

5. Paul, D.R. The interlayer swelling and molecular packing in organoclays [Текст] / D.R. Paul, Q.H. Zeng, A.B. Yu, G.Q. Lu // Journal of Colloid and Interface Science. – 2005. – Т. 292. – № 2. – С. 462-468.
6. Seki, Y. Paraquat adsorption onto clays and organoclays from aqueous solution [Текст] / Y. Seki, K. Yurdako // Journal of Colloid and Interface Science. – 2005. – Т. 287. – № 1. – С. 1-5.
7. Fu, X.A. Swelling behavior of organoclays in styrene and exfoliation in nanocomposites [Текст] / X.A. Fu, S. Qutubuddin // Journal of Colloid and Interface Science. – 2005. – Т. 283. – № 2. – С. 373-379.
8. Логанина, В.И. Модификация рецептуры полистирольного красочного состава дисперсными частицами органоглины [Текст] / В.И. Логанина, Н.А. Петухова // Известия вузов. Строительство. – 2008. – №8. – С. 25-27.
9. Lee, K.M. Rheology of organoclay nanocomposites: effects of polymer matrix/organoclay compatibility and the gallery distance of organoclay [Текст] / K.M. Lee, C.D. Han // Macromolecules. – 2003. – Т. 36. – № 19. – С. 7165-7178.
10. Санжаровский, А.Т. Физико-механические свойства полимерных и лакокрасочных покрытий [Текст] / А.Т. Санжаровский. – М.: Химия, 1978. – 183с.
11. Логанина, В.И. Влияние органо-минеральной добавки на свойства полистирольных красок [Текст] / В.И. Логанина, Н.Г. Вилкова, Н.А. Петухова // Известия вузов. Строительство. – 2008. – №5. – С. 37-41

У даній статті обґрунтовується вибір олій і пропонується математична модель для розрахунку купажів з метою оптимізації жирнокислотного складу. Раніше встановлено, що олій зі збалансованим складом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) ω -6 і ω -3 в природі не існує. Один із шляхів одержання олій збалансованих за відношенням незамінних жирних кислот - це їх купажування

Ключові слова: олій, купажі, поліненасичені жирні кислоти ω -6 та ω -3, незамінні жирні кислоти

В даній статтє обосновывается выбор растительных масел и предлагается математическая модель для расчета купажей с целью оптимизации жирнокислотного состава. Ранее установлено, что растительных масел со сбалансированным составом полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) ω -6 и ω -3 в природе не существует. Один из путей получения масел, сбалансированных по отношению незаменимых жирных кислот, - их купажирование

Ключевые слова: растительные масла, купажы, полиненасыщенные жирные кислоты ω -6 и ω -3, незаменимые жирные кислоты

УДК 664.34 063.8

МАТЕМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДАННЯ СУМІШЕЙ ОЛІЙ

Т. В. Матвєєва

Кандидат технічних наук

Старший науковий співробітник*

E-mail: matveeva_73@mail.ru

П. Ф. Петік

Кандидат технічних наук

Директор**

E-mail: petik@fatoiil-kharkov.com

З. П. Федякіна

Завідуюча відділом*

E-mail: techno@fatoiil-kharkov.com

*Відділ досліджень технології

переробки олій та жирів**

**Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України пр. Дзюби, 2а, м. Харків, 61019

1. Вступ

За станом здоров'я населення, за оцінкою агентства *Bloomberg Rankings*, Україна займає 99 місце зі 145 держав. Це можна пов'язати з незадовільним екологічним станом в багатьох регіонах та суттєвим відхилом харчового раціону українців від формули збалансованого харчування, зокрема зменшенням споживання незамінних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) і вітамінів, які приймають участь в регуляції процесу обміну речовин і функціонуванні окремих органів. Нестача в раціоні харчування людини ПНЖК викликає порушення діяльності нервової системи, знижує імунітет та підвищує ризик тяжких захворювань. За даними дієтологів НДІ харчування РАМН співвідно-

шення ПНЖК ω -3 : ω -6 в харчовому раціоні повинно складати для здорової людини 1 : 10, а для профілактичного і лікувального харчування 1 : 5 та 1 : 3. На сьогодні населення України споживає жирів з вмістом ω -6 (соєшнікова, кукурудзяна, оливкова) дуже багато і співвідношення ω -3 : ω -6 складає 1 : 30. ПНЖК, до яких відносять лінолеву та ліноленову кислоти, синтезуються лише у рослинному організмі з олеїнової кислоти та поступають в організм людини з їжею. В організмі людини з лінолевої кислоти при наявності вітаміну В₆ і токоферолу утворюється арахідонова кислота, яка входить до складу фосфоліпідів – основи клітинних мембран. Найбільша кількість її виявляється в мозку та м'язах. Крім того, арахідонова кислота як запальний медіатор бере участь у передачі клітинних сигналів.

