

УДК 665.52

ТЕХНОЛОГІЯ НАТУРАЛЬНИХ АРОМАТИЗАТОРІВ ОРІЄНТОВАНИХ НА ВІТЧИЗНЯНУ СИРОВИННУ І АПАРАТУРНУ БАЗУ

Н. Е. ФРОЛОВА¹, І. М. СИЛКА²

¹ Кафедра технології оздоровчих продуктів, Національний університет харчових технологій, Київ, УКРАЇНА

² Кафедра технології харчування та ресторанного бізнесу, Національний університет харчових технологій, Київ, УКРАЇНА
e-mail: irinasilka@ukr.net.

АНОТАЦІЯ. Проведено наукові і практичні дослідження технології, яка впроваджує фракційну вакуумну дистиляцію в переробку ефірних олій, що дозволяє отримати серію натуральних харчових ароматизаторів з однієї ефірної олії. З'ясовано технологічні стадії, встановлено параметри процесів, визначено якісні показники готових ароматизаторів. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва натуральних ароматизаторів, а також рецептури ароматизаторів для внесення в харчові продукти.

Ключові слова: натуральний ароматизатор, ефірна олія, кориандр, фракціонування, технологія.

АННОТАЦИЯ В статье представлены результаты научных и практических исследований технологии предусматривающей фракционную дистиляцию эфирных масел. Установлены технологические режимы выделения фракций, которые являются готовыми ароматизаторами. Рассмотрена возможность целенаправленного комбинирования фракций с помощью пакета прикладных компьютерных программ для расширения ассортимента ароматизаторов. Данные ароматизаторы могут использоваться в ликероводочной и других отраслях пищевой промышленности.

Ключевые слова: натуральный ароматизатор, эфирное масло, кориандр, фракционирования, технология.

TECHNOLOGY OF NATURAL FLAVOURS FROM HOME RAW MATERIAL AND APPARATUS BASE

N. FROLOVA¹, I. SILKA²

¹ Department of Wellness Products Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, UKRAINE

² Department of Technology of Nutrition and Catering Business, National University of Food Technologies, Kyiv, UKRAINE

ABSTRACT Food flavors began to produce industrial way only in the XX-th century. Flavours improve the flavor, the assimilation of products and expand the assortment products of the same type. Natural flavors are especially in demand. They are represented in the Ukrainian market poorly. Essential oils belong to the natural flavor, too. Essential-oil industry of Ukraine works more for export. There are many solutions of essential oils recycling, for example, distillation, extraction, liquid gases, membrane technology and others. The purpose of this work is the study of technological stages of production of natural flavorings of local essential oils. Subject of research - essential oil from the seeds *Coriandrum sativum* L. Fractions were obtained by fractional distillation of the essential oil on the automatic setting. There are ready flavor with floral, herbal, pine aromas. Major technological conditions of temperature and pressure are presented in the article. Fractions can be mixed to produce new flavors and expand the assortment. The technical complex of instrumental analysis allows planning flavor. Package of application computer programs determines the ratio of essential oils fractions in the new flavors. These flavorings can be used beverage industry in the manufacture of hard liquor "Chernigov" and "Starokievskaya" and other sectors of the food industry. This technology is implemented in natural flavors during the year on the equipment of domestic production.

Keywords: natural flavor, essential oil, coriander, fractionation technology.

Вступ

Харчові ароматизатори – це винахід нашого часу. Саме в ХХ столітті використання харчових ароматизаторів набуло промислового значення та із ароматичних есенцій домашньої кухні ароматизатори поширилося до промислового виробництва. Варто зазначити, що ароматизатори формально не є харчовими добавками, оскільки мають дуже низькі концентрації в харчових продуктах. Вони не використовуються окремо, а лише додаються до їжі, покращуючи її аромат та засвоєння [1].

