



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.15421/nvlvet8511
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 664.641.2

Investigation of the characteristics of the composition of pine nut and walnut extraction cakes and butter biscuits with their use by using infrared spectroscopy

E. Shidakova-Kamenyuka¹, A. Novik¹, E. Chernyshenko¹, Y. Matsuk²

¹Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

²Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine

Article info

Received 06.02.2018

Received in revised form
06.03.2018

Accepted 12.03.2018

Oles Honchar Dnipro National
University, Prospect Gagarina, 72,
Dnipro, 49000, Ukraine.
Tel.: +38-056-776-82-30
E-mail: anna.novik.82@ukr.net

Kharkiv State University of Food
Technology and Trade,
Klochkivska Str., 333, Kharkiv,
61051, Ukraine.
E-mail: lyly2006@ukr.net

Shidakova-Kamenyuka, E., Novik, A., Chernyshenko, E., & Matsuk, Y. (2018). Investigation of the characteristics of the composition of pine nut and walnut extraction cakes and butter biscuits with their use by using infrared spectroscopy. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(85), 56–61. doi: 10.15421/nvlvet8511

The article is devoted to substantiation of the possibility of using the method of infrared spectroscopy to study the characteristics of the chemical composition of pine nut and walnut cakes and butter biscuits with their use. Estimation of the value of cakes for nutrient content was carried out according to the method based on the calculation of the relative optical density value. It was established that in IR spectra of all investigated samples containing pine nut and walnut cakes, there is observed approximately the same set of absorption bands attributed to the corresponding types of oscillations: valence fluctuations of hydroxyl groups in carboxylic and fatty acid carbohydrates, flavonoids, pectins with maxima at 3365 cm^{-1} to 3400 cm^{-1} ν (OH); 3005 cm^{-1} and 722 cm^{-1} – valence and deformation vibrations of CH double bond fatty acids; 2925 cm^{-1} , 2855 cm^{-1} – asymmetric and symmetric valence fluctuations ν (C–H) of the carbon skeleton $-\text{CH}_2-$; 1746 cm^{-1} – ν (C = O), valence fluctuations in the protonated carboxyl group $-\text{COOH}$, 1545 cm^{-1} ν_{as} (C = O), 1415 cm^{-1} ν_{s} (C = O) asymmetric and symmetric valence fluctuations of COO^- groups and 1240 cm^{-1} valent vibrations of ν (C–O) carboxylic, amino, and fatty acids; 1380 cm^{-1} and 1050 cm^{-1} – deformation δ (O–H) and symmetric oscillations of O–H groups of flavonoids; 1163 cm^{-1} – oscillation of pyranose cycles of pectin substances. Comparison of IR spectra of pine nut and walnut cakes, is indicative of their close qualitative chemical composition due to the similarity of the position and intensity of absorption bands. It is noted that in the walnut cakes consists of proteins, fatty acids, flavonoids, organic acids and pectin, and the content of these substances pine nut cakes slightly inferior walnut cakes. Analysis of the infrared spectra of samples of butter biscuits using nut cakes, that the use of pine nut and walnut cakes in technologies butter biscuits provides a significant increase in content in the physiologically functional ingredients and increases moisture that will help slows the drying of the cookies during storage. There were analytical and experimental researches on which explored the possibility of effective use of infrared spectroscopy to study the characteristics of pine nut and walnut cakes and butter biscuits with their use.

Key words: cakes, walnut, pine nut, butter biscuits, IR spectroscopy, absorption spectrum.

Дослідження особливостей складу шротів кедрового і волоського горіхів та здобного печива з їх використанням методом ІЧ-спектроскопії

О.Г. Шидакова-Каменюка¹, Г.В. Новік¹, О.О. Чернушенко¹, Ю.А. Мацук²

Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, м. Дніпро, Україна

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна

Стаття присвячена обґрунтуванню можливості використання методу ІЧ-спектроскопії для дослідження особливостей хімічного складу шротів кедрового і волоського горіхів та здобного печива з їх використанням. Оцінювання повноцінності горіхових шротів щодо вмісту нутрієнтів проведено за методикою, заснованою на розрахунку величини відносної оптичної густини. Встановлено, що в ІЧ-спектрах горіхових шротів та печива з їх додаванням спостерігається приблизно однаковий набір смуг поглинан-

