія [10]. Відсутність в рисі вітамінів А і С робить його небажаним для вживання хворими на цукровий діабет і людьми,

які мають ожиріння [11]. Рисове борошно не перебиває смак інших продуктів, саме практично зовсім несмачне [10], тому комбінування його з молочною сировиною, жир якої багатий на вітамін А [8], а також з фруктово-ягідною (або овочевою) сировиною як джерелом вітаміну С, дозволить отримати високоякісний біологічно повноцінний продукт з високими органолептичними властивостями.

Традиційно українці готують молочну кашу з рисом і гарбузом, тому в якості наповнювача було обрано гарбузовий наповнювач з цукром. У гарбузі містяться: каротин, вітаміни С, В₁, В₂, В₅, В₆, Е, РР (у тому числі рідкісні вітаміни: Т – сприяє прискоренню обмінних процесів в організмі; К – необхідний для згортання крові), жири, білки, вуглеводи, клітковина, пектинові речовини, мінерали, у тому числі калій, кальцій, магній, залізо, фосфор, мідь, кобальт. М'якоть гарбуза у свіжому або відвареному вигляді прекрасно усуває застійні явища у печінці й селезінці, покращує травлення. Тому гарбуз вважається незамінним при виразковій хворобі шлунка і дванадцятипалої кишки, жовчнокам'яній хворобі і холециститах, хронічних запорах і колітах. Завдяки солям калію гарбуз має сечогінну дію, причому чудово виводить з організму зайві солі сечової кислоти, знімає набряки і при цьому не подразнює тканину нирок. Тому страви з нього включають у раціон для профілактики гострих і хронічних нефритів і пієлонефритів. Пектинові речовини гарбуза сприяють виведенню з організму токсичних речовин і холестерину, тому цей овоч дуже корисний людям, що мають захворювання шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, гіпертонію [13].

Отже, як сировинні інгредієнти для виробництва комбінованих молочно-зернових йогуртових напоїв були обрані: йогуртова основа, сирна сироватка, рисове борошно для дитячого та дієтичного харчування й гарбузовий наповнювач з цукром.

Результати досліджень.

Склад рецептурних компонентів передбачуваних комбінованих молочно-рисових йогуртових напоїв з гарбузовим наповнювачем наведено в табл. 1, їх хімічний склад – в табл. 2.

Таблиця 1

Склад рецептурних компонентів комбінованих молочно-рисових йогуртових напоїв з гарбузовим наповнювачем зі збалансованим хімічним складом

Найменування сировини	Маса сировини, кг, для комбінованого молочно-рисового йогуртового напою з гарбузовим наповнювачем за рецептурою			
	1	2	3	4
Йогуртова основа (Ж=3,88 %, Б=3,00 %, В=3,80 %)	460,0	–	–	–
Йогуртова основа (Ж=3,70 %, Б=3,00 %, В=3,80 %)	–	515,0	–	–
Йогуртова основа (Ж=3,58 %, Б=3,00 %, В=3,80 %)	–	–	560,0	–
Йогуртова основа (Ж=3,47 %, Б=3,00 %, В=3,80 %)	–	–	–	615,0
Сирна сироватка (Ж=0,40 %, Б=0,65 %, В=4,00 %)	460,0	390,0	330,0	260,0
Рисове борошно для дитячого харчування (Ж=0,8 %, Б=7,4 %; В=71,5 %)	40,0	35,0	30,0	25,0
Гарбузовий наповнювач (Б=0,65 %; Ж=0,07 %; В=38,84 %)	40,0	60,0	80,0	100,0
Всього:	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

Примітка. Ж, Б, В – масова частка жиру, білка, вуглеводів відповідно.