Аналіз стану питання

Ароматизатори визначають образ продукту, а

саме запах ромашки міцно асоціюється з розслаблюючою і заспокійливою дією; ментолу – із охолоджуючим ефектом; цитрусу – з оздоровлюючим і навіть з ефектом омолодження. Застосування ароматизаторів дозволяє виробляти широкий асортимент однотипної продукції, але із різним ароматом; надавати ароматичних властивостей продуктам без запаху; відновлювати його в разі втрати при зберіганні або переробці. Технологія, розроблена колективом авторів є продовженням ефіроолійної виробництва і орієнтована на вітчизняну сировину і технологічну базу, придатна як для великого поточно-механізованого виробництва, так і для підприємств малого й середнього бізнесу.

Аналіз останніх досліджень і літератури

Останнім часом ситуація на ринку ароматизаторів змінюється. Зростає інтерес до натуральних ароматизаторів, що пов'язано зі здатністю надавати продукту окрім аромату позитивної різноспрямованої біологічної дії [2]. Поряд з цим, на вітчизняному ринку помітний дефіцит асортименту натуральних харчових ароматизаторів.

До натуральних ароматизаторів, в першу чергу, відносять ефірні олії. Серед ефіроолійних рослин на території України переважають коріандр, м'ята, кмин, лаванда, троянда, шавлія, фенхель. Протягом останніх 20 років в промислову культуру введено полинь лимонну (*Artemisia balchanorum* Krach.), м'яту котячу (*Nereta cataria*), зміголовник молдавський (*Dracoscephalum moldavicum* L.) [3].

За останні роки в Україні виробляється близько 100-120 тон ефірних олій на рік на суму 60-70 мільйонів гривень. Втім, незважаючи на значний досвід переробки ефірних олій, більша їхня частина експортується в інші країни і повертається в Україну у вигляді тисячі найменувань фармацевтичних препаратів, косметичних засобів, але вже за ціною в 30–50 разів дорожче [4]. Частіше інших закупають українські ефірні олії країни Євросоюзу, і в першу чергу Франція, Англія, Голландія та Німеччина.

При переробці ефіроносів на ефірну олію, як зазначено у табл. 1, використовується лише 0,07–1,2 % сировини, а решта – відходи виробництва. А це формує високу вартість готової продукції.

Таблиця 1 – Вихід ефірних олій із ефіроолійної сировини та їхня вартість

Назва	Вихід, % мас.	Вартість за кг, \$
Насіння кропу	0,35–0,6	265,4
Коріандр	1,5–2,0	362,8
М'ята котяча	2,4–6	298,8
Кмин	3–8	266,1
Шавлія мускатна	0,4–0,6	78,2

Існуючі методи розв'язання задачі

У світі для збільшення асортименту натуральної ароматичної продукції ефірні олії підлягають різній переробці. З цією метою використовуються як традиційні технології, що добре себе зарекомендували, так і нові технологічні процеси. Так процес детерпенізації традиційно проводять паровою дистиляцією [5]. Значний розвиток отримало послідовне елююванням терпенів розчинниками (наприклад, пентан, іонні рідини, розчини етанолу) [6, 7].

Для видалення терпенів успішно використовуються зріджені гази – вуглеводні (Cn), хладони (галоїдовані вуглеводні C2, C4), які киплять при температурах нижче 0 °C і не потребують спеціального нагрівання при відгонці [8].

Фракціонування надкритичним двооксидом вуглецю дозволяє отримувати ароматичні продукти за низьких температур [9].

Існує багато інноваційних рішень виділення індивідуальних компонентів, в тому числі методом дистиляції [10], препаративної хроматографії [11]. Для отримання окремих фракцій із ефірних олій застосовують мембранні технології [12], вибіркоче фракціонування [13]. Виправданим рішенням можна вважати переробку ефірних олій фракційним поділом під вакуумом, що базується на законах дистиляції складної суміші вуглеводнів [14].

Мета роботи – викладення результатів дослідження технологічних стадій виробництва натуральних харчових ароматизаторів з вітчизняних ефірних олій.

Постановка проблеми

Ефіроолійна галузь вважається однією з найрентабельніших у світі. На теренах нашої держави можна культивувати близько 75 видів ефіроносів. Однак зараз в Україні як промислово вирощують 11 видів ефіроолійних культур.