ня, приписуваних відповідним типам коливань: валентні коливання гідроксильних груп в молекулах органічних кислот, вуглеводів, флавоноїдів з максимумами при 3365 см^{-1} до 3400 см^{-1} $\nu(\text{OH})$; 3005 см^{-1} та 722 см^{-1} – валентні та деформаційні коливання – C-H подвійного зв'язку поліненасичених жирних кислот; 2925 см^{-1} , 2855 см^{-1} – асиметричні та симетричні валентні коливання $\nu(\text{C-H})$ вуглецевого скелету в $-\text{CH}_2-$; 1746 см^{-1} – $\nu(\text{C=O})$ валентні коливання в протонаній карбоксильній групі $-\text{COOH}$, 1545 см^{-1} $\nu_{\text{as}}(\text{C=O})$, 1415 см^{-1} $\nu_{\text{s}}(\text{C=O})$ асиметричні та симетричні валентні коливання COO^- груп та 1240 см^{-1} валентні коливання $\nu(\text{C-O})$ карбонових, аміно- та жирних кислот; 1380 см^{-1} та 1050 см^{-1} – деформаційні $\delta(\text{O-H})$ та симетричні коливання O-H груп флавоноїдів; 1163 см^{-1} – коливання піранозних циклів пектинових речовин. Порівняння ІЧ-спектрів шроту кедрового та шроту волоського горіхів свідчить про їх близький якісний хімічний склад, що зумовлено схожістю положення й інтенсивності смуг поглинання. Відмічається, що до складу горіхових шротів входять білкові речовини, поліненасичені жирні кислоти, флавоноїди, органічні кислоти та пектинові речовини, причому за вмістом зазначених речовин шрот кедрового горіха децю поступається шроту волоського горіха. Аналіз ІЧ-спектрів зразків здобного печива з використанням горіхових шротів показав, що використання цих добавок у технологіях здобного печива забезпечує суттєве підвищення вмісту в ньому фізіологічно-функціональних інгредієнтів та сприяє збільшенню у виробі вологості, що сприятиме уповільненню усування такого печива у процесі зберігання. Проведено аналітичні та експериментальні дослідження, на основі яких вивчена можливість ефективного застосування ІЧ-спектроскопії для дослідження особливостей складу шротів кедрового та волоського горіха та здобного печива з їх використанням.

Ключові слова: шрот, волоський горіх, кедровий горіх, здобне печиво, ІЧ-спектроскопія, спектр поглинання.

Вступ

Характерною особливістю розвитку сучасного суспільства є те, що проблема збереження здоров'я населення перестала бути сферою уваги лише медицини, посіла значне місце в розвитку новітніх харчових технологій, визначаючи їхній напрям і пріоритети (Gosudarstvennyiy komitet statistiki Ukrainiy, 2016).

Актуальність теми: Актуальним та своєчасним завданням харчової промисловості є створення продукції з високими функціональними властивостями. Вагоме місце у виробництві та реалізації продуктів харчування займають борошняні кондитерські вироби, серед яких значним попитом у споживачів користується здобне печиво (Nikberg, 2011). Для корегування хімічного складу і поліпшення споживних властивостей печива перспективним є використання в його технології різних видів сировини рослинного походження, до складу якої входить комплекс природних фізіологічно корисних нутрієнтів (Ivanov et al., 2015).

Високим вмістом білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, фенольних сполук характеризуються горіхи. На сьогодні горіхи все частіше використовуються як сировина для олійної промисловості. Після видалення з горіхів олії залишаються вторинні продукти – шроти та жмихи, які є концентратами корисних речовин, що входять до складу похідної сировини. Однак процес вилучення олії передбачає певні технологічні операції, які можуть вплинути на хімічний склад шротів та жмихів (Shydakova-Kamieniuka et al., 2015).

Протягом останніх років вагомих наукових і практичних внесок у дослідження хімічного складу продуктів переробки горіхів зробили вітчизняні та закордонні науковці І.С. Тюрікова, В.В. Манк, Л.Ю. Арсеньєва, Л.Л. Закамська, М.А. Суботіна, О.Ю. Єгорова, L.J. Harris, J.R. Shebuski, M.D. Danyluk, C. Grosu, Blanco, S. Barak, J.A. Gerrard. Однак інформація щодо хімічного складу шротів кедрового та волоського горіхів в літературних джерелах відсутня, хоча самі собою горіхи характеризуються високою біологічною цінністю. Тобто актуальним є проведення досліджень хімічного складу зазначених шротів та вивчення перспектив їх використання в технології здобного печива з метою поліпшення його нутрієнтного складу.

