

Борисова Алина Алексеевна, доц., кафедра иностранных языков, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

Borysova Alina, Associate Professor, Department of foreign languages, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkiwska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-69.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.03.2016. ХДУХТ, Харків.*

УДК 664.87

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ТА ЇХ КУПАЖІВ ПІД ЧАС ОБСМАЖУВАННЯ КАРТОПЛЯНИХ ЧІПСІВ

**О.А. Коваленко, В.М. Ковбаса, І.Г. Радзівська,
Б.В. Гребень, В.Ю. Нагорний**

Установлено принципову можливість застосування купажів рослинних олій зі збалансованим складом поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 для виробництва картопляних чіпсів. Розроблено склад фритюрних жирів рослинного походження, які відповідають вимогам фізіологічної повноцінності продукту. Доведено доцільність їх застосування під час виробництва картопляних чіпсів. За величиною пероксидного числа вибрано жири, що найменше підлягають процесам пероксидації.

Ключові слова: фритюрний жир, картопляні чіпси, жирнокислотний склад.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИХ КУПАЖЕЙ ПРИ ОБЖАРИВАНИИ КАРТОФЕЛЬНЫХ ЧИПСОВ

**Е.А. Коваленко, В.Н. Ковбаса, И.Г. Радзиевская,
Б.В. Гребень, В.Ю. Нагорный**

Установлена принципиальная возможность применения купажей растительных масел со сбалансированным составом полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -6 и ω -3 для производства картофельных чипсов. Разработан состав фритюрных жиров растительного происхождения, которые отвечают требованиям физиологической полноценности продукта. Доказана целесообразность их применения при производстве картофельных чипсов. По

величине перекисного числа избрано жиры, которые наименее подлежат процессам перекисидации.

Ключевые слова: фритюрный жир, картофельные чипсы, жирнокислотный состав.

RESEARCH OF STABILITY OF VEGETABLE OILS AND THEIR BLENDS WHEN FRYING POTATO CHIPS

E. Kovalenko, V. Kovbasa, I. Radzievskaya, B. Hreben, V. Nagornyj

Potato chips is a product that requires no cooking and is ready for use as a cereal, a garnish to various dishes, snacks to beverages (juice, milk, beer, etc.). The quality of potato chips depends mainly on the quality of potatoes and frying fat, which in the chips, on average, contains 25...30%. Currently relevant topic is the increase of the nutritive value rorouni products by balancing their fatty acid composition, particularly the ratio of fatty acids of ω -6 and ω -3 family according to the recommendations of the Ukrainian Institute of nutrition. It investigated fatty acid composition of vegetable oils (palm oil, sunflower oil, corn oil and rapeseed oil), and found that none of the oil does not comply with the balance of the fatty acid composition of the fatty acids polyunsaturated ω -6, ω -3 10:1. To provide a balanced ratio polyunsaturated fatty acids calculated fatty acid composition of blends of vegetable oils, which is obtained by mathematical calculation represented oils, an optimal ratio of polyunsaturated fatty acids, ω -6, ω -3, which was tested as a frying fat during frying chips. For frying potato chips in various vegetable oils and their blends were created the same conditions: 70 g of potato mass, roasting temperature of 160° C and roasting duration of 220 seconds. These parameters optimal for laboratory fryer that were identified during trial testing roasting potato chips. It is found that the highest resistance observed with the mixture of palm olein, peroxide value that does not extend beyond 10 mmol $\frac{1}{2}$ O/kg, for 6 hours of roasting, for a period of possible application of the oil under these conditions. The expediency of their use in the manufacture of potato chips. The magnitude of the number of peroxide elected fats that are less subject to the processes of peroxidation.

Keywords: frying fat, potato chips, fatty acid composition.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Картопля належить до найважливіших сільськогосподарських культур і є одним із найцінніших продуктів харчування. У структурі харчування пересічного жителя України вона займає одне з головних місць, поступаючись лише зерновим культурам. Популярність картоплі зумовлена низкою переваг, серед яких висока врожайність, низька собівартість оброблення, широке розповсюдження, здатність до тривалого зберігання. В Україні з картоплі виробляють різні продукти харчування, серед яких найпопулярнішими є картопляні чіпси.

