

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**НАУМЕНКО КСЕНІЯ АНДРІЇВНА**

УДК 663.8; 661.183

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРАКТІВ ТА КОНЦЕНТРАТІВ  
ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Київ – 2012**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**Фролова Наталія Епінетівна**,  
Національний університет харчових технологій  
МОНмолодьспорту України, доцент кафедри  
технології оздоровчих продуктів

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Домарецький Віталій Афанасійович**,  
Національний університет харчових технологій  
МОНмолодьспорту України, професор кафедри  
біотехнології продуктів бродіння і виноробства

кандидат технічних наук, доцент  
**Дубова Галина Євгеніївна**,  
Полтавський університет економіки і торгівлі,  
ВНЗ Укоопспілки, доцент кафедри загально-  
інженерних дисциплін

Захист відбудеться «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 р. о \_\_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради, к.т.н., доцент

М.В. Карпутіна

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**Актуальність теми.** Однією з пріоритетних галузей харчової промисловості є виробництво екстрактів та концентратів із рослинної ароматичної сировини. Застосування концентрування зумовлено необхідністю виробництва харчових продуктів високого ступеня готовності, економією тари, транспортних засобів, забезпеченням сталого асортименту даної продукції протягом року.

Не зважаючи на використання сучасної техніки концентрування та низьких температур процесу, значна частина ароматичних речовин екстрактів втрачається, що погіршує якість готового продукту. Тому збереження ароматичної складової при концентруванні є актуальною проблемою для промисловості України та інших країн.

Передовими виробниками концентратів запропоновані технологічні прийоми уловлювання ароматичних компонентів, засновані на процесах ректифікації і конденсації (установки фірм «Хранмаш», «Єдність»), абсорбції розчинниками або інертними газами (установка «Термовак») та адсорбції. Ефективним, але мало дослідженим для промисловості способом збереження летких ароматичних речовин низької концентрації при упарюванні під вакуумом є адсорбційний.

Тому дослідження та впровадження у технологію саме цього способу для вловлювання ароматичних речовин в процесі концентрування дозволить харчовим підприємствам раціонально переробляти вітчизняну рослинну сировину, отримувати натуральні концентрати ароматичних речовин та забезпечувати потреби безалкогольної та інших галузей промисловості в них.

Теоретико-методологічною основою дисертаційної роботи є наукові праці вітчизняних і закордонних учених Шобінгера І., Філонової Г.Л., Другова Ю.С., Домарецького В.А., Сакодинського К.І. та інших.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано згідно тематики держбюджетної науково-дослідної роботи Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій «Розробка технології адсорбційного вловлювання та виділення біологічно та ароматичноактивних сполук при температурно-вакуумному концентруванні екстрактів з пряно-ароматичної сировини та плодово-ягідних соків», затвердженої Міністерством освіти і науки України (номер державної реєстрації 0107U011158, 2008 – 2009 рр.). Особистий внесок автора у виконанні роботи полягав в проведенні аналітичних, експериментальних досліджень, опрацюванні, аналізі та узагальненні отриманих результатів, а також оформленні наукових публікацій за темою роботи.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології екстрактів та концентратів із рослинної сировини шляхом розробки та впровадження у технологію способу уловлювання та виділення ароматичних речовин.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні взаємопов'язані

завдання:

- проаналізувати сучасні наукові розробки та практичні рішення способів уловлювання та виділення ароматичних речовин під час концентрування екстрактів із рослинної сировини;
- підібрати адсорбенти, перспективні для вловлювання ароматичних речовин;
- дослідити процес адсорбції ароматичних речовин з водних або водно-спиртових парів та їх десорбції з обраних адсорбентів;
- розробити адсорбційні колонки «градієнтної селективності» та дослідити їх властивості по відношенню ароматичних речовин;
- обрати спосіб десорбції ароматичних речовин з адсорбційної колонки «градієнтної селективності» та дослідити параметри його здійснення;
- провести оптимізацію режимів концентрування ароматичних речовин;
- отримати концентрати ароматичних речовин та дослідити їх якісні показники;
- удосконалити технологію екстрактів та концентратів із рослинної сировини шляхом підбору та розрахунку обладнання для стадії уловлювання ароматичних речовин;
- розробити нормативну документацію та надати рекомендації для впровадження у виробництво екстрактів та концентратів із рослинної сировини.