Основними центрами виробництва ефірної олії є: Алушта, Судак, Сімферополь, Прилуки, Лубни, Переяслав-Хмельницький, Драбів, Ромни. Існуючі технології або частково знищені, або застаріли та потребують введення інноваційних рішень. Альтернативним виходом можна вважати виробництво натуральних ароматизаторів з ефіроолійної сировини, використовуючи фракційну перегонку ефірних олій під вакуумом.

Предмет дослідження – коріандрова ефірна олія (ДСТУ 4654:2006) вихідною сировиною для якої є коріандрове насіння.

Коріандр (*Coriandrum sativum* L.) займає до 80 % площ ефіроносів на Україні. При переробці 1000 кг коріандру отримують, кг: ефірна олія – 3,3; тверда фаза відходів – 990; дистилят – 1000. Основною фракцією ефірної олії є алифатичні терпени (69,7 %), частка моноциклических терпенів становить 13 %, сесквітерпенів – 17,3 % [15]. Коріандрова ефірна олія характеризується високою бактерицидністю, тривають дослідження її протипракової дії.

Методи дослідження

При виконанні роботи використані сучасні фізико-хімічні методи дослідження складу (аналітична та препаративна газорідинна хроматографія, спектрофотометрія), а також методи дослідження ефірної олії коріандрової наведені у відповідному ДСТУ 4654:2006.

Газохроматографічний аналіз компонентного складу коріандрової ефірної олії проводили на хроматографі Hewlett-Packard 5890 з полум'яно-іонізаційним детектором. Умови аналізу: капілярна кварцова колонка (довжина 50 м, діаметр 0,2 мм),

нерухома фаза – карбовакс 20 М, газ-носії – гелій з постійною швидкістю 1,2 мл/хв. Введення проби з поділом потоку 1/20. Температура термостата 50 °С (2 хв), 50–200 °С (4 °С/хв), 200–280 °С (20 °С/хв), 280 °С (5 хв).

Ідентифікацію проводили контролем збіжності піків досліджуваного зразка і чистих речовин, які отримували препаративною хроматографією і молекулярною діагностикою [16]. Таким чином були ідентифіковано α -пінен, d-ліналоол, гераніол, камфора, геранілацетат, ліналілацетат. Ідентифікацію інших компонентів здійснювали за відносним часом утримання:

$$\rho = \tau_{P2}/\tau_{P1},$$

де τ_{P1} – час утримання досліджуваної речовини, τ_{P2} – час утримання речовини-мітки (α -пінен). Масові співвідношення компонентів встановлювали методом внутрішньої нормалізації. В розрахунках використовували масові коефіцієнти чутливості компонентів для полум'яно-іонізаційного детектора.

Кількісний вміст розраховували за відношенням площі піків компонентів до суми площ усіх піків на хроматограмі (метод нормалізації).

Аналізи проводилися з п'ятикратною повторюваністю. Збіжність вимірювань не менше 0,3 %. Метрологічна оцінка газохроматографічних вимірювань проводилася апаратно-програмним комплексом моделі МХ-Е «Хьюлетт-Паккард» (США). Метрологічні характеристики розрахунків: $S = 0,0067$; $\delta = \pm 2,26\%$.

Результати дослідження

Для забезпечення високої якості ароматизаторів, коріандрова ефірна олія як вихідна сировина, повинна задовольняти наступні фізичні та хімічні показники наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники коріандрової ефірної олії

Назва показника	Величина показника
Зовнішній вигляд, запах, смак	Рухлива, жовтувата рідина з пряним теплим квітковим ароматом
Масова частка камфори, %	2,0–6,0
Показник заломлення при 20 °С	1,462–1,468
Кут обергання α , град	+9,0–+12,0
Кислотне число, мг КОН	1,5
Ефірне число, мг КОН, не більше	17,0
Розчинність	в 3-х об'ємах 70 %-го етанолу

Досліджень якісного та кількісного складу ефірної олії проводили на газовому хроматографі.

Основні ароматоутворюючі компоненти представлені у табл. 3.

