

ACTUALITY AND WAYS OF PROCESSING LOKAL SPICY-AROMATIC RAW MATERIALS INTO FOOD FLAVORS

N. Frolova, A. Ukrainets, I. Sylka, K. Naumenko, N. Chepel

National University of Food Technologies

Key words:

Natural flavors
Essential oil
Raw material
Essential oil
Imitated distillation
Fractions
Fractional distillation

Article history:

Received 18.09.2017
Received in revised form
07.10.2017
Accepted 28.10.2017

Corresponding author:

N. Frolova
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The scientific work is based on necessity and feasibility of developing highly complex technology of herbal raw material for obtaining quality finished products with minimal losses of raw materials. Food industry needs to expand the range of products using natural flavors to replace their synthetic analogues. One of the main sources of aroma-forming components for the flavoring of food products is spicy-aromatic raw materials, which are in sufficient quantities on the territory of Ukraine. Allocated concentrates of aromatic substances — essential oils — give products a specific aroma of natural raw materials, increase their nutritional value, enrich the biologically active substances. For rational use of raw materials and provision of various technologies of food products with natural aromatic substances on the basis of essential oils it is expedient to use innovative methods of their processing to obtain natural flavors with given aromatic properties.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-5-2-28

АКТУАЛЬНІСТЬ І ШЛЯХИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОЇ ЕФІРООЛІЙНОЇ СИРОВИНИ В ХАРЧОВІ АРОМАТИЗАТОРИ

Н.Е. Фролова, А.І. Українець, І.М. Силка, К.А. Науменко, Н.В. Чепель

Національний університет харчових технологій

В основу наукового дослідження покладено необхідність і доцільність розроблення високоефективних комплексних технологій переробки рослинної сировини з отриманням якісних кінцевих продуктів з мінімальними втратами, оскільки харчова промисловість потребує розширення асортименту продукції з використанням натуральних ароматизаторів на заміну їх синтетичних аналогів. Одним із основних джерел ароматоформуючих компонентів для ароматизації харчових продуктів є пряно-ароматична сировина. Виділені концентрати ароматичних речовин — ефірні олії — надають продуктам специфічного аромату натуральної сировини, підвищують їх харчову цінність, збагачують біологічно-активними речовинами. Для раціонального використання сировини та забезпечення різних технологій харчових продуктів нату-

ральними ароматичними речовинами на основі ефірних олій доцільно використовувати інноваційні способи їх переробки з отриманням натуральних ароматизаторів із заданими ароматичними властивостями.

Ключові слова: натуральні ароматизатори, ефіроолійна сировина, ефірна олія, імітована дистиляція, фракції, фракційна перегонка.

Постановка проблеми. Визначальною тенденцією розвитку харчової промисловості сьогодні є виробництво продуктів і напоїв здорового харчування. Однак зниження вмісту жиру, солі, цукру, підвищення вмісту харчових волокон суттєво змінює смак та аромат продуктів, які найбільш цінуються споживачами. Для регулювання органолептичних характеристик продуктів широко застосовуються харчові ароматизатори — як синтезовані в лабораторіях, так і отримані переробкою природних джерел ароматичних речовин.

Займаючи в собівартості продукції 1...2%, ароматизатори багато в чому визначають клас продукції, її характерний смакоароматичний профіль. Це підтверджується значним зростанням за останні роки обсягів виробництва готових до споживання ароматизованих харчових продуктів — чіпси, снеки, локшина швидкого приготування, плавлені сирки, зернові суміші, продукти на ізольованій білковій основі тощо. Окрім того, ароматизатори розширюють й обновляють асортиментну лінійку широковживаних продуктів, зокрема карамелі, морозива, йогуртів, напоїв та інших. Водночас, саме ці продукти споживають переважно діти.