Визначення якісних показників хімічного складу горіхових шротів є трудомістким і тривалим процесом. Одним із методів аналізу, який широко використовується завдяки швидкості та простоті є ІЧ-спектроскопія. ІЧ-спектри шротів кедрового та волоського горіхів дозволяють отримати інформацію щодо їх якісного нутрієнтного складу, який значно впливатиме на технологічні властивості шротів, тим самим визначаючи сферу їхнього застосування.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є визначення особливостей складу шроту кедрового горіха (ШКГ), шроту волоського горіха (ШВГ) та здобного печива з додаванням зазначених шротів методом ІЧ-спектроскопії.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання: проаналізувати ІЧ-спектри шроту кедрового та шроту грецького горіхів, проаналізувати ІЧ-спектри здобного печива з додаванням шроту кедрового горіха та здобного печива з додаванням шроту волоського горіха, зробити висновки щодо змін якісного хімічного складу здобного печива у разі використання в його технології горіхових шротів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідженню підлягали ІЧ-спектри шротів кедрового та волоського горіхів і печива з їх використанням. Вміст шроту в здобному печиві становив 15% від маси рецептурних компонентів (Lysiuk et al., 2015). Як об'єкти досліджень обрано такі зразки:

- шрот кедрового горіха;
- шрот волоського горіха;
- здобне печиво зі шротом кедрового горіха;
- здобне печиво зі шротом волоського горіха;
- здобне печиво без добавок (контроль).

Шроти – дрібнодисперсні продукти (розмір часточок $0,20\dots0,40$), отримані після вилучення олії методом холодного пресування з відповідних горіхів (ТОВ «Елітфіто», Україна). Шрот кедрового горіха має світло-кремовий колір, легкий аромат та присмак кедрового горіха. Шрот волоського горіха відрізняється насиченішим кольором (коричневим) та більш вираженим горіховим присмаком.

Визначення особливостей складу горіхових шротів та здобного печива з їх використанням здійснювали

методом ІЧ-спектрометрії на «Фур'є-спектрометрії Perkin-Elmer Spectrum One FTIR Spectrometer» з використанням калію броміду. Запис спектрів дослідних зразків продуктів переробки горіхів здійснювали в тонкому шарі між пластинами із цинк селеніду.

Результати та їх обговорення

Встановлено, що в ІЧ-спектрах усіх досліджуваних зразків спостерігається приблизно однаковий набір смуг поглинання, віднесення яких представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Віднесення смуг поглинання зразків

Печиво-контроль	ШКГ	ШВГ	Печиво з ШВГ	Печиво з ШКГ	Віднесення
3399	3435	3435	3400	3365	$\nu(\text{OH})$
2925	2925	2924	2926	2926	$\nu_{\text{as}}(-\text{CH}_2-) + \nu_{\text{as}}(-\text{CH}_3)$
2854	2854	2854	2855	2854сл	$\nu_{\text{s}}(-\text{CH}_2-) + \nu_{\text{s}}(-\text{CH}_3)$
1746	1746	1746	1746	1746	$\nu(\text{C}=\text{O})$
1653	1654	1658	1658	1660	$\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O}) + \sigma(\text{HOH}) + \delta_{\text{d}}(\text{NH}_3^+)$
1540 сл	1544сл	1545	1546	1546	$\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O}) + \delta_{\text{d}}(\text{NH}_3^+)$
1463	1465	1465	1453	1452	$\nu_{\text{s}}(\text{C}=\text{O}) + \delta(\text{OH}) + \delta_{\text{as}}\text{CH}_2 + \delta_{\text{s}}(\text{NH}_3^+)$
1380	1377	1380	1380сл	1390	$\delta(\text{OH}) + \delta_{\text{s}}(\text{CH}_2)$
1238	1243	1237	1238	1241	$\delta(\text{CH}_2) + \nu(\text{C}-\text{C}) + \nu(\text{C}-\text{O})$
1158	1163	1163	1162	1155	$\nu(\text{C}-\text{C}) + \omega(\text{CH}_2)$
1048	1050	1048	1049	1025	$\nu(\text{C}-\text{O}) + \delta(\text{OH})$
990	988	990	990	992	$\delta(\text{CH}) + \delta(\text{OH})$
924	927	924	924	924	$\delta(\text{CH})$
862	864	864	862	862	$\delta(\text{OH})$
700	722	721	700	700	$\rho(\text{CH}_3) + \delta(\text{C}-\text{H})$
575	-	-	530	575	$\rho(\text{COO}^-) + \delta(\text{C}-\text{C})$