Таблиця 2

Хімічний склад комбінованих молочно-рисових йогуртових напоїв з гарбузовим наповнювачем зі збалансованим хімічним складом

Найменування показника	Значення показника для комбінованого молочно-рисового йогуртового напою за рецептурою			
	1	2	3	4
Масова частка сухих речовин, %, в т.ч.:	12,0058	12,5395	13,0343	13,5765
<i>білків, в т.ч.:</i>	<i>2,0010</i>	<i>2,0965</i>	<i>2,1685</i>	<i>2,2640</i>
молочних білків	1,6790	1,7985	1,8945	2,0140
рослинних білків	0,3220	0,2980	0,2740	0,2500
<i>жиру, в т.ч.:</i>	<i>2,0034</i>	<i>2,0934</i>	<i>2,1660</i>	<i>2,2645</i>
молочного жиру	1,9688	2,0615	2,1368	2,2380
рослинних жирів	0,0346	0,0319	0,0292	0,0265
<i>вуглеводів, в т.ч.:</i>	<i>8,0014</i>	<i>8,3496</i>	<i>8,6998</i>	<i>9,0480</i>
моносахаридів, в т.ч.:	0,0910	0,1365	0,1820	0,2275
глюкози	0,0676	0,1014	0,1352	0,1690
фруктози	0,0234	0,0351	0,0468	0,0585
дисахаридів, в т.ч.	5,0450	5,6750	6,3070	6,9370
лактози	3,5880	3,5170	3,4480	3,3770
цукрози	1,4438	2,1464	2,8491	3,5517
мальтози	0,0132	0,0116	0,0099	0,0083
полісахаридів, в т.ч.:	2,8654	2,5381	2,2108	1,8835
геміцелюлози	0,0052	0,0078	0,0104	0,0130
клітковини	0,0472	0,0608	0,0744	0,0880
крохмалю	2,8052	2,4578	2,1104	1,7630
пектину	0,0078	0,0117	0,0156	0,0195

Таблиця 3

Амінокислотний склад білків комбінованих молочно-рисових йогуртових напоїв з гарбузовим наповнювачем зі збалансованим хімічним складом в порівнянні з йогуртом класичним та ідеальним білком

Амінокислота	Вміст амінокислоти (мг/1 г білка) у білках / амінокислотний скор (%)				
	комбінованого молочно-рисового йогуртового напою за рецептурою				йогурту згідно [15]
	1	2	3	4	
Масова частка білка, %	2,0010	2,0965	2,1685	2,2640	5,000
Незамінні амінокислоти					
Триптофан	14,390/143,9	14,275/142,8	14,172/141,7	14,074/140,7	14,400/144,0
Лізин	72,189/131,3	72,674/132,1	73,097/132,9	73,508/133,7	77,400/140,7
Треонін	45,527/113,8	44,908/112,3	44,432/111,1	43,904/109,8	43,200/108,0
Валін	64,251/128,5	64,031/128,1	63,838/127,7	63,652/127,3	64,600/129,2
Метионін+цистин	37,050/105,9	36,399/104,0	35,886/102,5	35,332/100,9	33,000/94,3
Ізолейцин	56,879/142,2	57,232/143,1	57,510/143,8	57,810/144,5	60,000/150,0
Лейцин	90,966/129,9	90,374/129,1	89,869/128,4	89,367/127,7	90,000/128,6
Фенілаланін+тирозин	88,335/147,2	88,906/148,2	89,299/148,8	89,787/149,6	93,100/155,2
<i>Кількість незамінних амінокислот</i>	<i>469,587</i>	<i>468,799</i>	<i>468,102</i>	<i>467,435</i>	<i>475,700</i>
Замінні амінокислоти					
Гістидин	27,999	28,532	28,957	29,410	31,000
Аргінін	38,945	38,341	37,795	37,285	34,600
Аспарагінова кислота	73,638	72,709	71,973	71,183	68,600
Серин	53,337	53,465	53,552	53,661	55,400
Глютамінова кислота	174,907	175,073	175,140	175,283	179,100
Пролін	88,604	90,410	91,828	93,365	103,600
Гліцин	23,248	22,546	21,951	21,356	18,600
Аланін	36,918	36,297	35,792	35,264	32,000
<i>Кількість замінних амінокислот</i>	<i>517,596</i>	<i>517,373</i>	<i>516,988</i>	<i>516,807</i>	<i>522,900</i>
Загальна кількість амінокислот	987,182	986,172	985,090	984,242	998,600
Питома вага незамінних амінокислот, %	47,57	47,54	47,52	47,49	47,64