Про небезпеку синтезованих ароматизаторів знають не тільки медики. Все більше споживачів негативно реагують на синтезовані добавки, відшукуючи органічні продукти, навіть при більшій їх вартості. Тому виробництво натуральних ароматизаторів має стати частиною державної програми натуралізації вітчизняної харчової продукції, з освоєнням вітчизняних технологій натуральних ароматизаторів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До натуральних ароматизаторів належать ефірні олії (ЕО), олеорезини (спиртові екстракти), СО₂-екстракти пряностей та пряно-ароматичних рослин, концентровані витяжки, концентрати фруктових соків [1]. Водночас, ароматизаторами є тільки ЕО, олеорезини та СО₂-екстракти. Решта — смакоароматичні добавки, ароматичність яких до 1000 разів менша порівняно з ЕО [2].

Ефіроолійна сировина (ХЕ «ефіроолійна сировина») об'єднує рослини, які містять ЕО визначеної якості і в кількості, достатній для промислової переробки [3]. Оскільки досвід застосування ефіроолійних рослин склався історично, у загальноприйнятій світовій практиці ефіроноси класифікуються за такими ознаками (табл. 1): назва промислової частини, місце локалізації ЕО у тканинах, форма зв'язку ароматичних речовин (АР) з іншими речовинами [4].

Сьогодні перед вченими стоїть проблема оцінки представників дикорослої флори, які здатні замінити імпорتنі тропічні ароматичні рослини. За останні 10 років в промислову культуру введено м'яту котячу (*Nepeta cataria*), зміголовник молдавський (*Dracocephalum moldavicum* L.), лофант анісовий, полин лимонний (*Artemisia balchanorum* Krach.) [5]

Таблиця 1. Класифікація ефіроолійної сировини

Назва промислової частини	Місце локалізації ефірної олії	Ефіроолійні рослини
Зернова	Плоди, насіння	Аніс, коріандр, кмин, фенхель, кріп
Квіткова	Квіти, суцвіття, бутони	Троянда, азалія, жасмин, лілія, акація
Трав'яниста	Вегетативна частина	М'ята, шавлія мускатна
Коренева	Кореневище	Аір, женьшень, ірис
Плодова	Плоди	Лимон, помаранч, мандарин, бергамот
Інші види	—	Дубовий мох, лишайник

Зацікавленість до трави *Dracocephalum moldavica* L. обумовлена тим, що в наземних частинах цієї культури накопичується ЕО з приємним м'ятно-лимонним ароматом. Останні фармакологічні дослідження підтвердили позитивний вплив препаратів за участю ЕО на активність ферментів антиоксидантного захисту, що вказує на адаптогенні властивості цієї рослини [6].

Науковцями Нікітського ботанічного саду було виведено високопродуктивні сорти та форми полину лимонного з цитральними та гераніольними нотами аромату, що є важливим для харчової промисловості. Особливий інтерес становлять зразки ефірної олії, з яких після незначної обробки можна отримати до 70% цитралю [7].

Давні і сучасні способи виділення ЕО розглядаються в безлічі книг, наукових та Інтернет-виданнях [9—11] і доволі добре вивчені. Класичні способи отримання ЕО, такі як обробка поверхні плодів цитрусових спеціальними скребками, «видавлювання» олії руками з шкірки цитрусових на спеціальну губку (Н.А. Монтеверде, 1894) вже давно не використовуються.

Мета дослідження полягає у проведенні комплексної переробки пряно-ароматичної та ефіроолійної сировини з отриманням харчових натуральних ароматизаторів.

Викладення основних результатів дослідження. Для виділення ЕО використовують ефіроолійну сировину: сиру, наприклад, зелена маса герані, квіти лаванди тощо; підв'ялену — різні види м'яти; висушену — коріння лепехи, ірису тощо; попередньо ферментовану — квіти троянди, дубовий мох [8].

Натепер існують чотири основних способи виділення ЕО з ефіроолійної сировини [12]: сублімація (дистиляція, перегонка) за участю води і пари [13]; екстрагування розчинниками, в тому числі мацерація [14]; холодне пресування [15]; сорбція (анфлераж та динамічна сорбція) [16], обробка ультразвуком [17], мікрохвильова екстракція (SFME), застосування мембранних процесів [18], криогенний спосіб із залученням скрапленого CO₂. [19].