Картопляні чіпси – це продукт, що не потребує кулінарної обробки та повністю готовий до споживання як сухий сніданок, гарнір до різних страв, закуска до напоїв (соку, молока, пива та ін.) [1].

Якість картопляних чіпсів залежить головним чином від якості картоплі та фритюрного жиру, якого в чіпсах в середньому міститься 25...30%. Жири для організму людини відіграють суттєву роль, а їх недостатня кількість у раціоні харчування викликає порушення діяльності нервової системи, зниження імунітету, зростання ризику тяжких захворювань тощо.

На сьогодні актуальною темою є підвищення харчової цінності жиромісних продуктів шляхом збалансування їх жирнокислотного складу, зокрема співвідношення жирних кислот родини ω -6 і ω -3 відповідно до рекомендацій Українського НДІ харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Національному технічному університеті «Харківському політехнічному інституті» досліджували олії та проводили купажування олій з оптимізованим жирнокислотним складом [3]. Для розробки купажів авторами рекомендовано використовувати такі доступні олії, як ріпакову, лляну, кукурудзяну, оливкову та соєву. Останнім часом у літературі зустрічається багато прикладів купажів на основі менш поширених олій, таких як гарбузова, конопляна, рижикова та олія із зародків пшениці [4]. Проте отримання купажів на основі цих олій у великих масштабах маловірогідне, тому що ці олії внаслідок високої собівартості в Україні практично не виробляються.

Останнім часом ученими проводяться дослідження щодо кінетики окиснення рослинних олій та встановлено, що найбільш стійкими до окиснення є високоолеїнові олії [2].

Мета статті – розробити склад фритюрного жиру для обсмажування картопляних чіпсів з урахуванням сучасних вимог нутриціології та дослідити його стійкість у процесі обсмажування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами досліджень були пальмовий олеїн, соняшникова, ріпакова та кукурудзяна олії. Ріпакову олію було видобуто на лабораторному пресі з насіння з незруйнованою структурою, інші олії придбано в роздрібній торговельній мережі, а пальмовий олеїн одержано від компанії «Дельта Вілмар СНД». Пероксидне число визначали згідно з ДСТУ ISO 3960-2001 «Жири і олії тваринні і рослинні. Визначання пероксидного числа (ISO 3960:1998, IDT)», жирнокислотний склад згідно з ДСТУ ISO 5509-2002 «Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот (ISO 5509:2000, IDT)». Детекцію жирних кислот здійснювали на газовому хроматографі виробництва Hewlett-Packard HP6890 із полум'яно-іонізаційним детектором, інжектор S/S із виділенням потоків, колонка Sp2380, довжина 100 м, внутрішній діаметр 0,25 мм, товщина покриття 0,2 мкм. Умови хроматографування: температура інжектора 280° С, виділення потоку 100:1, температура детектора 290° С. Колонка

працює в режимі постійного потоку швидкістю 1,2 мл/хв, газ-носії – гелій. Температурний градієнт термостата колонок від 60 до 250° С.

Цілеспрямований підбір складу сумішей на основі традиційних і менш поширених на території України олій у різних співвідношеннях дозволяє отримати купажований фритюрний жир із заданим складом ненасичених жирних кислот і хорошими органолептичними показниками.

Слід зазначити, що головною запорукою харчової цінності жирних продуктів є жирнокислотний склад, а саме співвідношення поліненасичених і насичених жирних кислот. Згідно з рекомендаціями різних авторів (І.М. Скуріхин, А.П. Нечаєв, Н.В. Кацерикова, В.А. Тутельян), вміст триацилгліцеролів у харчових продуктах повинен становити 10...20% поліненасичених (ПНЖК), 50...60% мононенасичених (МЖК) і 30% насичених (НЖК) жирних кислот. За даними А.П. Нечаєва, на частку есенціальних жирних кислот повинно припадати 4...6% енергетичної цінності харчового раціону здорової людини. Важливо, щоб співвідношення ПНЖК родин ω -6 та ω -3 становило не більше 10:1, а в разі порушення ліпідного обміну – 5:1 і навіть 3:1. Указане співвідношення відповідає рекомендованому дієтологами співвідношенню есенціальних жирних кислот для оздоровчо-профілактичного харчування.

