

VEGETABLE OILS AS A SOURCE OF FUNCTIONAL INGREDIENTS
РОСЛИННІ ОЛІЇ ЯК ДЖЕРЕЛА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ
РАСТИТЕЛЬНЫЕ МАСЛА КАК ИСТОЧНИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ИНГРЕДИЕНТОВ

O. Kobets, O. Arpul, V. Dotsenko

О.С. Кобець, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко

Е. С. Кобец, О. В. Арпуль, В.Ф. Доценко

Національний університет харчових технологій

Национальный университет пищевых технологий

National University of Food Technologies

Abstract. The article discusses the current state and prospects of food fortification by vegetable oils and their benefits and effects on the human body. The comparative characteristic of various vegetable oils of ukrainian producers was made. The features of the chemical composition of the investigated materials were described. The content of fat-soluble vitamins was determined. The fatty acid composition of raw materials was investigated. The blend oils with a balanced ratio of polyunsaturated fatty acids were developed. The changing the fatty acid composition of semi-finished biscuit, with the addition blends with kneading and after baking were defined.

Анотація. В статті розглянуто сучасний стан і перспективи збагачення харчових продуктів рослинними оліями, а також їх користь та вплив на організм людини. Наведено порівняльну характеристику рослинних олій різних українських виробників. Описано особливості хімічного складу досліджуваної сировини, визначено вміст у них жиророзчинних вітамінів. Проведено дослідження жирнокислотного складу сировини. Розроблено купажі олій зі збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот. Визначено зміну

жирнокислотного складу бісквітних напівфабрикатів з додаванням купажів при замішуванні тіста та після випікання.

Аннотация. В статье рассмотрены современное состояние и перспективы обогащения пищевых продуктов растительными маслами, а также их пользу и влияние на организм человека. Приведена сравнительная характеристика растительных масел разных украинских производителей. Описаны особенности химического состава исследуемого сырья, определено содержание в нем жирорастворимых витаминов. Проведено исследование жирнокислотного состава сырья. Разработаны купажи масел со сбалансированным соотношением полиненасыщенных жирных кислот. Определены изменения жирнокислотного состава бисквитных полуфабрикатов с добавлением купажей при замесе теста и после выпекания.

Tags: Pastry products, polyunsaturated fatty acids, fat soluble vitamins, vegetable oils.

Ключові слова: борошняні кондитерські вироби, поліненасичені жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни, рослинні олії.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, полиненасыщенные жирные кислоты, жирорастворимые витамины, растительные масла.

Постановка проблеми. Однією з основних задач сьогодення є створення безпечних, високоякісних та повноцінних харчових продуктів функціонального призначення, збалансованих за основними поживними речовинами, і споживання яких знаходиться на першому місці у всіх верств населення.

Нині спостерігається тенденція порушення харчового раціону населення нашої країни: надмірне споживання тваринних жирів та дефіцит поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), повноцінних білків, вітамінів, мінеральних речовин, макро-, мікроелементів, харчових волокон. Це пов'язано з тим, що в системі харчування переважають, в більшості, рафіновані продукти

– з очищеної сировини, звільненої не тільки від сторонніх включень, токсинів, мікроорганізмів, але і від багатьох необхідних речовин, які забезпечують життєдіяльність організму.

Борошняні кондитерські вироби (БКВ) є продуктами повсякденного вживання, які водночас мають незбалансований хімічний склад. Будучи перенасиченими вуглеводами, вони містять недостатню кількість білків та ПНЖК. Особливістю технології виробництва БКВ є високий відсоток використання твердих жирів, які містять, в основному, насичені жирні кислоти, та відносно невисокий вміст рослинних олій, багатих ненасиченими жирними кислотами. Але, відомо, що важливий не лише загальний вміст жиру, але і якісний склад жирних кислот, які до нього входять. За цим показником рослинні олії, які містять моно- та поліненасичені жирні кислоти значно переважають вершкове масло, основну сировину, що використовується у виробництві БКВ, яке складається переважно з насичених жирних кислот. Тому збагачення БКВ саме рослинними оліями є доцільним і актуальним [1].