Однак її надлишок (більш ніж 2 г на добу) для організму людини має негативний вплив, а тому джерело її синтезу – лінолеву кислоту потрібно блокувати за допомогою ліноленової кислоти [1]. Ліноленова кислота – зустрічається в таких оліях, як лляна, соєва, ріпакова. Рослинні жири відносять до основних джерел насичення організму людини незамінними ПНЖК, але олій зі збалансованим складом ПНЖК ω -6 та ω -3 у природі не існує.

В світі існують різні шляхи насичення організму людини ПНЖК, наприклад, розробка генетично-модифікованих олійних рослин з підвищеним вмістом ПНЖК, зокрема ω -3; використання біологічно активних добавок з вмістом ω -3; підвищення використання у харчуванні олій з підвищеним вмістом ПНЖК; отримання і застосування в харчуванні купажованих олій з необхідним вмістом і співвідношенням кислот ω -6 і ω -3; використання купажованих олій у виробництві продуктів харчування (молочні, емульсійні продукти, продукти дитячого харчування) [1]. Але все ж найбільш ефективним напрямком створення жирних продуктів зі збалансованим складом і співвідношенням ПНЖК сімейств ω -6 і ω -3 є отримання купажованих олій.

До переваг використання олій для корекції недостатності ПНЖК перед біологічно активними добавками та лікарськими препаратами відносять і те, що олії є традиційними харчовими продуктами, які не дають ускладнень і побічних реакцій в організмі, а також значно дешевше біологічно активних добавок, що важливо для малозабезпечених груп населення. До того ж купажування олій можна здійснити за більш простою в апаратурному оформленні, а тому і маловитратною та конкурентоспроможною технологією. Тому дослідження, які направлені на розробку та розрахунок з використання математичних методів рецептур купажів вітчизняних олій з поліпшеними фізіологічними властивостями, гарними органолептичними показниками та невисокою собівартістю, є актуальним.

2. Основна частина

Концепція купажування олій, як головний напрямок у розробці жирних продуктів функціонального призначення, була розроблена російськими вченими в кінці ХХ століття [2-4]. Для розробки купажів рекомендовано використовувати доступні олії, такі як соняшникову, кукурудзяну, оливкову, ріпакову, лляну та соєву [5]. Авторами дослідження для розробки купажу обрано три олії: соняшникову, ріпакову та соєву [6]. Цей вибір обумовлено різними складовими. Соняшникова олія – олія, яка більш за все використовується, а її смак є традиційним для населення України. Однак вона має один недолік – вміст ліноленової кислоти (ПНЖК ω -3) складає ~ 0,3 %. Ріпакова олія має невисоку собівартість, а ріпак, рослина з якої одержують олію, займає приблизно 10 % загальної площі посівів олійних культур у світі і з кожним роком ця цифра буде лише підвищуватися. Соєва, також як і ріпакова олія, найбільш розповсюджена олія на світовому ринку. Крім того, ріпакову як соєву олії відносять до олій ліноленової групи. Вміст ліноленової кислоти у цій групі досягає 10 % від загальної обсягу кислот, які входять до складу триацилгліцеридів [7], а жирнокислотний склад соєвої олії найбільш наближено до збалансованого [8].

На сьогодні відомо багато робіт [1, 9, 10], які присвячені одержанню купажів олій з підвищеною харчовою та фізіологічною цінністю. Однак в цих роботах надано вже готовий результат та не пропонується математична модель для розрахунку збалансованих сумішей. Для вирішення задачі оптимізації жирнокислотного складу шляхом купажування можна використовувати різні математичні методи. Існують літературні данні о використанні для рішення даної задачі методу на основі з'ясування максимуму узагальненої цільової функції, методу лінійного програмування, методу «золотого січення» та ін. [11 – 13]. Недоліком всіх цих методів можна вважати їх складність.

Авторами було запропоновано проводити розрахунок збалансованих за співвідношенням жирних кислот ω -6 та ω -3 рецептур купажів олій в пакеті програм MatCad з використанням вимог дієтологів та жирнокислотним складом олій, які надано в табл. 1. На основі проведених досліджень [11], масову частку соєвої олії приймаємо не більше ніж 0,25, так як при збільшенні кількості цієї олії смакові якості купажів можуть погіршуватися. Розрахунок купажу олій можна зробити шляхом рішення системи рівнянь з трьома змінними:

$$\begin{cases} \frac{K_{\Pi}^2 \cdot X_{\Pi} + K_{\text{P}}^2 \cdot X_{\text{P}} + K_{\text{C}}^2 \cdot X_{\text{C}}}{K_{\Pi}^3 \cdot X_{\Pi} + K_{\text{P}}^3 \cdot X_{\text{P}} + K_{\text{C}}^3 \cdot X_{\text{C}}} = \kappa \\ X_{\Pi} + X_{\text{P}} + X_{\text{C}} = 1 \\ 0 < X_{\Pi} < 1 \\ 0 < X_{\text{P}} < 1 \\ 0 < X_{\text{C}} < 0,25 \end{cases}, \quad (1)$$

де X_{Π} , X_{P} , X_{C} – масова частка соняшникової, ріпакової та соєвої олії, відповідно;

$K_{\Pi}^2, K_{\text{P}}^2, K_{\text{C}}^2 (K_{\Pi}^3, K_{\text{P}}^3, K_{\text{C}}^3)$ – масова частка жирних кислот родини ω -6 (ω -3);

κ – коефіцієнт співвідношення вмісту жирних кислот родин ω -6 (ω -3) у суміші олій (приймається від 3 до 10 і залежить від вимог дієтологів).