Жирнокислотний склад олій, що досліджували, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Жирнокислотний склад олій, що досліджували

Зразок	Вміст поліненасичених жирних кислот, %		Співвідношення ω -6: ω -3
	ПНЖК ω -6	ПНЖК ω -3	
Соняшникова олія	53,44	0,25	213,7:1,0
Кукурудзяна олія	44,00	0,65	67,7:1,0
Пальмовий олеїн	10,70	–	–
Ріпакова олія	18,67	9,14	2,0:1,0

Із таблиці бачимо, що жодна з наведених олій не відповідає вимогам збалансованості жирнокислотного складу. Щоб забезпечити збалансоване співвідношення поліненасичених жирних кислот, необхідно розрахувати їх вагове співвідношення. Для проведення подальших експериментальних досліджень розраховано жирнокислотний склад купажів рослинних олій:

$$\frac{m_a * c_a^1 + m_b * c_b^1 + m_n * c_n^n}{m_a * c_a^2 + m_b * c_b^2 + m_n * c_n^n} = 1 \quad (1)$$

$$m_a + m_b + m_n = 1, \quad (2)$$

де m_a, m_b, m_n – маса відповідної рослинної олії в купажах, кг; c_a^1, c_b^1, c_n^n – вміст лінолевої кислоти відповідної рослинної олії в купажах, %; c_a^2, c_b^2, c_n^n – вміст α -лінолевої кислоти відповідної рослинної олії в купажах, %.

Отримали купажі рослинних олій з оптимальним співвідношенням поліненасичених жирних кислот ω -6: ω -3, що наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Склад ПНЖК сумішей рослинних олій

Зразок	Вміст поліненасичених жирних кислот, %		
	ПНЖК ω -6	ПНЖК ω -3	Співвідношення ω -6: ω -3
Соняшникова олія 50% + ріпакова олія 50%	40,63	4,62	8,8:1,0
Кукурудзяна олія 50% + ріпакова олія 50%	39,33	4,63	8,5:1,0
Пальмовий олеїн 40% + кукурудзяна олія 30% + ріпакова олія 30%	27,88	2,78	10,0:1,0
Пальмовий олеїн 20% + кукурудзяна олія 40% + ріпакова олія 40%	33,60	3,70	9,1:1,0

Як бачимо з таблиці 2, у всіх сумішах досягнуто рекомендоване співвідношення ПНЖК ω -6: ω -3.

Традиційно для обсмажування пелюсток сирій картоплі застосовують жири зі слабвираженим ароматом, оскільки він може впливати на аромат кінцевого продукту. Будь-яка зміна аромату жиру через окиснення або згірклість зумовлює погіршення аромату та смаку картопляних чіпсів. Тому для збереження притаманних картопляним чіпсам смаку та аромату не можна допускати значного окиснення жиру або його згірклості. Крім того, від якості фритюру залежить також стійкість картопляних чіпсів під час зберігання. Численними дослідженнями встановлено, що під час нагрівання жирів до

температури, необхідної для обсмажування чіпсів, перебігає одночасно три реакції: гідроліз, окиснення та полімеризація.

Тому наступним етапом було визначення стабільності рослинних олій (зразок № 1 – пальмовий олеїн, зразок № 2 – соняшникова олія, зразок № 3 – кукурудзяна олія) та їх купажів (зразок № 4 – пальмовий олеїн 40% + кукурудзяна олія 30% + ріпакова олія 30%, зразок № 5 – пальмовий олеїн 20% + кукурудзяна олія 40% + ріпакова олія 40%, зразок № 6 – кукурудзяна олія 50% + ріпакова олія 50%, зразок № 7 – соняшникова олія 50% + ріпакова олія 50%) за умов фритюру. Стійкість олій і їх купажів оцінювали за величиною пероксидного числа протягом 6 годин обсмажування, терміном можливого застосування олії в цих умовах (рис.). Для обсмажування картопляних чіпсів у різних рослинних оліях і їх купажах було створено однакові умови: маса картоплі 70 г, температура обсмажування 160° С і тривалість обсмажування 220 секунд. Ці параметри оптимальні для лабораторної фритюрниці, що було визначено пробним тестуванням під час обсмажування картопляних чіпсів.