Широка смуга поглинання в області 3000–3600 cm^{-1} пов'язана з валентними коливаннями $\nu(\text{OH})$. Смуги поглинання при 2924, 2854 cm^{-1} пов'язані з симетричним та асиметричними валентними коливаннями зв'язку С–Н в групах $-\text{CH}_2-$ (табл. 1) (Shende and Marathe, 2015). Смуги поглинання при 1746 cm^{-1} приписують валентним коливанням С=О в протонізованій карбоксильній групі COOH , 1545 cm^{-1} $\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O})$, 1415 cm^{-1} $\nu_{\text{s}}(\text{C}=\text{O})$ асиметричним та симетричним валентним коливанням COO^- груп карбонових кислот та амінокислот, та 1240 cm^{-1} коливання $\nu(\text{C}-\text{O})$ (Gupta et al., 2015). Смуга поглинання при $\sim 1380 \text{ cm}^{-1}$ може бути пов'язана з деформаційними коливаннями зв'язку СН–ОН в вуглеводах (Skorik et al., 2015).

На першому етапі досліджували ІЧ-спектри горіхових шротів. Порівняння ІЧ-спектрів шроту кедрового та шроту волоського горіхів свідчить про їхній близький якісний хімічний склад, що зумовлене схожістю положення й інтенсивності смуг поглинання (рис. 1).

Результатами експериментальних досліджень підтверджено, що в ІЧ-спектрах зразків ШВГ та ШКГ спостерігаються смуги поглинання при 3435, 2925, 2854, 1746, 1654 (1658), 1545, 1465, 1380, 1237 (1243), 1163, 988 (990), 827 (824), 720 cm^{-1} . Смуга поглинання із максимумом 3435 cm^{-1} пов'язана з валентними коливаннями $\nu(\text{OH})$ (Nigam et al., 2011). Смуги 2925 cm^{-1} , 2854 cm^{-1} можуть бути віднесені до коливань зв'язку С–Н в групах $-\text{CH}_2-$ (Shende and Marathe, 2015). Деформаційним (δ) коливанням С–Н зв'язків відповідають смуги з максимумом 1465 cm^{-1} ($\delta_{\text{s}}\text{CH}_3$) та 1380 cm^{-1} ($\delta_{\text{s}}\text{CH}_3$ та CH_2). Також наявні смуги поглинання валентних коливань карбоксильної групи

органічних, аміно- та жирних кислот ($\text{C}=\text{O}$) 1746 cm^{-1} , 1545 cm^{-1} $\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O})$ та $\nu(\text{C}-\text{O})$ (1237 cm^{-1}) (Gupta et al., 2015). Смуги 1465 та 1654 cm^{-1} можуть збігатися зі смугами іонізованих карбоксильних груп $\nu_{\text{s}}(\text{C}=\text{O})$, деформованих коливань протонізованих аміногруп $\delta_{\text{s}}(\text{NH}_3^+)$ та деформаційних коливань гідроксильних груп $\delta(\text{OH})$ (табл. 1) (Hatko, 2008).

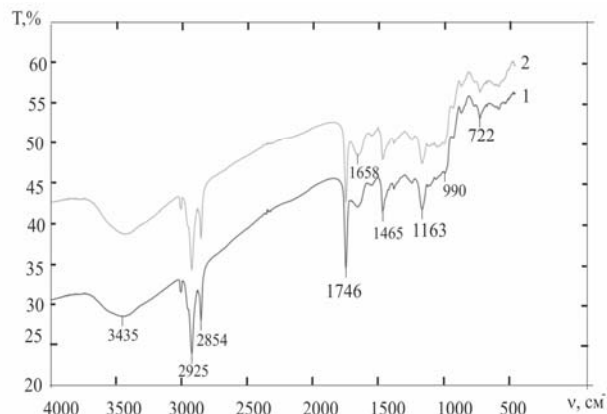


Рис. 1. ІЧ-спектри зразків горіхових шротів: 1 – зразок ШВГ, 2 – зразок ШКГ

На наявність подвійного зв'язку поліненасичених жирних кислот в зразках шротів вказують смуги поглинання, що відповідають валентним коливанням С–Н зв'язку групи $=\text{CH}-$, які проявляються в області 3005 cm^{-1} . Ця смуга не перекривається зі смугами коливань насиченого СН– зв'язку в групах $-\text{CH}_2$ та $-\text{CH}_3$. Смуги позаплощинних деформаційних коливань ненасиченого С–Н зв'язку проявляється в області

722 cm^{-1} (цис-сполук), а вінілових груп 990 та 927 cm^{-1} ($\delta\text{C-H}$ в групах $=\text{CH}_2$ та $>\text{C}=\text{CH}-$) (Knerelman, 2008). Таким чином присутність в спектрі цих функціональних груп підтверджує наявність в шротах поліненасичених жирних кислот, амінокислот та білків, флавоноїдів, органічних кислот та вуглеводів.