При цьому потреба в якісній сировини означила актуальність і доцільність використання нетрадиційних для харчової промисловості рослинних джерел ароматичних речовин, до яких можна віднести молоді пагони плодкових кущів і дерев (табл. 2).

На сьогодні при щорічному омолодженні садів ранньою весною пагони переважно є відходами садівництва [20]. Молоді пагони чорної смородини належать до ефіроолійної сировини, оскільки вони багаті на ефірну олію, вміст якої складає від початку вегетаційного періоду до квітня місяця від 0,6

до 1,8% [21]. При розтиранні пагонів виділяється приємний аромат з пряною нотою. Спиртовий екстракт бруньок і молодих пагонів чорної смородини є ефективною складовою сечогінних, дезінфікуючих, потогінних засобів тощо. Плоди горобини звичайної мають широкий комплекс БАР і виявляють імуномодулюючу дію [22].

Таблиця 2. Характеристика екстрактів із молодих пагонів ароматичної сировини

Молоді пагони	Аромат	Вміст АР, см ³ /1дм ³
Вишні	Легкий аромат вишневої кісточки з тоном деревини	79,07±2,47
Абрикоса	Деревини, терпкий	11,92 ±1,17
Яблуні сорту «Голдінг»	Тонкий дуже приємний	11,06 ± 0,84
Горобини звичайної	Мигдальний, яскраво виражений	163,59 ± 28,9
Чорної смородини	Характерний аромат чорної смородини з тонкою нотою деревини	981,88± 10,0

Існують два вирішальні критерії у виборі шляхів перероблення ефіроолійних рослин. По-перше, врахування того, що втрата АР навіть у найменших кількостях призводить до зміни аромату продукту. По-друге, це повне виключення хімічних або ферментативних побічних реакцій, які можуть змінити компонентний склад.

Аналіз інформаційного поля дав змогу нам сформуванати три напрями використання ефіроолійних рослин із виділенням ароматичного комплексу. Перший напрям і найбільш досліджуваний останнім часом відповідає науковим пріоритетам отримання зразків ЕО маловивчених і рідких рослин, зібраних з різних куточків нашої планети. Цікаві такі ЕО насамперед з точки зору фармакологічних можливостей. Другий напрям — науково-практичні аспекти удосконалення процесів виділення ЕО для комерційного використання як натуральних ароматизаторів. Третій — виділення індивідуальних речовин. Більшість з цих речовин є діючою основою при створенні косметичних препаратів. Наприклад, такі компоненти ЕО, як анетол, ментол, ліналоол, гераніол, лимонен входять до складу різних лікувальних засобів. З цитралю коріандрової ЕО синтезують вітамін А. Вміст вітаміну С в полину лимонному становить 510 мг%, що в 30 разів перевищує його вміст у свіжих яблуках.

У кліматичній зоні України в промислових масштабах вирощують 11 видів ефіроолійних культур — коріандр, кмин, фенхель, м'яту перцеву, троянду, лаванду, шавлію мускатну, волошки, базилік, розмарин, м'яту котячу, м'яту лимонну, змієголовник молдавський. Рентабельність їхнього обігу на вітчизняному ринку вища, ніж ряду багаторічних культур.

Коріандр вирощується переважно в Дніпропетровській, Харківській, Луганській, Кіровоградській областях і в АР Крим. Зони вирощування кмину та фенхелю зосереджені в Черкаській, Запорізькій, Кіровоградській, Миколаївській, Хмельницькій, Чернігівській областях. М'яту перцеву чи котячу вирощують у Київській, Полтавській, Сумській, Черкаській, Чернігівській областях. Кмин і фенхель — в зоні Лісостепу. Троянду, лаванду і шавлію вирощують у Криму. Під троянду, м'яту, коріандр, лаванду, кмин також закладені площі у

Кіровоградській області, північному і центральному Степу — в Житомирській, Чернігівській, Київській та Рівненській областях, а також у Львівській, Волинській та Івано-Франківській областях. Базилік, розмарин, троянду вирощують переважно в Криму. В Одеській області, за даними 2014 року, заготовлено близько 15 тис. тонн коріандру, 12 тис. тонн м'яти перцевої, 10 тис. тонн фенхелю, 2 тис. тонн шавлії мускатної. У Карпатах заготовляють чебрець, барвінок малий, конвалію, арніку гірську, м'яту перцеву, лаванду.