Таблиця 3 – Склад коріандрової ефірної олії

Компонент	Вміст, %	Запах
α -пінен	6,04±0,27	Хвойний
камфен	1,3±0,06	Хвойний
мірцен	2,29±0,12	Цитрусовий
d-лімонен	4,13±0,22	Лимонний
β -фелландрен	0,25±0,05	Цитрусовий
1,8 цинеол	9,50±0,18	Камфорний
n-цимол	0,17±0,05	цитрусовий
d-ліналоол	66,8±0,16	Квітковий
d-камфора	3,2±0,08	Камфорний
ліналілацетат	0,16±0,5	Квітковий
l-борнеол	0,13±0,5	Хвойний
α -терпінеол	0,32±0,5	Квітковий
гераніол	1,42±0,5	Трояндовий
геранілацетат	2,9±0,5	Трояндовий

За наведеними даними з'ясовано, що в складі досліджуваної ефірної олії основним компонентом є аліфатичний терпеновий спирт d-ліналоол (66,8 %) з приємним запахом конвалії. Група компонентів (α -пінен, камфен, l-борнеол) мають хвойний аромат, мірцен, d-лімонен, β -фелландрен, n-цимол володіють цитрусовими відтінками аромату, 1,8 цинеол, d-камфора – запах камфори, ліналілацетат, α -терпінеол, гераніол, геранілацетат – квіткові відтінки. Цей набір компонентів можна прийняти як перший критерій для планування фракцій з такими ароматами: хвойний запах з різними тонами, перевага цитрусових тонів, камфорні відтінки, гармонійне поєднання різних тонів квіркового аромату.

На основі проведених досліджень було запропоновано апаратно-технологічну схему виробництва харчових натуральних ароматизаторів. Дана схема передбачає виділення з ефіроолійної сировини ефірної олії та подальше її перероблення шляхом фракційної перегонки з виділенням фракцій, які мають різний аромат. Принципова технологічна схема отримання ароматизатору представлена на рис. 1.

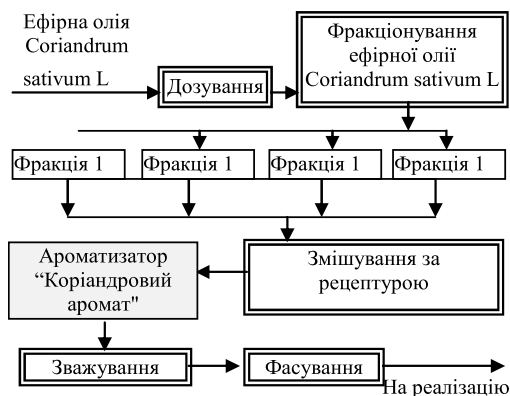


Рис. 1 – Схема отримання ароматизатору з коріандрової ефірної олії

У промисловості для фракційної перегонки легких складних сумішей застосовують різні апаратурні конструкційні рішення, основним вузлом яких є ректифікаційна колона [17].

У нашій розробці розділення коріандрової ефірної олії здійснюється на напівпромисловій автоматичній установці фракційної перегонки (УФП). Коротка технічна характеристика УФП: тип колонки – трисекційна; число реальних тарілок – 20 шт.; число царг – 3 шт.; діаметр рефракційної частини – 30 мм; головка повної конденсації; регулювання флегмового числа і температури в кубі через блок управління; контроль температури – автоматичний. Елементи установки виготовлені з інертного матеріалу – термостійкого скла виробництва Simex.

Отриману зі складу ефірну олію подають у куб установки УФП, відкачують повітря до 2,64 кПа (20 мм рт. ст.) при кімнатній температурі. Включають подачу води на холодильники і повільно підвищують температуру бані і колонки до появи відгону в головці. Установлюють режим роботи установки "на себе" протягом 35 хвилин. За тиску 1,97 кПа регулюють флегмове число в межах 1:7 і відбирають першу фракцію. Далі тиск знижують до 1,32 кПа і проводять відбір другої фракції при значенні флегмового числа 1:8. Відбір фракцій проводиться з верхньої частини колонки. За таких умов процес відбувається із збагаченням фракції найбільш летким ключовим компонентом, а також компонентами з близькими температурами кипіння, які значною мірою впливають на тональність аромату. При цьому слід зазначити, що за конкретним завданням проводиться корекція режимів фракціонування відповідно складу вихідної ефірної олії. При припинення відбору дистилату підвищується температура в кубі, чим досягаються нові умови рівноваги і отримання нової фракції. Робочі режими процесу наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Режими фракціонування коріандрової ефірної олії