Рослинні олії є перспективним джерелом функціональних інгредієнтів, а саме ПНЖК та жиророзчинних вітамінів. Їх асортимент на ринку України досить різноманітний, а найбільш корисними для організму людини вважаються нерафіновані. Рафіновані олії більш стійкі до зберігання, але, збіднені жиророзчинними вітамінами та ПНЖК [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив на організм людини ПНЖК значний – постійна їх нестача стає причиною розвитку ряду захворювань (судинних, печінки, суглобів та нервової системи). Їх роль важко переоцінити, вони знижують рівень холестерину в крові і перешкоджають розвитку атеросклерозу, знижують артеріальний тиск і сприяють розрідженню крові, не дають утворюватися тромбам, також позитивно впливають на роботу мозку, покращують розумову діяльність, нормалізують жировий обмін в організмі, сприяють поліпшенню пам'яті та зору [3, 4].

Нині виділяють кілька класів жирних кислот, які входять до харчових жирів: насичені (міристинова, пальмітинова, стеаринова та інші), мононенасичені (ω -9 – олеїнова), поліненасичені (ω -6 – арахідонова, лінолева, ω -3 – ліноленова, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова) жирні кислоти. Есенціальні ω -6 та ω -3 ПНЖК майже не синтезуються в організмі людини, а потрапляють із харчовими продуктами [5].

Важливим показником при характеристиці біологічної цінності олій вважається співвідношення ω -6: ω -3 ПНЖК. Науково доведено, що на частку есенціальних жирних кислот необхідно 4...6% енергетичної цінності харчового раціону дорослої людини і співвідношення ω -6 до ω -3 повинно складати 9...10:1, а при порушенні ліпідного обміну – 5:1 і навіть 3:1, хоча реально для тваринних жирів воно перевищує 20...30:1 [5, 6].

Відомо, що рослинні олії багаті природними антиоксидантами (токоферолами, вітаміном А, каротинами, фосфоліпідами), які, пригнічують реакції вільнорадикального окиснення зв'язуванням вільних радикалів і утворенням стабільних хімічних сполук, подовжуючи тим самим термін зберігання харчових продуктів [7].

Мета дослідження. Визначити жирнокислотний та вітамінний склад рослинних олій, можливості їх використання в технології бісквітних напівфабрикатів.

Задля досягнення мети були поставлені такі завдання:

- визначити основні фізико-хімічні показники та жирнокислотний склад досліджуваних олій;
- визначити біологічної цінності досліджуваної сировини.
- провести купажування олій для оптимізації жирнокислотного складу.
- визначити зміну жирнокислотного складу бісквітних напівфабрикатів при замішуванні тіста та після випікання.

Матеріали і методи. Склад ізомерів токоферолу визначали методом хроматографічного аналізу; загальний вміст каротиноїдів –

спектрофотометричним методом; аналіз фітостеринів – методом зворотно-фазової ВЕЖХ; жирнокислотний склад рослинних олій – на газорідинному хроматографі із полум'яно-іонізуючим детектором на скляній колонці.

Виклад основного матеріалу. Попит на олії збільшується з кожним днем, тому останнім часом на ринку України значно збільшилась чисельність фірм, які виробляють рослинні олії з нетрадиційної сировини. Критерієм вибору їх для дослідження був обраний вміст ПНЖК та жиророзчинних вітамінів. З огляду літератури відомо, що олія зародків пшениці та олія рижю багаті на токоферол, а олія плодів шипшини та олія насіння гарбуза – каротинами. Враховуючи ряд критеріїв, таких як користь олії згідно документацій виробників та літературних джерел, їх цінова пропозиція та фізико-хімічні показники нами були обрані рослинні олії з нетрадиційної сировини, які виробляються найбільшими фірмами України, а саме:

- зразок 1 – олія з зародків пшениці «Житомирбіопродукт»;
- зразок 2 – олія з зародків пшениці «Агросільпром»;
- зразок 3 – олія рижієва «Харківнатурпродукт»;
- зразок 4 – олія плодів шипшини «Житомирбіопродукт»;
- зразок 5 – олія шипшини «Агросельпром»;
- зразок 6 – олія плодів шипшини «ТМ Перлина Полісся»;
- зразок 7 – олія насіння гарбуза «Житомирбіопродукт»;
- зразок 8 – олія гарбузова «Агросельпром»;
- зразок 9 – олія з насіння гарбуза «ТМ Перлина Полісся».