Серед названих рослин, коріандр, троянда, лаванда справжня, шавлія мускатна є багатотоннажними культурами. До малотоннажних культур належать: лавандин, жасмин великоквітковий, бузок тощо.

Значимо, що велика кількість дикорослих ароматичних рослин України ще не отримала потрібної споживчої й технологічної оцінки. При цьому Україна — одна з європейських країн з надзвичайно великою сертифікованою площею для збору органічних дикорослих рослин. На 200 тис. га збираються гриби і ягоди (чорниця, журавлина, брусниця і бузина), а на 22 тис. га — лікарські рослини. Польща є головним імпортером українських дикорослих рослин. Крім того, перероблені продукти перепродаються головним чином у Західну Європу і США.

Перероблення ефіроолійних рослин відбувається на підприємствах різної форми власності, які входять до ефіроолійного комплексу України. Сегмент підприємств ефіроолійної галузі в Україні представлений кількома підприємствами, введеними в експлуатацію на початку та в середині ХХ сторіччя, але більша частина підприємств — це молоді компанії і фірми, засновані на акціонерній або індивідуально-приватній основі. Найбільшими є Прилуцький ефіроолійний комбінат (Чернігівська область) з реалізацією ефірної олії коріандру, м'яти перцевої, кропу, фенхелю. ПрАТ «Золотоніська парфумерно-косметична фабрика», заснована у 1934 р. як підприємство з виробництва ефірних олій з кропу та м'яти. Сьогодні це підприємство виробляє натуральні ефірні олії та гідролізати з вітчизняних рідкісних лікарських рослин. Працює Кілійський завод (Одеська область), Роменський завод (Сумська область). У Кіровоградській області заготовляє ефіроолійну сировину і випускає ефірні олії фірма «Синтез-екстракт-2008», в Одеській області у м. Ізмаїл — «Технобіо параметр», у Волинській обл. — ДП «Ківерцівське лісове господарство», ДП «Маневицьке лісове господарство».

Компанія «МХ і Густав Геесс Україна» (м. Київ) орієнтована на поставки ефіроолійної сировини для парфумерно-косметичної, фармацевтичної та харчової промисловості. В цілому фахівці відмічають збільшення конкурентоспроможності як ЕО вітчизняного виробництва, так і ароматизованої продукції. Також зростає попит на природні квіткові ефірні олії як на внутрішньому ринку, так і серед іноземних фірм. Головними імпортерами українських ефіроолійних рослин і продукції їх перероблення є Польська Республіка, Західна Європа і США.

Широкого розвитку в усьому світі набуло виробництво концентратів з ефіроолійних рослин, отриманих згущенням екстрактів до 70% сухих речовин. Така продукція, як правило, має тривалий термін зберігання, зручна при

транспортуванні, забезпечує створення резерву в разі низького врожаю сировини. Центральним місцем в технологіях концентрованих екстрактів є їхнє відновлення з максимальним збереженням якісного хімічного складу та ароматичних властивостей. Проте процес концентрування призводить до неминучих втрат легкої фракції аромату в межах від 62 до 95%. Уже багато років питання максимального збереження природного ароматичного комплексу при концентруванні екстрактів, соків, галенових препаратів, білкових розчинів, жирових суспензій, концентратів перших страв є завданням для науковців в усьому світі.

Запропоновані науковцями Національного університету харчових технологій апаратурні вирішення й оптимізовані технологічні режими адсорбційно-десорбційних циклів забезпечують отримання трьох продуктів комерційної привабливості, зокрема концентрат екстракту з комплексом БАР (А), аромоконцентрат, ідентичний аромату вихідної сировини (Б) і композиційний ароматизатор з ефіроолійної сировини (А+Б). За використаним способом отримані продукти мають статус натуральних [23].