У модельних рецептурах комбінованих молочно-рисових йогуртових напоїв з гарбузовим наповнювачем вміст йогуртової основи найвищий – 46,0-61,5 %, на другій позиції – сирна сироватка (26,0-46,0%), вміст наповнювача коливається у межах 4,0-10,0 %, борошна для дитячого та дієтичного харчування – у межах 2,5-4,0 % (табл. 1). Таке співвідношення сировинних інгредієнтів забезпечує масову частку білків у напоях 2,0010-2,2640 %, жирів – 2,0034-2,2645 %, вуглеводів – 8,0014-9,0480 % (табл. 2), що відповідає рекомендаціям нутриціології щодо харчування дорослих здорових людей [1] (співвідношення білків : жирів : вуглеводів складає 1 : 1 : 4).

Співвідношення молочних і рослинних білків у йогуртових напоях складає (5,2-8,1):1,0, молочного й рослинного жирів – (56,9-84,4):1,0 (табл. 2). За рахунок введення рослинної сировини до складу напоїв вони будуть збагачені моносахаридами (глюкозою й фруктозою) та дисахаридом мальтозою, які сприятимуть збереженню життєздатності клітин лакто- й біфідобактерій, використаних при отриманні йогуртової основи у складі заквашувальної композиції, при зберіганні продукту [14]. Масова частка цукрози в напоях складає 1,4438-3,5517 %, що забезпечить різні смакові властивості цільових продуктів, вироблених за модельними рецептурами, і дозволить задовольнити потребу будь-якого споживача (навіть любителя солодоців). Рисовий крохмаль, вміст якого у напоях складає 1,7630-2,8052 %, забезпечить продукту певні реологічні властивості (можливо навіть отримання продукту із структурою, близькою до мусів – це потребує подальших експериментальних досліджень). Крім того, рослинна сировина збагатить йогуртові напої геміцелюлозою, клітковиною й пектином.

Розрахунок амінокислотного складу білків комбінованих молочно-рисових йогуртових напоїв з гарбузовим наповнювачем зі збалансованим хімічним складом з використанням довідникових даних [15, 16] у середовищі *Microsoft Excel* (табл. 3) свідчить про відсутність лімітованих амінокислот у ці-

льових продуктах за рахунок комбінування молочної й рослинної сировини, тоді як контрольний зразок – класичний йогурт – містить лімітовані сірковмісні амінокислоти (скор. складає 94,3 %). Отже, комбінування молочної, зернової й овочевої сировини дозволяє отримувати біологічно повноцінні продукти харчування зі збалансованим хімічним складом.

Висновки

Показано перспективність комбінування молочної й рослинної сировини для створення біологічно повноцінних новітніх продуктів харчування зі збалансованим хімічним складом. Обґрунтовано вибір сировинних інгредієнтів для розробки комбінованих йогуртових напоїв – йогуртової основи, сироватки сирної, борошна рисового для дитячого харчування та гарбузового наповнювача з цукром.

Розроблено чотири рецептури на виробництво йогуртових напоїв зі співвідношенням білків : жирів : вуглеводів – 1 : 1 : 4 (вміст йогуртової основи – 46,0-61,5 %, сирної сироватки – 26,0-46,0 %, гарбузового наповнювача з цукром – 4,0-10,0 %, борошна для дитячого та дієтичного харчування – 2,5-4,0 %), розраховано хімічний склад комбінованих молочно-рисових йогуртових напоїв з гарбузовим наповнювачем. Показано, що комбінування молочної й рослинної сировини дозволить виробити йогуртові напої, збагачені розчинними й нерозчинними полісахаридами – клітковиною, геміцелюлозою, пектином, природним структуроутворювачем – рисовим крохмалем, масова частка якого складе 1,763...2,805 %, а також із різними смаковими якістьями, обумовленими різним вмістом цукру.