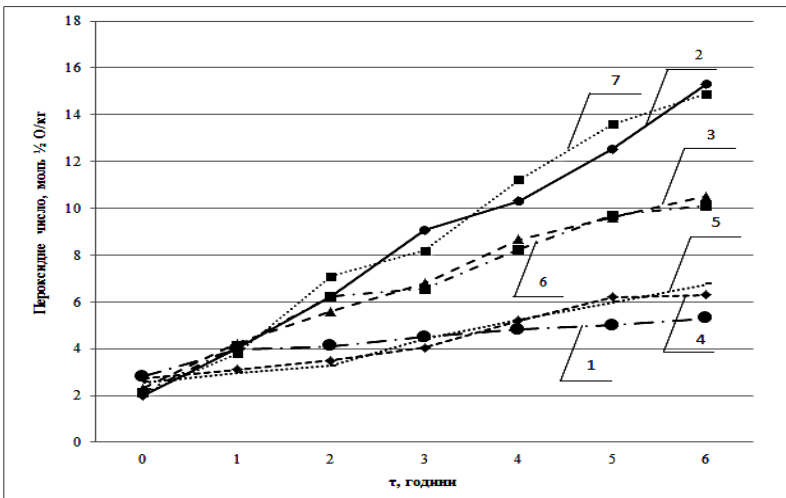


Рис. Зміна пероксидного числа олій та їх купажів під час обсмажування картопляних чіпсів: 1 – пальмовий олеїн; 2 – соняшникова олія; 3 – кукурудзяна олія; 4 – пальмовий олеїн 40% + кукурудзяна олія 30% + ріпакова олія 30%; 5 – пальмовий олеїн 20% + кукурудзяна олія 40% + ріпакова олія 40%; 6 – кукурудзяна олія 50% + ріпакова олія 50%; 7 – соняшникова олія 50% + ріпакова олія 50%

Під час обсмажування відбувається окиснення жирів, яке залежить від температури та інтенсивності взаємодії жирних кислот із киснем. Аналіз кінетики окиснення розроблених купажів за величиною пероксидного числа показав, що швидкість накопичення пероксидних з'єднань пропорційна ступеню їх ненасиченості. Протягом терміну окиснення найменше значення пероксидного числа серед усіх зразків, що досліджувалися, спостерігається в пальмовому олеїні та його купажах, а саме: протягом 6 годин окиснення найвищу стійкість зафіксовано для пальмового олеїну без добавок, пероксидне число якого становить 5,30 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг. Менш стійкими є зразки: № 4 (пальмовий олеїн 40% + кукурудзяна олія 30% + ріпакова олія 30%) з 6,29 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, № 5 (пальмовий олеїн 20% + кукурудзяна олія 40% + ріпакова олія 40%) із 6,76 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, № 6 (кукурудзяна олія 50% + ріпакова олія 50%) із 10,10 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, № 3 (кукурудзяна олія) із 10,50 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, № 7 (соняшникова олія 50% + ріпакова олія) із 14,90 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, найбільш нестійким виявився зразок № 2 (соняшникова олія) із пероксидним числом 15,30 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг. Імовірно, це пов'язано з особливістю жирнокислотного складу олій. Найменше накопичення пероксидного числа в зразках, що досліджувались, спостерігається в пальмовому олеїні та його купажах. Це пов'язано з тим, що в жирнокислотному складі пальмового олеїну відсутні ω -3 та менше міститься поліненасичених жирних кислот ω -6, ніж у соняшниковій, кукурудзяній оліях і їх купажах.

Висновки. Проаналізовано та опрацьовано жирнокислотний склад рослинних олій (пальмовий олеїн, соняшникова, кукурудзяна та ріпакова олії). За співвідношенням ПНЖК ω -6: ω -3 як 10:1 розраховано склад купажів рослинних олій, які апробовано як фритюрний жир для обсмажування чіпсів. Установлено, що найвищою стійкістю відзначаються суміші з пальмовим олеїном, пероксидне число яких не виходить за межі 10 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, протягом 6 годин окиснення. Для застосування в технології картопляних чіпсів рекомендовано такі купажані фритюрні олії з точки зору співвідношення ω -6: ω -3 (пальмовий олеїн 40% + кукурудзяна олія 30% + ріпакова олія 30% та кукурудзяна олія 50% + ріпакова олія 50%).

Список джерел інформації / References

1. Бондарчук А. А. Картопля : енциклопедичний довідник. Т. 4 / А. А. Бондарчука ; за ред. А. А. Бондарчука, М. Я. Молоцького. – Біла Церква, 2009. – 376 с.