Перероблення ефіроолійної сировини на ЕО з подальшою розгонкою на фракції є ефективним способом отримання серії якісних ароматизаторів з однієї ЕО. Наприклад, фракції ефірної олії кропу (ХЕ «ефірна олія кропу») можуть використовуватися як ароматизатори оригінального аромату і носії спрямованої фізіологічної дії на організм людини (табл. 3).

Таблиця 3. Харчові ароматизатори на основі окремих фракцій ефірної олії кропу

Назва ароматизатора	Аромат	Фізіологічний напрям
«Квітучий кріп» Перша фракція	Поєднання квіткового та кропового тонів	Стимуляція серцево-судинної і дихальної систем
«Лимонна фантазія» Друга фракція	Складний, свіжої зелені кропу, з тонами лимона	Зміцнення імунітету
«Трав'яниста хвоя» Третя фракція	Злагожене поєднання запаху трави з хвойними відтінками	Стимуляція роботи нирок й жовчного міхура

Детерпенізація (ХЕ «детерпенізація») — процес видалення із ЕО компонентів, які легко окислюються в неконтрольовані з'єднання та відчутно погіршують органолептичні властивості. Особливо детерпенізація важлива для збільшення терміну зберігання ЕО.

Інша перевага детерпенізації полягає в тому, що безтерпенові ЕО краще розчиняються в етиловому спирті й у воді. Це позитивно позначається на їх застосуванні у технологіях напоїв, парфумерній й косметичній промисловості, виробництві лікувальних засобів. Наприклад, цитрусові олії містять до 90% лимонену (ХЕ «лимонену») — моноциклічний терпен, який не розчиняється у водному середовищі. Тому для максимального розчинення олії потрібна значна кількість спирту. Безтерпенова цитрусова олія потребує значно менших витрат спирту.

Для харчової та фармацевтичної промисловості, тобто для внутрішнього застосування, безтерпенові ЕО є пріоритетними внаслідок їх менш подразнюючої дії на слизові частини шлунково-кишкового тракту [303]. Безсумнів-

ною перевагою безтерпенових ЕО є досить інтенсивний аромат та відсутність характерної для природної олії гіркуватості. Так, за даними фахівців, детерпенізована ЕО лимона у 25...30 разів ароматніша, ніж звичайна олія [24].

У табл. 4 наведено оптимізовані робочі режими детерпенізації ЕО лимона.

Таблиця 4. Робочі режими детерпенізації ЕО лимона

Етапи детерпенізації	Температура, °С		Тиск, кПа	Флегмове число	Вміст, % мас
	куба	головки			
Прогрівання колони	50...65	14...15	2,64	∞	—
Терпенова фракція	67...70	17...19	2,64	1 : 3	30,0...32,0
Кисневмісна фракція	84...96	30...36	0,66...0,33	1 : 14	60,0...62,0
Кубовий залишок	115...127	—	0,33	—	4,55±0,5
				Втрати	2,0...6,0

При цьому отримують дві фракції — терпенову і кисневмісну, а також кубовий залишок із сумарним вмістом 94...96% мас. Фракція терпенів має лимонний запах, вміст β-мірцену додає ноту бергамоту. Наявний серед терпеноїдів цитраль вносить в аромат фракції мускатну тональність, яка разом з гераніолом і ліналоолом набуває шляхетного аромату цитрусу з тонкою квітковію нотою.

Фракціонуванням ЕО за оптимізованими режимами отримують індивідуальні ароматичні речовини [25]. У табл. 5 наведено продуктивність отримання індивідуальних ароматичних речовин із кминової ЕО.