Згідно з літературними даними (Hatko, 2008) смуги в області 1000–1200 cm^{-1} , що спостерігаються в спектрах шротів, можуть бути використані для ідентифікації пектинових речовин. Наявність піранозного циклу, що входить до складу пектинових речовин, підтверджується частотами смуг поглинання в ІЧ-спектрі при 1163 cm^{-1} (коливання піранозних циклів та C–O). Смуги 1050 cm^{-1} також можуть бути пов'язані із симетричними коливаннями OH-груп у флавоноїдах. Відомо, що молекули пектину містять залишки галактуранової кислоти в іонізованій формі. Усі карбоксильні, аміно- та гідроксильні групи утворюють єдину систему водневих зв'язків (Levdanskiy, 2001).

Оскільки пряме використання ІЧ-спектроскопії для кількісного визначення окремих компонентів у харчо-

вих системах є досить складним, то оцінювання шротів щодо вмісту цінних нутрієнтів проведено за методикою (Piliuhina et al., 2017), заснованою на розрахунку величини відносної оптичної густини за формулою:

$$K_i = \frac{D_i}{D_{cm}}$$

де K_i – відносна оптична густина; D_i – оптична густина певної смуги пропускання; D_{cm} – оптична густина смуги пропускання, обраної за внутрішній стандарт.

Для кількісної оцінки компонентів у зразках було обрано основні характеристичні смуги поглинання, які за літературними даними можна віднести до функціональних груп, що входять до складу молекули певного нутрієнта. Як внутрішній стандарт для шротів кедрового та волоського горіхів було обрано смугу 3434 cm^{-1} (рис. 1).

За наведеною методикою (Piliuhina et al., 2017) розраховано значення відносної оптичної густини для ШКГ та ШВГ (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика горіхових шротів

Зразки	Значення відносної оптичної густини для смуги поглинання ν , cm^{-1}									
	1163	1243	1377	1465	1544	1654	1746	2855	2924	3434
ШКГ	0,70	0,64	0,65	0,70	0,64	0,69	0,84	1,01	1,14	1,00
ШВГ	0,79	0,73	0,74	0,78	0,71	0,77	0,90	1,01	1,13	1,00

За даними аналізу ІЧ-спектроскопії та значень відносної оптичної густини досліджуваних горіхових шротів можна зробити висновок, що за вмістом різних функціональних груп, які можуть бути віднесені до білкових сполук, пектинових речовин, поліненасичених жирних кислот, органічних кислот та флавоноїдів, шрот кедрового горіха дещо поступається шроту волоського горіха.

Тобто, можна зробити висновки, що досліджувані горіхові шроти містять значну кількість корисних для організму людини нутрієнтів (білків, пектинових речовин, фенольних сполук, органічних кислот, поліненасичених жирів тощо), що робить їх перспективною додатковою сировиною для збагачення зазначеними нутрієнтами традиційних видів здобного печива.

Запропоновано технології здобного печива зі внесенням зазначених шротів у кількості 15% від маси рецептурних компонентів (Lysiuk et al., 2015). Однак технологія печива передбачає низку операцій (механічна, термічна обробка), які можуть вплинути на збереженість нутрієнтів добавок. Крім того, здобне печиво є полікомпонентною системою, внаслідок чого складові рецептурних компонентів під впливом технологічних чинників можуть вступати у взаємодію зі складовими речовинами горіхових шротів. Тому на наступному етапі досліджень здійснювали аналіз ІЧ-спектрів печива з використанням ШКГ та ШВГ.

В спектрі контрольного зразка печива (рис. 2), спостерігаються смуги поглинання при 3399, 2925, 2854,

1746, 1653, 1463, 1380, 1158, 1048, 990, 924, 862, 575 cm^{-1} .

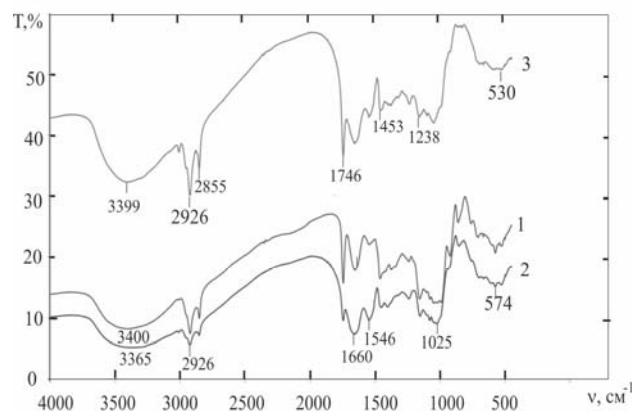


Рис. 2. ІЧ-спектри досліджуваних зразків здобного печива: 1 – без добавки (контроль); 2 – з додаванням ШКГ; 3 – з додаванням ШВГ