*Об'єкт дослідження* – технологія екстрактів та концентратів із рослинної сировини.

*Предмет дослідження* – екстракти рослинної сировини, зокрема листя м'яти перцевої, гілочок чорної смородини та горобини звичайної, полуничний сік, адсорбенти.

*Методи дослідження.* Під час виконання дисертаційної роботи використовувались стандартні і апробовані сенсорні, фізико-хімічні методи досліджень, методи математично-статистичної обробки експериментальних даних. Для визначення вмісту ароматичних речовин у екстрактах, концентратах та дослідження властивостей адсорбентів використано газохроматографічний метод з опрацюванням даних у прикладній програмі «Хромпроцесор-7». Оптимізацію режимів стадії адсорбції-десорбції ароматичних речовин здійснювали за побудовою математично-статистичної моделі процесу (ОХТ) та пошуком оптимальних значень методом Гаусса-Зейделя. Використано комп'ютерні прикладні програми: Microsoft Word, Excel 2007, Mathcard, AutoCAD 2008, CorelDraw X3.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

На основі результатів досліджень науково обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність удосконалення технології екстрактів та концентратів із рослинної сировини шляхом уловлювання ароматичних речовин на адсорбційній колонці «градієнтної селективності» з наступною їх теплодинамічною десорбцією у потоці азоту.

Встановлено закономірність адсорбції ароматичних речовин в залежності від їх молекулярної маси та полярності із водних та водно-спиртових парів на

колонках з активованим вугіллям та пористими полімерними сорбентами.

Вперше одержано математичні залежності ступеня теплодинамічної десорбції ароматичних речовин з адсорбційних колонок «градієнтної селективності» від параметрів – температури та швидкості теплового поля.

Вперше виділено ароматичні концентрати із нетрадиційної рослинної сировини за удосконаленою технологією.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичну новизну проведених досліджень підтверджено двома патентами на корисну модель: "Спосіб уловлювання ароматичних речовин" (Пат. України № 55434 від 10.12.2010), "Спосіб уловлювання ароматичних речовин" (Пат. України № 55435 від 10.12.2010).

Розроблено лабораторну установку для дослідження ароматичних речовин екстрактів з рослинної сировини, автоматизовану дослідну установку концентрування екстрактів з уловлюванням ароматичних речовин та затверджено інструкції з експлуатації на них як внутрішні стандарти лабораторії.

Розроблено та затверджено у встановленому порядку проект нормативної документації на «Концентровані ароматичні екстракти з рослинної сировини» (ТУ У 02070938-106:2011) та «Технологічну інструкцію по виробництву концентрованих ароматичних екстрактів».

Здійснено впровадження результатів дисертаційної роботи на ТзОВ «Білайт» (м. Київ), де отримано та досліджено зразки концентратів ароматичних речовин «Чорносмородиновий вишуканий» та «Мигдальний особливий».

**Особистий внесок здобувача** полягає у проведенні аналізу сучасного стану науково-практичних розробок з теми дисертації; постановці задач, плануванні, проведенні досліджень та обробці експериментальних даних, їх аналізі та співставленні з відомими розробками; викладенні основних положень і висновків дисертації; підготовленні публікацій за результатами досліджень. Розроблення інструкцій до лабораторних установок, проектів нормативної документації, а також обговорення результатів проведено разом з науковим керівником к.т.н., доцентом Н.Е. Фроловою та с.н.с. В.О. Усенко, які є співавторами відповідних публікацій.

**Апробація роботи.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на 1-ій всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів «Питання технології та гігієни харчування» (м. Донецьк, ДонДУЕТ, 2009 р.), XI-й міжнародній конференції молодих вчених «Пищевые технологии и биотехнологии» (м. Казань, КДГУ, 2010 р.), міжнародній конференції «Актуальні питання та організаційно-правові засади співробітництва України і КНР в сфері високих технологій» (м. Київ, 2010 р.), IX-й міжнародній науково-практичній конференції «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (м. Мінськ, РУП «НПЦ НАН Білорусі по продовольству», 2010 р.), всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного

господарства і торгівлі» (м. Харків, ХДУХТ, 2010 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи» (м. Київ, НУХТ, 2010 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Прогресивна техніка і технології харчових виробництв, готельного, ресторанного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (м. Харків, ХДУХТ, 2011 р.), VIII-й міжнародній науково-технічній конференції «Техника и технология пищевых производств» (м. Могильов, МДУП, 2011 р.), 74-й, 75-й, 76-й, 77-й науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів (м. Київ, НУХТ, 2008 – 2011 рр.).