Унікальні біологічні властивості олій обумовлені присутністю в їх складі перш за все таких активних комплексів, як токофероли та каротин, які є природними антиоксидантами, а також незамінних ПНЖК, в тому числі лінолевої, ліноленової та стеринів. Це визначило вибір для подальшого дослідження в зразках таких біологічно активних речовин, як каротин, токофероли, стерини та жирні кислоти.

Вміст біологічно активних речовин в обраних рослинних оліях наведено в табл.1.

Таблиця1 – Вміст біологічно активних речовин в рослинних оліях

Зразки	Токофероли, мг/100г				β-каротин, мг/100г	Стерини, %
	Разом	α	β	δ+γ		
Зразок 1	87,6	63,7	20,5	3,4	11,3	0,21-0,44
Зразок 2	62,1	42,3	18,2	1,6	8,6	0,19-0,33
Зразок 3	97,9	62,3	30,74	4,86	7,4	0,25-0,53
Зразок 4	16,4				69,7	0,33-0,51
Зразок 5	15,7				53,4	0,22-0,34
Зразок 6	14,7				51,2	0,25-0,41
Зразок 7	14,6				25,6	0,33-0,49
Зразок 8	7,7				17,7	0,24-0,36
Зразок 9	5,3				15,3	0,21-0,34

Токофероли представляють собою високомолекулярні циклічні спирти, у жировій частині насіння та плодів знайдено чотири їх фракції - α, β, δ, γ. За отриманими даними (табл. 1) можна зробити висновок, що найбільший вміст токоферолів - 87,6 та 97,9 мг/100г міститься у зразках №1 та №3 відповідно. Причому вміст α-токоферолів складає 72,7 та 63,3% від загальної їх кількості. Одночасно вміст каротину в цих оліях значно менший та становить 11,3 та 7,4 мг/100г для зразків №1 та №3.

Найбільше каротинів міститься в олії плодів шипшини (зразок №4) і становить 69,7 мг/100г. У всіх інших досліджуваних зразках їх вміст знижується. Вміст токоферолів у зразках з високим вмістом каротину (зразок №4...9), коливається у межах 14,7...16,4 мг/100г в залежності від фірми виробника.

Досліджено, що у всіх, без винятку, оліях містяться стерини в невеликій кількості – 0,19...0,49%. Відомо, що вони знижують рівень холестерину, шляхом зменшення його всмоктування в кров.

За формулою збалансованого харчування академіка А.А. Покровського приблизна добова потреба дорослої людини в рослинній олії складає 20...30г, а оптимальне співвідношення в добовому раціоні харчування дорослої людини

повинно складати 30% – насичені кислоти, 50...60% – мононенасичені кислоти, 10...30% – поліненасичені кислоти. До останніх відноситься лінолева (ω -6), ліноленова (ω -3), арахідонова (ω -6) кислоти, які є важливими есенціальними нутрієнтами харчування, і в організмі не синтезуються, тому повинні надходити з їжею.

Оскільки з проведених досліджень олія зародків пшениці, плодів шипшини фірми «Житомирбіопродукт» та олія рижієва «Харківнатурпродукт» мають значний вміст жиророзчинних вітамінів (табл.1), та порівняно невисоку цінову пропозицію, постало питання оцінки жирнокислотного складу обраних олій, який має вагомe значення у нормалізації функцій організму людини та у харчуванні.

Розгорнутий жирнокислотний склад досліджуваної сировини, а саме, олії з зародків пшениці, олії плодів шипшини, олії рижієвої та сировини, яка найбільш широко використовується у виробництві БКВ – масла вершкового наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Розгорнутий жирнокислотний склад досліджуваної сировини

Найменування	Жирнокислотний склад			
	Масло вершкове	Олія плодів шипшини	Олія зародків пшениці	Олія рижієва
Насичені жирні кислоти				
Масляна С _{4:0}	6,95	-	-	-
Капронова С _{6:0}	2,86	-	-	-
Каприлова С _{8:0}	3,63	-	-	-
Капринова С _{10:0}	3,99	-	-	-
Лауринова С _{12:0}	5,65	-	-	-
Міристинова С _{14:0}	10,33	0,13	0,06	-
Пальмітинова С _{16:0}	33,48	7,02	12,70	5,80
Стеаринова С _{18:0}	9,87	3,18	0,61	2,70
Арахінова С _{20:0}	0,11	0,36	0,13	-
Бегенова С _{22:0}	0,09	0,61	0,10	0,30
Лігноцеринова С _{24:0}	-	0,70	0,06	0,20
НЖК (всього)	76,96	11,57	13,66	9,00
Мононенасичені жирні кислоти				
Пальмітолеїнова С _{16:1}	2,82	0,12	0,14	0,10
Олеїнова С _{18:1}	13,67	19,69	15,80	17,90
Гадолеїнова С _{20:1}	-	0,16	1,11	-