Смуга при 3399 cm^{-1} пов'язана із поглинанням валентних коливань груп Н–О. Відмічаються смуги 2926 cm^{-1} та 2855 cm^{-1} , які можна віднести до валентних (ν) коливань C–H зв'язку в групах CH_2 . Деформаційним (δ) коливанням C–H зв'язків цих груп відповідає смуга з максимумом при 1463 cm^{-1} ($\delta_{\text{асим}}\text{CH}_2$), 1380 cm^{-1} ($\delta_{\text{сим}}\text{CH}_2$), а також 1158 cm^{-1} ($\omega(\text{CH}_2)$) (Vasilev et al., 2007). Коливання вуглеводного скелету проявляється в області 1160 cm^{-1} ($\nu\text{C-C}$), які накладаються на віяльні коливання групи CH_2 , а також у ви-

гляді декількох смуг з частотою нижче ніж 650 см^{-1} ($\delta\text{C}-\text{C}$) (Knerelman, 2008). У спектрі відмічаються смуги зумовлені валентними коливаннями карбонільної групи 1746 см^{-1} ($\text{C}=\text{O}$), 1653 см^{-1} $\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O})$, 1463 см^{-1} $\nu_{\text{s}}(\text{C}=\text{O})$. В інтервалі ІЧ-спектрів $1460\dots 1395\text{ см}^{-1}$ смуги, що відносяться до валентних коливань зв'язків $\text{C}-\text{O}$ збігаються з площинними деформаційними коливаннями $\text{O}-\text{H}$. Смуги поглинання 990 , 924 см^{-1} можуть бути пов'язані з деформаційним неплоским коливанням δ (CH) в $\text{HRC}=\text{CR}'\text{H}$ жирних ненасичених кислот та позаплощинним деформаційним коливанням δ (OH) (Knerelman, 2008).

Аналізуючи ІЧ-спектри зразків печива з додаванням ШКГ та ШВГ, варто зазначити, що смуги поглинання з максимумом при 2925 , 1746 см^{-1} для зразка печива з ШВГ інтенсивніші ніж у спектрі зразків печива з ШКГ та контролю (рис. 2). Отримані дані підтверджують наявність більшого вмісту органічних та поліненасичених жирних кислот.

Слід зазначити, що для контрольного зразка спостерігаються більш інтенсивні смуги поглинання в області $1000\dots 900\text{ см}^{-1}$ порівняно з ШКГ та ШВГ. Для контрольного зразка печива можуть бути пов'язані з наявністю транс-ізомерів жирних кислот (за рахунок більшого рецептурного вмісту маргарину) (Knerelman, 2008). Широка асиметрична смуга в діапазоні $3400\dots 3300\text{ см}^{-1}$ може бути віднесена до гідроксильних груп вуглеводів та органічних кислот, яка порівняно з гідроксильними групами води зміщена в низькочастотну область.

Для зразків печива з горіховими шротами відмічається більша інтенсивність зазначеної смуги поглинання, що може свідчити про збільшення порівняно з контрольним зразком вмісту вуглеводів та органічних кислот. Крім того, можна припустити, що печиво зі шротами в процесі випікання втрачає менше вологи, що ймовірно зумовлене особливістю його полісахаридного складу.

Варто зазначити, що для контрольного та досліджуваних зразків печива відмічається інтенсивна смуга в області $530\dots 570\text{ см}^{-1}$, яка малоінтенсивна для ШКГ та ШВГ як сировини, що пов'язана зі значним вмістом сахарози в печиві (Vasilev et al., 2007).

Порівнюючи ІЧ-спектри зразків печива з додаванням ШКГ та окремо зразка відповідного шроту (ШКГ), слід зазначити, що широка смуга в області $3600\dots 3300\text{ см}^{-1}$, яка пов'язана з валентними коливаннями гідроксильної групи ν ($\text{O}-\text{H}$), для печива з ШКГ інтенсивніша і ширша, ніж у зразка шроту і зміщена у високочастотну область, що свідчить про більший вміст вуглеводів груп та води у зразку печива з добавкою (Shende and Marathe, 2015).