№ фракції	Температура, °С			Флегмове число	Тиск кПа
	в кубі	в колоні	у парах		
1	85-91	57-59	29-32	1:7	1,97
2	90-94	57-66	33-49	1:8	1,32
3	94-97	66-79	54-58	1:10	1,32
4	97-114	79-94	60-76	1:1	1,32
Кубовий залишок	122				0,92

За наведеними умовами отримано чотири фракції та кубовий залишок. У табл. 5 представлено матеріальний баланс перегонки ефірної олії в апараті УФП (розрахунок на 1 завантаження 3,5 кг).

Усі фракції, по чергово по мірі їх накопичення збиралися у герметичні скляні ємності. Загальний вихід фракцій становить 97,6 % від вихідної

Таблиця 5 – Матеріальний баланс перегонки коріандрової ефірної олії в апараті УФП

Завантажено	Отримано		
	Назва продукту	Маса продукту	
Коріандрова ефірна олія, 3,5 кг		кг	% від вих.
	Фракція 1	0,184	5,3
	Фракція 2	0,252	7,2
	Фракція 3	0,400	11,40
	Фракція 4	2,118	61,2
	Куб. залишок	0,441	12,5
	Втрати	0,105	2,4

сировини. Втрати складають 2,4 % (неповне уловлювання легких низькокиплячих компонентів, втрати при захлинанні колонки).

З кожної фракції, після ретельного перемішування, відбирають середню пробу, визначають якісний склад і ароматичні властивості за загальноприйнятими і стандартизованими методами (ДСТУ 2729-94).

Оскільки компоненти ефірної олії, окрім характерного аромату мають індивідуальні температурні інтервали кипіння, зміна режимів фракційної перегонки приводить до зміни компонентного складу фракції, і, як наслідок, її аромату.

Кожна отримана фракція коріандрової ефірної олії є самостійним висококонцентрованим натуральним ароматизатором з стабільними фізико-хімічними характеристиками, що наведені в табл. 6.

Таблиця 6 – Характеристики ароматизаторів з коріандрової ефірної олії

Назва ароматизатора	Склад ароматизатора	Масова частка, %	Характеристика аромату
"Хвойний ліс"	α-пінен	56,61	Гармонічний хвойний з лимонними відтінками
	α-фелландрен	2,48	
	d-лімонен	32,19	
	цінеол	8,72	
"Травяниста насолода"	α-пінен	6,02	Гармонійне поєднання хвойних і трав'яних відтінків
	α-фелландрен	2,82	
	d-лімонен	81,77	
	цінеол	1,27	
	β-фелландрен	0,65	
"Квіткова фантазія"	l-ліналоол	7,47	Квітковий з трав'яними відтінками
	d-лімонен	35,58	
	цінеол	50,5	
	β-фелландрен	11,92	
"Коріандрові пахощі"	l-ліналоол	2,1	Гармонійний коріандровий
	цінеол	1,4	
	β-фелландрен	0,12	
	камфора	8,7	
"Трояндовий цвіт"	l-ліналоол	0,37	Квітковий, трояндового тону
	камфора	0,13	
	ліналілацетат	9,29	

Назва ароматизатора	Склад ароматизатора	Масова частка, %	Характеристика аромату
	l-борнеол	1,17	
	α - терпінеол	1,61	
	гераніол	87,43	

Окрім отримання натуральних ароматизаторів у вигляді окремих фракцій пропонується конструювання висококонцентрованих ароматизаторів цілеспрямованим комбінуванням фракцій. Дане конструювання здійснюється за участю технологічного комплексу розпізнання органолептичного образу та планування складу ароматизатора, який поєднує технічний комплекс інструментального аналізу та пакет прикладних комп'ютерних програм ППП "ХРОМАТОГРАФ". Це забезпечує рішення багатofакторних оптимізаційних задач прогнозування ароматичного образу і створення ароматизаторів із заданими властивостями.