Еруковая C _{22:1}	-	-	0,26	2,50
Нізінова C _{24:1}	-	0,03	0,23	-
МНЖК (всього)	16,49	20,00	17,54	20,50
Поліненасичені жирні кислоти				
Лінолева (ω-6) C _{18:2}	6,12	66,03	64,30	30,70
Ліноленова (ω-3) C _{18:3}	0,43	1,75	4,03	35,90
Ейкозадієнова (ω-6) C _{20:2}	-	0,22	0,27	2,50
Ейкозотрієнова (ω-6) C _{20:3}	-	-	-	1,20
Докозадієнова(ω-6) C _{22:2}	-	-	0,20	0,20
ПНЖК (всього)	6,55	68,00	68,80	70,50
НЖК:МНЖК:ПНЖК	12:2,5:1	1:1,8:6	1:1,2:5	1:2,3:8
ω-6 : ω-3	14:1	37:1	16:1	1:1

З табл. 2 видно, що масло вершкове містить 76,96% насичених жирних кислот, зокрема, міристинової, пальмітинової, та 16,49% МНЖК, з яких в основному переважає олеїнова. На відміну від тваринного жиру, олія шипшини та олія зародків пшениці багаті ПНЖК, особливо лінолевою (ω-6) – 66,03 та 64,30% відповідно, що в 10 разів більше ніж у маслі вершковому. А вміст ліноленової кислоти в олії рижівій, яка відноситься до групи ω-3, складає 35,9%.

Доведено, що одночасна присутність усіх трьох незамінних жирних кислот – необов'язкова, оскільки в організмі людини відбувається перехід одних кислот в інші. З лінолевої кислоти шляхом десатурації в організмі утворюється ліноленова, а з гамма-ліноленової шляхом елонгації можна одержати арахідонову. Таким чином, тваринні організми не здатні синтезувати саме лінолеву та ліноленову кислоти, але можуть здійснювати їх перетворення в більш довголанцюгові ПНЖК (ейкозапентаєнову та докозагексаєнову) [8].

При оцінці якості рослинних олій велике значення має вміст в їх складі ПНЖК, найбільш значущими з яких є два представника цього сімейства – лінолева та ліноленова кислоти. У відповідності з рекомендаціями Всесвітньої організації здоров'я оптимальне співвідношення ПНЖК ω-6:ω-3 в раціоні здорової людини складає 9...10:1, це пов'язано з тим, що при їх одночасному надходженні в організм виникають конкурентні взаємовідносини в метаболізмі

цих кислот, що впливає на синтез арахідонової кислоти, надлишок якої в організмі викликає серію небезпечних процесів.

З отриманих даних випливає, що жодна з рослинних олій не відповідає рекомендаціям оптимального співвідношення ПНЖК ω -6: ω -3. Саме тому нами був проведений розрахунок купажів рослинних олій, масові долі яких визначали з необхідності отримання заданого співвідношення ПНЖК (ω -6: ω -3 = 9...10:1).

Результати розрахунку співвідношення компонентів купажованих олій наведені в табл.3.

Таблиця 3 – Співвідношення компонентів купажованих олій з оптимальним співвідношенням ПНЖК ω -6: ω -3

Співвідношення	Олія зародків пшениці: олія рижієва (купаж №1)	Олія плодів шипшини: олія рижієва (купаж №2)
	90:10	85:15
НЖК	13,2	11,5
МНЖК	17,8	20,1
ω -6 ПНЖК	61,8	61,5
ω -3 ПНЖК	7,2	6,8
Співвідношення ω-6:ω-3	9:1	9:1

Отже, рослинні олії з зародків пшениці та плодів шипшини, які є базовими купажів, мають у своєму складі близько 60...65% лінолевої (ω -6) кислоти (табл.3). При додаванні до них олії рижієвої, в складі якої 35,9% ліноленової (ω -3) кислоти (табл.2), відбувається збалансування купажів за співвідношенням ПНЖК ω -6: ω -3, яке становить 9:1. Крім того, олії, що входять до купажів, містять у своєму складі унікальні природні антиоксиданти – каротини та токофероли, які запобігають окисленню купажів, тим самим подовжуючи їх термін зберігання, а при використанні їх у їжу – на молекулярному рівні захищають організм від дії вільних радикалів. Таким чином, змішуючи рослинні олії в обраних частинах отримано їх купажі зі збалансованим співвідношенням ПНЖК ω -6: ω -3.