Розраховано амінокислотний склад білків комбінованих молочно-зернових йогуртових напоїв; показано, що цільові продукти не міститимуть лімітованих амінокислот, тоді як у контрольному зразку – йогурті класичному – лімітованими є сірковмісні амінокислоти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаврилова, Н.Б. Биотехнология комбинированных молочных продуктов. Монография. – Омск: «Вариант-Сибирь», 2004. – 224 с. – ISBN 5-7065-0243-9
2. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. – Введ. 2005–10–01. – К.: ДП „УкрНДНЦ”, - 2005. – 15 с.
3. The Benefits of Yogurt – Режим доступу: <http://www.webmd.com/food-recipes/benefits-yogurt?pa>
4. Elli M. Survival of Yogurt Bacteria in the Human Gut. *Applied and Environmental Microbiology*. – 2006. – V.72. – №7. – P. 5113-5117.
5. Кузьменко О.В., Овсянникова Ю.О. Ринок йогуртів в Україні. Стан та перспективи – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/23_ADEN_2015/Economics/12_198203.doc.htm
6. Офіційний сайт статистики України – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>
7. Чи є в Україні справжні йогурти? – Режим доступу: <http://regionews.sumy.ua/node/37253>
8. Чагаровський, О. П. Хімія молочної сировини [Текст]: навч. пос. для студ. вищих навч. закладів/ О. П. Чагаровський, Н. А. Ткаченко, Т. А. Лисогор; – Одеса: «Сілекс-прінт», 2013. – 268 с. ISBN 978-966-8788-79-6
9. Технологія молочних продуктів: Справочник: учеб. / Tetra Pak. – М. – 2011. – 440 с.
10. Рисове борошно: користь рисового борошна, склад і калорійність рисового борошна, використання рисової муки – Режим доступу: <http://boroshno.com/risove-boroshno-korist-risovogo-boroshna-sklad-i-kalorijnist-risovogo-boroshna-vikoristannya-risovoyi-muki/>
11. Рисова мука: користь і шкода, склад і калорійність – Режим доступу: <http://hollydolly.com.ua/рисова-мука-користь-і-шкода-склад-і-ка.html>
12. Сирохан І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 384 с.
13. Чим корисний гарбуз – Режим доступу: <http://korusna.info/zdorovya/chym-korysnyj-garbuz.html>
14. Дідух, Н. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н. А. Дідух, О. П. Чагаровський, Т. А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6
15. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2 [Текст] / Под ред. И.М. Скурехина, М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
16. Кудашева А.В., Родионова Г.Б. Аминокислотный состав бахчевых культур и листовенно-веточной зелени / Кормопроизводство и корма. – С. 111-117. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.osu.ru/img/department/bio/otherpdf/files/part_2/13.pdf



N.A. TKACHENKO¹, doctor habilitatus, full professor, P.O. NEKRASOV², doctor habilitatus, full professor,
A.V. KOPIYKO¹, student

¹ Odessa national academy of food technologies, Odessa

² National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

MATHEMATICAL MODELLING OF THE COMPONENT COMPOSITION OF COMBINED YOGHURT DRINKS

Abstract. The paper presents the analysis of the yoghurt market in Ukraine, the consumer preferences of Ukrainians while choosing yoghurt with fillers were presented, the segmental distribution of yoghurt consumption patterns depending on the type of filling was given. The enhancement prospects of the range of yoghurt and yoghurt drinks with grain ingredients were outlined, the expediency of development of innovative technologies of combined dairy-grain yoghurt drinks with fillers having balanced chemical composition was justified.

The prospects of dairy and plant feedstocks combining for the creation of novel foodstuffs with balanced chemical composition were shown. The choice of raw ingredients for the development of end products – yoghurt base, cheese whey, rice flour for baby food and pumpkin filling with sugar was substantiated; the value of raw ingredients was analyzed; their impact on human health was outlined. The mathematical modelling of the component composition of dairy-grain yoghurt drinks with fillers was fulfilled in the Microsoft Excel environment.

As the result of the mathematical modelling four production formulas were developed for manufacturing of yoghurt drinks with the ratio of proteins, fats, carbohydrates – 1 : 1 : 4, corresponding to modern requirements of nutritiology for healthy nutrition of adult humans. The chemical composition of yoghurt drinks was estimated on the basis of reference data on the composition of the used raw ingredients; the mass fraction of proteins in the end products will amount to 2.001 ... 2.264%; the mass fractions of fats and carbohydrates – 2.003... 2.265 and 8.001...9.048% respectively. The content of dairy and plant proteins, milk and plant fats in the drinks and the content of mono-, di- and polysaccharides were defined. It was shown that the combination of dairy and plant raw materials will make it possible to produce yoghurt drinks fortified with soluble and insoluble polysaccharides – cellulose, hemicellulose, pectin, and natural stabilizer – rice starch, which mass fraction will amount to 1.763 ... 2.805%.