Таблиця 5. Продуктивність отримання індивідуальних ароматичних речовин фракціонуванням кминової ЕО

Монофракції	V_s , г	m_s ч.о.	τ , хв	S_b , о.ч.	P_m	η , %	Ps г/год
сабінен	0,58...0,6	0,117	0,22	0,74	0,96	94,0	4,12...4,42
β-мірцен	0,58...0,8	0,537	0,25	1,0	0,98	98,0	7,15...7,66
п-цимол	0,54...0,58	0,134	0,34	1,0	0,98	96,0	4,62...4,92
d-лимонен	0,60...1,0	0,828	0,56	1,0	0,99	99,0	9,26...9,64
α-терпіненол	0,60...1,0	0,701	0,90	1,0	0,99	99,0	8,16...8,32
d-карвон	0,60...1,0	0,88	1,07	1,0	0,99	99,0	8,67...9,05
каріофілен	0,54...0,58	0,113	1,1	1,0	0,92	94,0	3,46...3,51

Збіжність значень не менше 0,95%.

Продуктивність Ps , г/год, m_s — початковий вміст речовин в фракціях, г; S_b — частка виділеної речовини щодо її початкового вмісту у фракції, о.ч.; P_m — коефіцієнт препаративного збору; τ — тривалість циклу розділення-виділення; V_s — допустимий об'єм фракції

Індивідуальні ароматичні речовини мають цінність як тест-стандарти в наукових дослідженнях за різною проблематикою. За розробленим способом можна виділяти зразки для фармакокінетичних і метаболічних досліджень впливу натуральних джерел ароматичних речовин на органи і системи організму людини.

Висновки

Комплексне використання вітчизняних ефіроолійних рослин, ефірних олій, зокрема кропової, коріандрової, кминової, шавлієвої ЕО, із м'яти котячої, шав-

лії мускатної. в технологіях натуральних ароматизаторів є актуальним, має наукову та практичну цінність.

Виділені концентрати ароматичних речовин — ефірні олії — надають продуктам специфічного аромату натуральної сировини, підвищують їхню харчову цінність, збагачують біологічно-активними речовинами. Для раціонального використання сировини та забезпечення різних технологій харчових продуктів натуральними ароматичними речовинами на основі ефірних олій доцільно використовувати інноваційні способи їх переробки з отриманням натуральних ароматизаторів з заданими ароматичними властивостями.

Розроблено рецептури горілок та інших міцних спиртних напоїв, десертних, слабоалкогольних і безалкогольних напоїв, молочних продуктів, льодяникової карамелі з використанням натуральних ароматизаторів.

Економічність ефіроолійного виробництва можна збільшити не тільки отриманням ефірних олій, харчових ароматизаторів, а й використанням в органічній парфумерно-косметичній продукції, що сприятиме імпортозаміщенню та виходу на світовий ринок із якісною ароматизованою продукцією.

Література

1. Ziegler H. Flavourings. Production, composition, application, regulation. Second edition / H. Ziegler. — Berlin: Wiley-VCH, 2007. — 811 p.
2. Котмальова О.Г. Аналіз сучасних методів визначення інтенсивності ароматів / О.Г. Котмальова // Квалілогія книги. — 2014. — № 2. — С. 32—39.
3. Юрчак Л.Д. Екологічна роль біорізноманіття в культурних фітоценозах / Л.Д. Юрчак та ін. // Агроекологічний журнал. — 2009. — №1. — С. 46—52.
4. Smelcerovic A. Recent advances in analysis of essential oils / A. Smelcerovic et al. // Current Analytical Chemistry. — 2013. — Т. 9. — # 1 — P. 61—70.
5. Мірзоева Т.В. Особливості вітчизняного ринку пряно-ароматичних рослин в умовах сьогодення / Т.В. Мірзоева // Інноваційна економіка. — 2013. — № 6. — С. 209—212.
6. Спосіб імітованої дистиляції — раціональна основа фракційної перегонки ефірних олій / А.І. Українець, Н.Е. Фролова, І.М. Силка // Харчова промисловість. — 2009. — № 8. — С. 96—99.
7. Работягов В.Д. Нові сорти ароматичних і лікарських рослин селекції Нікітського ботанічного саду / В.Д. Работягов та ін. // Праці Нікіт. ботан. саду. — 2011. — Т. 133. — С. 100—170.
8. Ткаченко В.Г. Эфиромасличные растения и эфирные масла. Достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения / В.Г. Ткаченко // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». — 2011. — Вып. 1. — С. 88—93.
9. Tisserand R., Young R. Essential oil safety: a guide for health care professionals. — Elsevier Health Sciences, 2013. — 757 p.
10. Andrew J. Food Flavour Technology / J. Andrew et al. — New Jersey: Wiley-Blackwell, 2010. — 351 p.
11. The Freedonia Group — The First Choice In Industry Research [Electronic resource]. — 2013. — # 10. — P. 285. — Access mode: <https://www.freedoniagroup.com/Flavors-And-Fragrances.html> / (last access: 12.01.17). — Title from the screen.
12. Українець А.І. Спосіб імітованої дистиляції — раціональна основа фракційної перегонки ефірних олій / А.І. Українець, Н.Е. Фролова, І.М. Силка // Харчова промисловість. — 2009. — № 8. — С. 96—100.
13. Périno-Issartier S. A comparison of essential oils obtained from lavandin via different extraction processes: ultrasound, microwave, turbohydrodistillation, steam and hydrodistillation / S. Périno-Issartier et al. // Journal of Chromatography A. — 2013. — V. 1305. — P. 41—47.