Якість БКВ, в тому числі бісквітних н/ф залежить не лише від якості виробництва, а і від умов зберігання та фізико-хімічних змін, які відбуваються при цьому. На нашу думку, домінуючим фактором, який обумовлює термін зберігання бісквітних н/ф є зміна стану ліпідного комплексу. До його складу входять жири у кількості 10% до маси сировини, які за рахунок високого вмісту ПНЖК нестійкі при зберіганні, тому в процесі замішування тіста, випікання та зберігання бісквітних н/ф проходять хімічні зміни, в результаті яких іде накопичення різних продуктів окиснення жирів (перекиси, альдегіди, кетони), що супроводжується погіршенням органолептичних властивостей.

З літературних джерел [9] відомо, що окислення жирів сильно залежить від жирнокислотного складу олій. Технологія бісквітних н/ф передбачає процес випікання, при якому безумовно змінюється ліпідний склад. Враховуючи вище сказане, постає інтерес у визначенні зміни жирнокислотного складу жирової складової бісквітних н/ф при замішуванні тіста та після випікання (табл.4).

Таблиця 4 - Зміна жирнокислотного складу бісквітних напівфабрикатів виготовлених з використанням купажів олій

Кислота	Жирнокислотний склад, % тіста і бісквітних напівфабрикатів виготовлених на:			
	Купаж №1		Купаж №2	
	тісто	готовий виріб	тісто	готовий виріб
Насичені жирні кислоти				
Міристинова C _{14:0}	0,05	0,07	0,11	0,17
Пальмітинова C _{16:0}	12,01	16,27	6,84	10,25
Стеаринова C _{18:0}	0,82	1,56	3,11	5,55
Арахінова C _{20:0}	0,12	0,25	0,31	0,49
Бегенова C _{22:0}	0,12	0,09	0,56	0,44
Лігноцеринова C _{24:0}	0,07	0,05	0,63	0,38
НЖК (всього)	13,19	18,29	11,55	17,28
Мононенасичені жирні кислоти				
Пальмітолеїнова C _{16:1}	0,14	0,22	0,12	0,2
Олеїнова C _{18:1}	16,01	15,79	19,42	18,58
Гадолеїнова C _{20:1}	1,00	0,95	0,14	0,13
Еруковая C _{22:1}	0,48	0,37	0,38	0,26
Нізинова C _{24:1}	0,21	0	0,03	0,00
МНЖК (всього)	17,84	17,33	20,08	19,17
Поліненасичені жирні кислоти				
Лінолева (ω-6) C _{18:2}	60,94	56,9	60,73	56,72

Ліноленова (ω -3) C _{18:3}	7,22	6,92	6,87	6,24
Ейкозадієнова (ω -6) C _{20:2}	0,49	0,33	0,56	0,48
Ейкозотрієнова (ω -6) C _{20:3}	0,12	0,09	0,18	0,11
Докозадієнова(ω -6) C _{22:2}	0,20	0,14	0,03	0,00
ПНЖК (всього)	68,97	64,38	68,37	63,55
НЖК:МНЖК:ПНЖК	1:1,4:5,2	1:1:3,7	1:2:6	1:1,1:3,7
ω-6 : ω-3	1:9	1:8	1:9	1:9

Аналіз отриманих даних показує, що в процесі випікання у бісквітному н/ф збільшується кількість насичених жирних кислот з додаванням купажу №1 у 1,4 рази та купажу №2 у 1,5 рази і відповідно зменшується кількість моно- і поліненасичених жирних кислот, що може спрогнозувати більшу стійкість до самоокиснення бісквітних н/ф в процесі зберігання. У досліджуваних зразках знаходиться вільна волога, яка легко вступає в розщеплення ненасичених жирних кислот з утворенням пальмітинової кислоти і гідролітичне розщеплення з утворенням стеаринової кислоти, що, в свою чергу і призводить до зменшення полі- та мононенасичених жирних кислот.