Варто зазначити також, що смуга коливань з максимумом поглинання 1660 та 1546 см^{-1} у зразку печива з ШКГ більш інтенсивніша ніж у печиві без добавки, що свідчить про більшу кількість аміногруп. Тобто внесення ШКГ сприяє підвищенню білкових речовин у печиві. В області $1100\dots 1000\text{ см}^{-1}$ та $700\dots 500\text{ см}^{-1}$ в спектрах зразків печива-контролю та печива з ШКГ спостерігаються інтенсивні смуги поглинання, які мало інтенсивні для зразка самої добавки (рис 3),

що зумовлене більшим вмістом у печиві сахарози порівняно зі шротом.

Порівнюючи ІЧ-спектри зразків печива з додаванням ШВГ та окремо шроту волоського горіха, варто відмітити, що широка смуга $\nu(\text{OH})$ в області $3600\dots 3300\text{ см}^{-1}$ для зразка печива з ШВГ інтенсивніша і ширша ніж у шроті, що свідчить про більший вміст вуглеводів груп та води у зразку печива з добавкою (Shende and Marathe, 2015). Тобто, внесення добавки сприяє підвищенню вологості виробу.

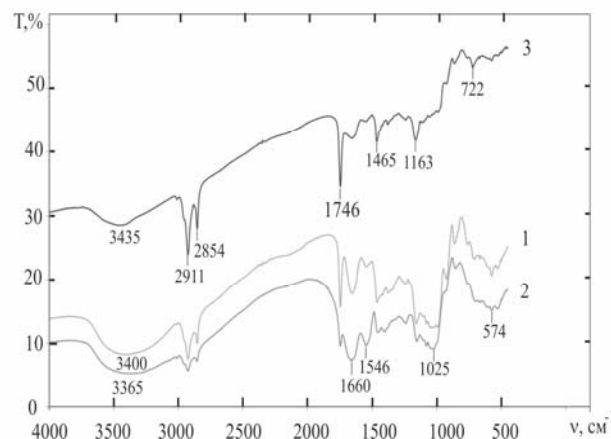


Рис. 3. ІЧ-спектри зразка печива з додаванням шроту кедрового горіха та зразка шроту кедрового горіха: 1 – печиво без добавки (контроль); 2 – печиво з ШКГ; 3 – ШКГ.

Варто зазначити також, що смуга коливань з максимумом поглинання 1655 см^{-1} та 1546 см^{-1} у контрольному зразку печива та печива з ШВГ інтенсивніша, ніж у зразку ШВГ. Це може бути пов'язано з більшим вмістом білків та поліпептидів. В області $1100\dots 1000\text{ см}^{-1}$ та $700\dots 500\text{ см}^{-1}$ у спектрах зразка печива зі шротом відмічаються смуги поглинання інтенсивніші, ніж для зразка шроту, але менш інтенсивні, ніж в контрольному зразку (рис. 4), що як і в попередньому дослідженні зумовлено значно більшим вмістом сахарози у печиві, ніж у шроті.

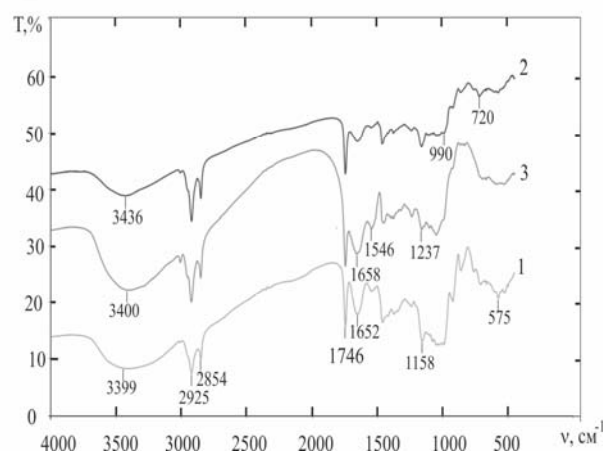


Рис. 4. ІЧ-спектри зразка печива з додаванням шроту волоського горіха та зразка шроту волоського горіха: 1 – печиво без добавки (контроль); 2 – ШВГ; 3 – печиво з ШВГ

Таким чином, проведено аналіз ІЧ-спектрів шротів волоського та кедрового горіхів та печива з їх використанням, проаналізовано характеристичні смуги поглинання. Підтверджено, що використання шротів волоського та кедрового горіхів у технологіях здобного печива дозволить суттєво поліпшити його нутрієнтний склад за рахунок підвищення вмісту білкових речовин, органічних кислот, поліненасичених жирних кислот, флавоноїдів і пектинових речовин.