Таблиця 1

Жирнокислотний склад олій

Жирні кислоти	Олія		
	Соняшникова	Ріпакова	Соєва
Насичені (НЖК), %	11,0	9,4	14,0
пальмітинова, %	6,3	7,6	9,9
стеаринова, %	4,6	1,7	4,0
Мононенасичені (МНЖК), %	26,9	60,9	24,0
олеїнова, %	26,7	59,7	23,8
Поліненасичені (ПНЖК), %	62,1	29,7	62,0
лінолева, %	62,0	20,7	55,9
ліноленова, %	0,1	8,9	5,9

В результаті розрахунку можна одержати раціонально підібрані масові частки вихідних компонентів і таким чином оптимізувати за жирнокислотним складом купажі.

3. Висновки

В результаті роботи обґрунтовано вибір вітчизняних олій для одержання купажів з оптимізованим жирнокислотним складом. Запропоновано математичну модель роз-

рахунку купажів, які відповідатимуть співвідношенням збалансованих олій і після органолептичної оцінки можуть бути використані як для безпосереднього використання в їжу так і для одержання емульсійних продуктів функціонального призначення.

Література

1. Степычева, Н. В. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирно-кислотным составом [Текст] / Н. В. Степычева, А. А. Фудько // Химия растительного сырья. – 2011. – №2. – С. 27 – 33.
2. Александровский, Ю. А. Неврозы и перекисное окисление липидов [Текст] / Ю. А. Александровский, М. В. Поюровский, Г. Г. Незнамов. – М.: Наука, 1991. – 142 с.
3. Доценко, В. А. Теоретические и практические проблемы питания здорового и больного человека [Текст] / В. А. Доценко // Вопросы питания. – 2004. – №6. – С. 36–39.
4. Тудельян, В. А. Биологически активные добавки в питании человека [Текст] / В. А. Тудельян, Б. П. Суханов, А. Н. Австриевский [та ін.]. – Томск: НТЛ, 1999. – 296 с.
5. Шаззо, Р. И. Функциональные продукты питания [Текст] / Р. И. Шаззо, Г. И. Касьянов. – М.: Колос, 2000. – 248 с.
6. Матвеева, Т. В. Купажування олій з оптимізованим жирно кислотним [Текст] / Т. В. Матвеева, З. П. Федякіна, І. Є. Шаповалова, І. П. Петік // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – №11. – С. 116 – 120.
7. Арутюнян, Н. С. Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология оборудование [Текст] / Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнена – СПб : Гиорд, 2004. – 288 с.
8. Жмурина, Н. Д. Соево-жировые эмульсии с оптимизированным жирнокислотным составом [Текст] / Н. Д. Жмурина, Л. С. Большакова, Е. В. Литвинова // Вестник ОрелГИЭТ. – 2012. – №3(21). – С. 160 – 162.
9. Целебное салатное масло (Варианты) [Текст] : пат. 2292149 Рос. Федерация: МПК А 23 D 9/ 00 / Ковалева О. Н., Коваленко Г. А., Обухова Л. А. ; заявитель и патентообладатель ООО «Дэльфа». – № 2005104050/13 ; заявл. 15.02.2005 ; опубл. 27.01.2007, Бюл. № 3. – 3 с.
10. Салатное масло [Текст] : пат. 2390158 Рос. Федерация: МПК А 23 D 9/ 00. / Табакаева О. В.; заявитель и патентообладатель Табакаева О. В. – № 2009102148/13 ; заявл. 22.01.2009 ; опубл. 27.05.2010, Бюл. № 15. – 4 с.
11. Нечаев, А. П. Растительные масла функционального назначения [Текст] / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – 2005. – №3. – С. 20 – 21.
12. Рудаков, О. Б. Алгоритм оптимизации состава жировой фазы спредов [Текст] / О. Б. Рудаков // Масложировая промышленность. – 2006. – №3. – С. 42 – 44.
13. Способ получения растительных масел-смесей [Текст] : пат. 2437549 Рос. Федерация: МПК А 23 D 9/ 00. / Земляк К. Г, Окара А. И.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Хабаровская государственная академия экономики и права". – № 2010112184/13 ; заявл. 29.03.2010 ; опубл. 27.12.2011, Бюл. № 36. – 10 с.