Висновки. Отже, більшість БКВ мають незбалансований хімічний склад, тому постає питання їх збагачення есенціальними інгредієнтами, до яких, зокрема, відносять жиророзчинні вітаміни та ПНЖК, значний вміст яких знаходиться в рослинних оліях.

Проведено порівняльний аналіз найбільш поширених натуральних рослинних олій, які виробляються на ринку України та за літературними джерелами володіють багатим хімічним складом – олії зародків пшениці, олії плодів шипшини та олії рижію різних виробників. З досліджених зразків можна виокремити олії фірми «Житомирбіопродукт», та «Харківнатурпродукт», які мають найвищий вміст жиророзчинних вітамінів - каротинів та токоферолів.

Визначено, що олія зародків пшениці та рижію містять високий вміст токоферолів, а саме 87,6 та 97,9 мг/100 г відповідно, а олія плодів шипшини – β -каротину, а саме 69,7 мг/100 г.

Дослідження жирнокислотного складу рослинних олій у порівнянні з маслом вершковим, показали наявність в них переважно ненасичених жирних

кислот (олеїнова, лінолева, ліноленова), а в маслі вершковому - насичених (міристинова, пальмітинова).

За отриманими даними визначено, що жирнокислотний склад досліджуваної сировини не є збалансованим, тому використання купажів рослинних олій у технології БКВ дозволить збагатити продукти есенціальними інгредієнтами та віднести до категорії функціональних.

Було проведено розрахунок купажів досліджуваних олій зі збалансованим співвідношенням ПНЖК ω -6: ω -3. За результатами розрахунку отримано 2 купажі з такими частками олій – олія з зародків пшениці (90%):олія рижієва (10%), олія плодів шипшини (85%):олія рижієва (15%).

Дослідження жирнокислотного складу бісквітних н/ф показало, що кількість насичених жирних кислот збільшується з додаванням купажу №1 у 1,4 рази, купажу №2 у 1,5 рази і відповідно зменшується кількість моно- і поліненасичених жирних кислот. У кінцевому готовому продукті співвідношення ПНЖК ω -6: ω -3 становить 8...9:1, тобто, залишається оптимальним, окрім цього, вироби додатково збагачуються жиророзчинними вітамінами, а саме каротинами та токоферолами.

Література

1. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян // Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

2. Ливинский, А.А. Масла разные важны, масла разные нужны // Масла и жиры. Масложировая промышленность. – 2011. – №2. – С.4-7.

3. Ghazal, A. An investigation in seasonal variations in fatty acid composition of milk and butter [Text] / A. Ghazal // R & D Milk & Dairy products Wednesday, 03 September. – 2008.

4. М.М. Мельникова Основы рационального питания. Учебно-методическое пособие / М. М. Мельникова, Л. В. Косованова. – Новосибирск, 2000 г. – 103с.

5. Сиренко Ю. Н., Кушнир С. Н. Влияние ω -3 полиненасыщенных жирных кислот на функциональные свойства сосудов у больных артериальной гипертензией // Укр. мед. часопис. – 2012. – № 4(90). – С. 117-120.

6. Мартынов А.И., Чельцов В. В. Омега 3 полиненасыщенные жирные кислоты в кардиологической практике: методические рекомендации.— М., 2007. – 22 с.

7. Bera D., Lahiri D., Nag A. Novel Natural Antioxidant for Stabilization of Edible Oil: The Ajowan (*Carum copticum*) Extract Case //JAOCS. – 2004. – V.81, № 2.–P.169 - 172.

8. Dietary docosahexaenoic acid and immunocompetence in young healthy men / D. S. Kelle, B. E. Macke, G.J. Nelso // LIPIDS. – 2008. – Vol. 33, №6. – P.559-566.

9.Олексієно Н.В. Прогнозування та встановлення гарантійних термінів зберігання борошняних кондитерських виробів : дис. ... канд.. техн. наук : 05.18.01 / Олексієнко Наталія Валентинівна. – К.: УДУХТ, 2000. – 159 с.

Доктор технічних наук,
професор кафедри ТХ та РБ

В.Ф. Доценко

Кандидат технічних наук,
доцент кафедри ТХ та РБ

О.В. Арпуль

Аспірант кафедри ТХ та РБ

О.С. Кобець