Bondarchuk, A.A., Molocz`kogo, M.Ya. (2009), *Potatoes: Encyclopedic Reference [Kartoplya: Ency`klopedy`chny`j dovidny`k]*, White Church, 376 p.

2. Прохорова Л. Т. Температурная зависимость окисления пищевых растительных масел / Л. Т. Прохорова, Л. Н. Журавлева, Т. П. Аюкова, И. В. Довгалоук, И. А. Лисицына, В. В. Ладыгин // Масложировая промышленность. – 2011. – № 4.

Proxорова, L.T., Zhuravleva, L.N., Ayukova, T.P., Dovgalyuk, Y.V., Ly`sy`czyна, Y.A., Ladygu`n, V.V. (2011), "Temperaturnaya dependence oxidation pyschevyyh rastytel'nykh oils", *Maslozhyrovaуа Industry* ["Temperaturnaya zavу`sy`most okу`y sleny`ya ru`shhevykh rastу`tel`nykh масel"], *Maslozhыrovaya promыshlennost`*], No. 4.

3. Федякіна З. П. Купажування олій з оптимізованим жирнокислотним складом / З. П. Федякіна, Т. В. Матвєєва, І. Є. Шаповалова, І. П. Петік // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 11.

Fedyakina, Z.P., Matvuyeyeva, T.V., Shapovalova, I.Ye., Petik, I.P. (2013), "Blending oils with optimized fatty acid composition", *Herald* ["Kupazhuvannya oliу` z opу`y mizovany`m zhy`moky`slotny`m skladom"], *Visny`k*, NTU "KPI", No. 11.

4. Сикоев З. Х. Улучшение потребительских свойств растительного масла методом купажирования / З. Х. Сикоев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1.

Sy`koev, Z.X. (2009), "Improving consumer properties of vegetable oil by blending", *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences* ["Uluchsheny`e potreby`tel`sky`x svojstv rastу`tel`nogo masla metodom kupazhy`rovany`ya"], *Y`zvesty`ya Samarskogo nauchnogo centra Rossy`jskoу` akademу`y` nauk*], T. 11, No. 11.

Коваленко Олена Артурівна, асп., кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. E-mail: alenkala@ukr.net.

Коваленко Елена Артуровна, асп., кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. E-mail: alenkala@ukr.net.

Kovalenko Elena, graduate student, Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirskа str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601. E-mail: alenkala@ukr.net.

Ковбаса Володимир Миколайович, д-р техн. наук, проф., кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601.

Ковбаса Владимир Николаевич, д-р техн. наук, проф., кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601.

Kovbasa Vladimir, Doctor of Technical Sciences (comparable to the degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirskа str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

Радзівєвська Ірина Гіронтіївна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології жирів і парфумерно-косметичних продуктів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601.

Радзиевская Ирина Гиронтиевна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии жиров и парфюмерно-косметических продуктов, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601.

Radzievskaya Irina, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirskaya str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

Гребень Богдан Володимирович, студ., кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601.

Гребень Богдан Владимирович, студ., кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601.

Hreben Bogdan, undergraduate, Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirskaya str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

Нагорний Владислав Юрійович, студ., кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601.

Нагорный Владислав Юрьевич, студ., кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601.

Nagornyj Vladislav, undergraduate, Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirskaya str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.03.2016. ХДУХТ, Харків.*

УДК 658.562:06.83

РОЗРОБКА ФІЗІОЛОГІЧНО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

О.В. Жулінська, К.В. Свідло, Л.М. Мостова, Л.Г. Мартиненко

Методом фізичного моделювання розроблено фізіологічну модель забезпечення потреб середньостатистичної людини поживними речовинами. Методом наближення побудовано кількісну оцінку комплексного показника якості їжі у вигляді ряду Тейлора. За одиничні базові показники якості їжі обрано показники добового раціону людини. Невідомі коефіцієнти в ряду Тейлора знаходяться обчисленням похідної від функції одиничних показників якості, отриманої фізіологічно-математичним моделюванням. Відносна похибка обчислення комплексного показника якості за допомогою двох членів

© Жулінська О.В., Свідло К.В., Мостова Л.М., Мартиненко Л.Г., 2016