14. *Бакин И.А.* Совершенствование технологии экстрагирования ягодного сырья с использованием ультразвуковой обработки / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, П.Н. Лунин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2015. — Вып. № 12. — С. 91—95.
15. *Dima C., Dima S.* Essential oils in foods: extraction, stabilization, and toxicity // Current Opinion in Food Science. — 2015. — V. 5. — P. 29—35.
16. *Горбунова Е.В.* Кинетика извлечения целевых продуктов из фенхеля обыкновенного от продолжительности технологического процесса /Е.В.Горбунова // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України Кримський агротехнологічний університет, 2013. — Вип. 156. — С. 134—138.
17. *Титова Л.М.* Исследование кинетики процесса экстрагирования в технологи комплексной переработки цитрусовых / Л.М. Титова, И.Ю. Алексаян // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2013. — Вып. № 1(55) — С. 35—38.
18. *Cannon J.B.* Modification of yield and composition of essential oils by distillation time / J.B. Cannon. et al. // Industrial Crops and Products. — 2013. — V. 41. — P. 214—220.
19. *Fornari T.* Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction / T. Fornari et al. // Journal of Chromatography A. — 2012. — V. 1250. — P. 34—48.
20. *Кравченко В.В.* Інтенсифікація процесу утилізації насаджень кущових ягідників : автореф. дис. к-та техн. наук:05.05.11 / НУБІП України.—Київ, 2011. — 25 с.
21. *Мясищева Н.В.* Изучение биологически активных веществ ягод черной смородины в процессе хранения / Н.В. Мясищева, Е.Н. Артемова // Техника и технология пищевых производств. — 2013. — № 3(30). — С. 36—40.
22. *Кононенко А.В.* Листя горобини звичайної-перспективна сировина для отримання препаратів з антиартиртною дією / А.В. Кононенко и др. // Фармакологія та лікарська токсикологія. — 2013. — № 2. — С. 33—36.
23. Оцінка якості екстрактів з нетрадиційної рослинної сировини / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова, О.О. Петруша // Східно-європейський журнал передових технологій. — 2015. — Т. 4. — № 10(76). — С. 24—29.
24. Пат. 45835 Україна, МПК7 C11 B1/10, C11 B9/02. Спосіб отримання натуральних ароматизаторів «Кминні аромати» / Фролова Н.Е., Українець А.І., Чепель Н.В., Силка І.М., Науменко К.А.; замовник і патентовласник Націон. унів.-т харч. техн. — № 200906561; заявл. 23.06.2009; опубл. 25.11.2009, Бюл.№22.
25. *Фролова Н.* Препаративне виділення індивідуальних ароматичних компонентів ефірної олії кмину / Ukrainian Food Journal (NUFT). — № 1. — 2012. — С. 62—65.