Для отримання ароматизатору "Коріандровий аромат" фракції змішували в наступних кількостях, г: перша фракція – 0,81; друга фракція – 1,7; третя фракція – 4,37; четверта фракція – 36,61; п'ята фракція – 1,70, що відповідає масовому співвідношенню 1:2:3:4 = 1,0:2,1:5,4:44,4:2,1. Отриманий концентрований ароматизатор має наступний склад, мас. %: α-пінен – 4,8; камфен – 0,58; мірцен – 2,35; лімонен – 4,34; цінеол – 9,14; β-феллалдрен – 0,24; п-цимол – 0,37; камфора – 4,83; l-ліналоол – 70,9; ліналілацетат – 0,20; борнеол – 0,15; терпінеол – 0,17; гераніол – 0,70; геранілацетат – 1,45 [18].

Ароматизатор являє собою рідину злегка жовтуватого кольору з характерним чистим запахом коріандру. "Коріандровий аромат" може використовуватися замість ароматного спирту коріандрового насіння у лікєро-горілчаній промисловості при виготовленні гірких настоянок, лікєрів та ін. напоїв, наприклад, "Чернігівська", "Старокиївська", як складова у розробці нових міцних, десертних і безалкогольних напоїв [19].

Промислове виробництво натурального ароматизатора "Коріандровий аромат" базується на вітчизняній апаратурній базі. Технологічне обладнання, з яким контактують ефірна олія та продукти її переробки, мають бути виготовлені з хімічного та каталітично інертного матеріалу. Доцільно використовувати для куба промислової установки трьохгорлові колби із термостійкого скла. Ректифікаційна колона може бути цільною або складатися з декількох царг. Колона має ізолюючі вакуумні сорочки зі скла з срібним покриттям. В якості насадки слід використовувати одиничні спіральні скляні елементи величиною 2–3 мм. Головка повинна бути повної конденсації.

Технологія виробництва продуктів із ароматизатором "Коріандровий аромат" пройшла виробничі випробування в цеху ЗАТ «Фірма «Білайт».

Висновки

Беручи до уваги постійне зростання вартості ефірних олій, імпорту залежність вітчизняних ринків ароматизаторів, представлені в статті рішення економічно доцільні. Окрім урізноманітнення асортименту натуральних ароматизаторів, відбувається зниження їх вартості. Ароматизатори можна виробляти на протязі року, на вітчизняному обладнанні з використанням вітчизняної сировини різного рівня якості. Технологія придатна як для великого поточно-механізованого виробництва, так і для підприємств малого й середнього бізнесу. При незначних витратах на підприємстві можуть виробляти більше 10 тис. тон ароматизаторів щорічно.

У даній статті представлено послідовність і режими вакуумно-фракційного поділу коріандрової ефірної олії на серію висококонцентрованих ароматизаторів тривалого зберігання. При фракціонуванні відбувається одночасне концентрування ароматичних компонентів. Зміна аромату фракцій полягає в спрямованій зміні режимів процесу. Комбінування фракцій однієї ефірної олії, або різних ефірних олій за встановленими масовими співвідношеннями забезпечує численні варіанти натуральних ароматизаторів для різних галузей промисловості. Такий технологічний прийом не руйнує природні структурні зв'язки компонентів ефірних олій, зберігає їхню біологічну здатність. Ще однією суттєвою перевагою задіяного способу є отримання ароматизаторів у концентрованому вигляді і забезпечення стабільних характеристик. Технологія реалізовується протягом року на обладнанні вітчизняного виробництва.