**Публікації.** За матеріалами дисертації надруковано 19 наукових праць, у тому числі п'ять статей у спеціалізованих фахових виданнях, опубліковано дванадцять тез доповідей на наукових, науково-технічних конференціях, отримано два патенти України на корисну модель.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і 9 додатків. Робота викладена на 234 сторінках машинописного тексту, містить 44 рисунка, 52 таблиці. Список використаних джерел включає 170 найменувань. Додатки до дисертації представлені на 81 сторінці.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, охарактеризовано наукову новизну і практичну цінність роботи, наведено відомості стосовно особистого внеску автора, апробації результатів досліджень, структури та обсягу роботи.

У **першому розділі** «Сучасний стан розробок у технології екстрактів та концентратів із рослинної сировини» проаналізовано тенденції розвитку галузі екстрактів та концентратів із рослинної сировини, узагальнено технологічні та економічні передумови застосування процесу концентрування, а також оцінено ефективність збереження природних властивостей рослинної сировини під час концентрування. Охарактеризовано рослинну сировину як джерело ароматичних речовин (АР) та проаналізовано науково-практичні розробки способів уловлювання та виділення АР при упарюванні екстрактів та соків під вакуумом. Обґрунтовано доцільність дослідження адсорбційно-десорбційних процесів для уловлювання АР. Розглянуто перспективи розширення сировинної бази для отримання концентратів АР з обґрунтуванням використання гілочок плодово-ягідних дерев як нетрадиційної сировини.

У **другому розділі** «Організація та методологія досліджень» наведено схему організації проведення досліджень, охарактеризовано об'єкт та предмет дослідження.

Наведено методи визначення органолептичних, фізико-хімічних показників рослинної сировини, її екстрактів та концентратів, сконцентрованих АР. Фізико-хімічні показники адсорбентів визначали за методами, описаними у нормативній документації.

Хроматографічні дані отримані на газових хроматографах «СЕЛМІ-2005»

(Україна) та “Цвет” (СРСР) із комп’ютерною реєстрацією сигналу і обробкою хроматограм у програмі «Хромпроцессор-7».

У третьому розділі «Дослідження адсорбційного вловлювання ароматичних речовин під час концентрування» сформульовано основні вимоги підбору адсорбентів, перспективних для уловлювання АР під час упарювання екстрактів: гідрофобність; хімічна, каталітична інертність; здатність адсорбентів до повної десорбції АР зі збереженням адсорбційних властивостей протягом тривалого терміну використання; достатня механічна міцність гранул; доступність та безпечність. Для досліджень обрано активоване вугілля та пористі полімерні сорбенти (ППС), характеристики яких наведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні показники адсорбентів**

Адсорбент		$S, \text{ м}^2/\text{г}$	$d, \text{ нм}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	$r, \text{ г/см}^3$	Структура
Активоване вугілля марки БАУ-А		700...800	$\leq 200$	300	0,161	форма вуглецю
Пористі полімерні сорбенти	Тенакс GC	19...30	140	450	0,181	полі-(2,6-дифеніл)-феніленоксид
	Полісорб-1	300...350	13	250	0,152	сополімер стирола з дивінілбензолом
	Полісорб-10	300...350	-	250	0,162	полі-п-дивінілбензол
	Хромосорб 107	400...500	60...80	250	0,201	зшитий поліакриловий ефір

\* $S$  – питома поверхня;  $d$  – середній діаметр пор;  $T$  – температурна межа;  $r$  – насипна густина.

Дослідження параметрів вловлювання та виділення АР з водних/водно-спиртових парів при упарюванні екстрактів під вакуумом на обраних адсорбентах здійснювали за схемою, наведеною на рис. 1.