The amino acid composition of proteins of combined dairy-grain yoghurt drinks was computed; it was shown that the end products will not contain limiting amino acids due to combining dairy and plant raw materials, while the control sample – yoghurt – is limited in sulfur-containing amino acids (the amino acid score is 94.3%).

Keywords: combined yoghurt drink, mathematical modelling, cheese whey, rice flour, pumpkin filling with sugar, chemical composition, amino acid composition.

REFERENCES

- Havrylova, N.B. Byotekhnolohiya kombynirovanykh molochnykh produktov. Monohrafiya. – Omsk: «Varyant-Sybyr», 2004. – 224 s. – ISBN 5-7065-0243-9
- DSTU 4343:2004. Yohurty. Zahalni tekhnichni umovy. – Vved. 2005–10–01. – K. : DP „UkrNDNTs“, - 2005. – 15 s.
- The Benefits of Yogurt – Rezhym dostupu: <http://www.webmd.com/food-recipes/benefits-yogurt?pa>
- Elli M. Survival of Yogurt Bacteria in the Human Gut. Applied and Environmental Microbiology. – 2006. – V.72. – №.7. – P. 5113-5117.
- Kuzmenko O.V., Ovsiannikova Iu.O. Rynok yohurtiv v Ukraini. Stan ta perspektyvy – Rezhym dostupu: http://www.rusnauka.com/23_ADEN_2015/Economics/12_198203.doc.htm
- Ofitsiyniy sait statystyky Ukrainy – Rezhym dostupu: <http://ukrstat.gov.ua/>
- Chy ie v Ukraini spravzhni yohurty? – Rezhym dostupu: <http://regionews.sumy.ua/node/37253>
- Chaharovskiy, O. P. Khimiia molochnoi syrovyny [Tekst]: navch. pos. dlia stud. vyshcheykh navch. zakladiv/ O. P. Chaharovskiy, N. A. Tkachenko, T. A. Lysohor; – Odesa: «Simeks–print», 2013. – 268 s. ISBN 978-966-8788-79-6
- Tekhnolohiya molochnykh produktov: Spravochnyk: ucheb. / Tetra Pak. – M. – 2011. – 440 c.
- Rysove boroshno: koryst rysovoho boroshna, sklad i kaloriinist rysovoho boroshna, vykorystannia rysovoi muky – Rezhym dostupu: <http://boroshno.com/risove-boroshno-koryst-risovogo-boroshna-sklad-i-kaloriinist-risovogo-boroshna-vikorystannya-risovoyi-muki/>
- Rysova muka: koryst i shkoda, sklad i kaloriinist – Rezhym dostupu: <http://hollydolly.com.ua/rysova-muka-koryst-i-shkoda-sklad-i-ka.html>
- Syrokhan I.V., Lozova T.M. Yakist i bezpechnist zernoboroshnianykh produktiv. Navchalnyi posibnyk. – K.: Tsentr navchalnoi literatury, 2006. – 384 s.
- Chym korysnyi harbuz – Rezhym dostupu: <http://korusna.info/zdorovya/chym-korysnyj-garbuz.html>
- Didukh, N. A. Zakvashivalni kompozytsii dlia vyrobnytstva molochnykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia / N. A. Didukh, O. P. Chaharovskiy, T. A. Lysohor. – Odesa: Vydavnytstvo «Polihraf», 2008. – 236 s. – ISBN 978-966-8788-79-6
- Khymycheskyi sostav pyshchevnykh produktov. Knyha 2 [Tekst] / Pod red. Y.M. Skurykhyna, M.N. Volhareva. – M.: Ahropromydat, 1987. – 360 s.
- Kudasheva A.V., Rodyonova H.B. Amino kyslotnyi sostav bakhchevnykh kultur y lystvenno-vetochnoi zeleny / Kormoproyzvodstvo y korma. – S. 111-117. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://www.osu.ru/img/department/bio/otherpdf/files/part_2/13.pdf

Надійшла 23.01.2016. До друку 13.02.2016

Адреса для переписки:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