Список літератури

1. Шелавина, Е. Погружаясь в ароматы мира / Е. Шелавина // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://chin-ru.com/rynok-aromatizatorov/>.
2. Koroch, A. R., Juliani, H. R., Zygodlo, J. A. Bioactivity of essential oils and components // *Flavour and Fragrances*. Ed. R. G. Berger. New York: Springer, 2007. P. 87-115.
3. Касьяненко, М. К. Возрождая индустрию ароматов [Електронний ресурс] / День. – 2009. – 13 августа. – Режим доступу: <http://www.day.kiev.ua/uk/article/ekonomika/vidrozdzhuyuchi-industriyu-aromativ>.
4. Гасуха, Л. О. Сучасний зміст продовольчої безпеки та її регіональний прояв – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/en_re/2011_8_1/85.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/en_re/2011_8_1/85.pdf).
5. Stuart, G. R. Deterpenation of Brazilian orange peel oil by vacuum distillation / G. R. Stuart, D. Lopes, J. V. Oliveira // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2001. – Т. 78. – № 10. – С. 1041-1044.
6. Arce, A. Essential oil terpenes by extraction using organic solvents or ionic liquids A. Arce // *AIChE journal*. – 2006. – Т. 52 – № 6. – С. 2089-2097.
7. Lago, S. Improved concentration of citrus essential oil by solvent extraction with acetate ionic liquids S. Lago // *Fluid Phase Equilibria*. – 2014. – Т. 361. – С. 37-44.