Висновки

Порівняльний аналіз ІЧ-спектрів шротів волоського та кедрового горіхів показав, що за якісним хімічним складом вони подібні. Виявлено наявність у складі шротів білкових речовин, органічних кислот, поліненасичених жирних кислот, флавоноїдів і пектинових речовин. Проте вміст речовин, що відповідають за харчову та біологічну цінність продукту, більший у шроті волоського горіха. Здійснено аналіз ІЧ-спектрів здобного печива з додаванням 15% шротів кедрового та волоського горіхів. Відзначено, що використання зазначених горіхових шротів у технології здобного печива забезпечує суттєве підвищення в ньому вмісту фізіологічно-функціональних інгредієнтів та сприяє збільшенню у виробках вологи, що буде уповільнювати усихання даного печива у процесі зберігання.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях перспективним є визначення кількісних показників хімічного складу шроту кедрового горіха, шроту волоського горіха та здобного печива з їх використанням.

References

- Gosudarstvennyiy komitet statistiki Ukrainyi (2016). Rezhym dostupa: http://www.ukrstat.gov.ua/express/expres_u.html. (in Ukrainian).
- Nikberg, I.I. (2011). Funktsionalnye produkty v strukture sovremennogo pitaniya. Rezhim dostupa: <http://endocrinology.mif-ua.com/archive/issue-22463/article-22542/> (in Russian).
- Ivanov, S.V., Simakhina, H.O., & Naumenko, N.V. (2015). Tekhnolohiia ozdorovchyykh kharchovykh produktiv. K.: NUKhT (in Ukrainian).
- Shydakova-Kameniuka, O.H., Novik, H.V., Kasabova, K.R., & Kravchenko, O.I., (2015). Perspektyvy vykorystannia shrotiv horikhovoi syrovyny dlia zbahachennia boroshniannykh kondyterskykh vyrobiv. Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli. Kharkiv: KhDUKhT. 2, 69–81. Rezhym dostupa: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2015_2_9 (in Ukrainian).
- Lysiuk, H.M., Shydakova-Kameniuka, O.H., Novik, H.V., & Yakunina, D.S. (2015). Patent na korysnu model UA № 100817, MPK A21D 2/36, A21D 13/08. Sposib vyhotovlennia zdobnoho pechyva. Zaiavnyk ta vlasnyk Kharkiv. derzh. univ. kharchuvannia ta torhivli. № u 201501827; zaiavl. 02.03.2015; Vid 10.08.2015. Biul. № 15 (in Ukrainian).
- Shende, M.A., & Marathe, R.P. (2015). Shende Extraction of mucilages and its comparative mucoadhesive studies from hibiscus plant specie. World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. 4(3). 900–924. www.wjpps.com/download/article/1425129921.pdf
- Gupta, S., Parvez, N., & Sharma, P.K. (2015) Extraction and Characterization of Hibiscus rosasinensis Mucilage as Pharmaceutical Adjuvant. World Applied Sciences Journal. 33(1). 136–141. doi: 10.5829/idosi.wasj.2015.33.01.9263
- Skorik, N.A., Buholtseva, E.I., & Filippova, M.M. (2015) Soedineniya kobalta(II), medi(II) i tsinka s yablochnoy kislotoy i imidazolom. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Himiya. 2, 87–100. doi: 10.17223/24135542/2/9 (in Russian).
- Nigam, S., Barick, K.C., & Bahadur, D. (2011). Development of citrate-stabilized Fe₃O₄ nanoparticles: Conjugation and release of doxorubicin for therapeutic applications. Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 323. 237–243. doi: 10.1016/j.jmmm.2010.09.009
- Hatko, Z.N. (2008). Infrakrasnyie spektryi sveklovichnogo pektina. Novyie tehnologii. 5, 45–51 (in Russian).
- Levdanskiy, V.A. (2001). Ekstraktivnaya pererabotka koryi eli sibirskoy v tsennyye himicheskie produkty. Himiya rastitelnogo syrya. 1, 93–99 (in Russian).
- Piliuhina, I., Aksonova, O., Artamonova, M., Shmatchenko, N., & Toriannyk, D. (2017). Doslidzhennia osoblyvosti skladu kriodobavok iz sudanskoitroiandy tashypshyny. Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 5(4), 97–102 (in Ukrainian).
- Vasilev, A.V., Grinenko, E.V., Schukin, A.O., & Fedulina, T.G. (2007) Infrakrasnaya spektroskopiya organicheskikh i prirodnykh soedineniy: Uchebnoe posobie. SPb.: SPbGLTA (in Russian).
- Knerelman, E.I (2008). Sravnitelnyie osobennosti infrakrasnykh spektrov S18-karbonovykh kislot, ih metilovykh efirov (biodizelya) i triglitseridov (rastitelnykh masel). Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 6, 68–78 (in Russian).