8. **Gironi, F.** Continuous countercurrent deterpenation of lemon essential oil by means of supercritical carbon dioxide: Experimental data and process modelling / **F. Gironi, M. Maschietti** // *Chemical Engineering Science*. – 2008. – Т. 63. – № 3. – С. 651–661.
9. **Hu, Z.** Fractionation of Ligusticum Chuanxiong by Adsorption in Supercritical Carbon Dioxide / **Z. Hu** // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. – 2012. – Т. 51. – № 44. – С. 14496–14502.
10. **Su, Z. Q.** Isolation of (-) Patchouli Alcohol from Patchouli Oil by Fractional Distillation and Crystallization. / **Z. Q. Su, X. L. Wu, M. J. Bao** [et al.] // *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. – 2014. № 13. – P. 359–363.
11. **García-Risco, M. R.** Fractionation of thym Thymus vulgaris by supercritical fluid extraction and chromatography / **M. R. García-Risco** // *The Journal of Supercritical Fluids*. – 2011. – Т. 55. – № 3. – С. 949–954.
12. **Sakamoto, K.** Differential recovery of terpene hydrocarbons and oxygenated compounds from condensates containing essential oil discharged during concentration of citrus juices using a ceramic membrane / **K. Sakamoto** et al. // *Food Science and Technology Research*. – 2003. – Т. 9. – № 1. – С. 11–16.
13. **Fang, T.** Combination of supercritical CO₂ and vacuum distillation for the fractionation of bergamot oil / **T. Fang** et al. // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2004. – Т. 52. – № 16. – С. 5162–5167.
14. **Бондаренко, Е. Ю.** Совершенствование технологии переработки плодов кориандра способом паровой перегонки с использованием физико-химических методов // *автореферат на соискание степени канд. техн. наук* / Краснодар, 2010. – 26 с.
15. **Matasyoh, J. C.** Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Coriandrum sativum / **J. C. Matasyoh, Z. C. Maiyo, R. M. Ngure** [et al.] // *Food Chem*. – 2009. – Т. 113. – P. 526–529.
16. **Фролова, Н. Е.** Ідентифікація компонентів ефірних олій в режимі препаративного виділення / **Н. Е. Фролова, В. О. Усенко, І. М. Мацко** // *Харчова промисловість*. – 2005. – № 4. – С. 79–82.
17. **Пат. № 19438** Україна, МПК⁷ C10G 7/00, B01D 3/14. Малогабаритна пересувна установка для фракційної перегонки вуглеводневих конденсатів. / Гориславець С. П., Ільєнко Б. К., Левченко В. П., опубл. 25.12.1997.
18. **Пат. № 18131** Україна, МПК⁷ C11 B1/10, C11 B9/02. Спосіб отримання натуральних ароматизаторів «Кориандровий аромат» / Усенко В. О., Фролова Н. Е., Чепель Н. В., опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10.
19. **Пат. № 93835** Україна, МПК C12 G3/00/ Горілка особлива «Капітан» / Українець А. І., Фролова Н. Е., Чепель Н. В., Усенко В. О.; замовник і патентовласник Націон. унів.-т харч. техн. – № 201005991; заявл. 18.05.2010, опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.
4. **Gasuha, L. O.** Suchasnyy zmist prodovol'choi bezpeki ta її regional'niy proyav [Web]. http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/en_re/2011_8_1/85.pdf
5. **Stuart, G. R., Lopes, D., Oliveira, J. V.** Deterpenation of Brazilian orange peel oil by vacuum distillation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2001, **10(78)**, 1041–1044.
6. **Arce, A.** Essential oil terpenes by extraction using organic solvents or ionic liquids. *AIChE Journal*, 2006, **6(52)**, 2089–2097.
7. **Lago, S.** Improved concentration of citrus essential oil by solvent extraction with acetate ionic liquids. *Fluid Phase Equilibria*, 2014, **361**, 37–44.
8. **Gironi, F., Maschietti, M.** Continuous countercurrent deterpenation of lemon essential oil by means of supercritical carbon dioxide: Experimental data and process modelling, *Chemical Engineering Science*, 2008, **3(63)**, 651–661.
9. **Hu, Z.** Fractionation of Ligusticum Chuanxiong by Adsorption in Supercritical Carbon Dioxide. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2012, **44(51)**, 14496–14502.
10. **Su, Z. Q., Wu, X. L., Bao, M. J.** [et al.] Isolation of (-) Patchouli Alcohol from Patchouli Oil by Fractional Distillation and Crystallization. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 2014, **13**, 359–363.
11. **García-Risco, M. R. et al.** Fractionation of thym Thymus vulgaris by supercritical fluid extraction and chromatography. *The Journal of Supercritical Fluids*, 2011, **3(55)**, 949–954.
12. **Sakamoto, K.** et al. Differential recovery of terpene hydrocarbons and oxygenated compounds from condensates containing essential oil discharged during concentration of citrus juices using a ceramic membrane. *Food Science and Technology Research*, 2003, **1(9)**, 11–16.
13. **Fang, T.** et al. Combination of supercritical CO₂ and vacuum distillation for the fractionation of bergamot oil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2004, **16(52)**, 5162–5167.
14. **Bondarenko, E. Yu.** Sovershenstvovanie tekhnologii pererabotki plodov koriandra sposobom parovoy peregonki s ispol'zovaniem fiziko-khimicheskikh metodov. *Avtoreferat na soiskanie stepeni kand. tehn. nauk*. Krasnodar, 2010, 26.
15. **Matasyoh, J. C., Maiyo, Z. C., Ngure, R. M.** et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Coriandrum sativum. *Food Chem*, 2009, **113**, 526–529.
16. **Frolova, N. E., Usenko, V. O., Matsko, I. M.** Identifikatsiya komponentiv efirnih oliji v rezhimi preparativnogo vidilennya. *Kharchova promislovist'*, 2005, **4**, 79–82.
17. **Pat. 19438** Ukraine, MPK7 C10G 7/00, B01D 3/14. Malogabaritna peresuvna ustanovka dlya fraktsijnoyi peregonki vuglevodnevih kondensativ. Gorislavets S.P., Ilyenko B. K., Levchenko V.P., opubl. 25.12.1997.
18. **Pat. № 18131** Ukraine, MPK7 S11 V1/10, S11 V9/02. Sposib otrimannya naturalnih aromatizatoriv «Koriandroviji aromat» Usenko V.O., Frolova N.E., Shepel N.V., opubl. 16.10.
19. **Pat. 93835** Ukraine, MPK S12 G3/00/ Gorilka osobлива «Kapitan» Ukrainets A.I., Frolova N.E., Shepel N.V., Usenko V.O.; zamovnik patentovlasnik Natsion. univ.-t harch. tehn. – 201005991; zayavl. 18.05.2010, opubl. 10.01.2011,

Bibliography (transliterated)

1. **Shelavina, E.** Pogruzhayasi v aromaty mira [Web] <http://chin.ru.com/rynok-aromatizatorov/>.
2. **Koroch, A. R., Juliani, H. R., Zygadlo, J. A.** Bioactivity of essential oils and components. *Flavour and Fragrances. Ed. R.G. Berger. New York: Springer*, 2007, P. 87–115.
3. **Kas'yanenko, M. K.** Vozrozhdaya industriyu aromatov, 2009 [Web] <http://www.day.kiev.ua/uk/article/ekonomika/vidrodz-huyuchi-industriyu-aromativ>.

Надійшла (received) 25.09.2015