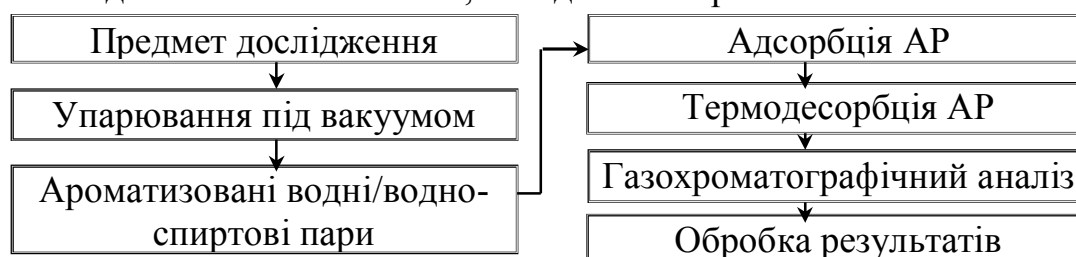


Рис. 1. Схема дослідження властивостей адсорбентів до АР

В якості предмету дослідження створено модельну суміш, яка складалась з ізобутанолу, ізоамілолу,  $\alpha$ -пінена, лімонена, цинеола, ліналоола, карвона, геранілацетата. Вибір компонентів базувався на систематизації фізико-хімічних характеристик АР рослинної сировини, а саме їх хімічної будови, молекулярної маси, температури кипіння, полярності.

Схема дослідження реалізована у конструкції розробленої лабораторної установки, яка складається з двох частин: перша частина (рис. 2а) призначена для упарювання предмету досліджень та адсорбційного уловлювання АР, друга частина (рис. 2б) – для проведення десорбції АР та їх газохроматографічного аналізу. Режим концентрування та адсорбції встановлено на рівні температури

50...60 °С та залишкового тиску 10 кПа. Адсорбція АР здійснювалась у колонці-концентраторі 2, заповненій обраними адсорбентами та поміщеній у колбу роторного випарника. Основним вузлом другої частини лабораторної установки є термодесорбер 8 (рис. 2в), який забезпечував безвтратну термодесорбцію адсорбованих АР в газохроматографічну колонку з послідуочим їх аналізом.

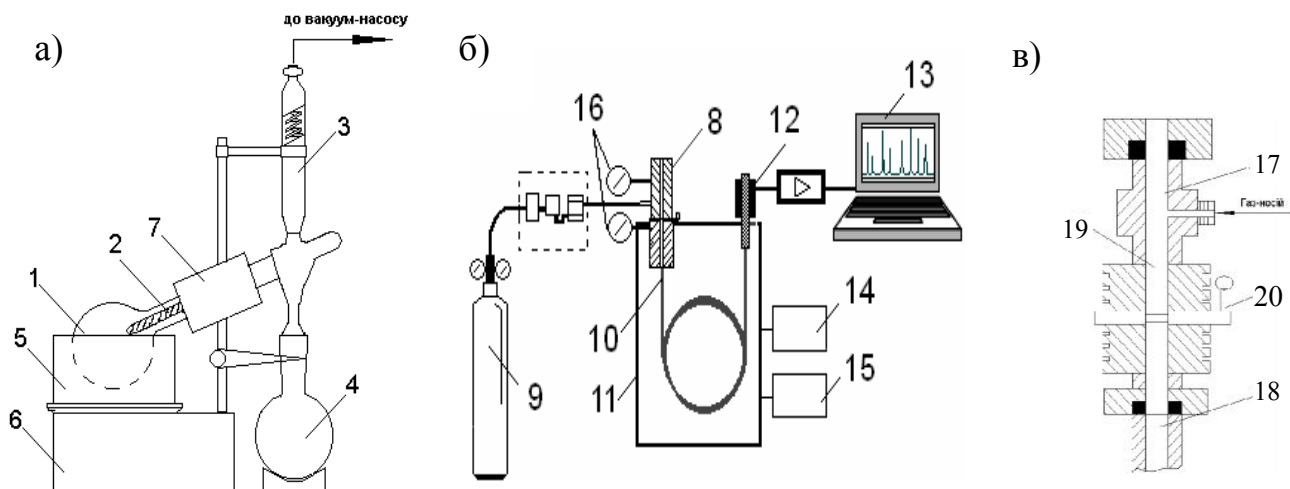


Рис. 2. Блок-схема лабораторної установки дослідження АР соків та екстрактів з рослинної сировини: 1 – колба роторного випарника; 2 – адсорбційна колонка-концентратор; 3 – холодильник; 4 – приймач дистилляту; 5 – водяна баня; 6 – пристрій автоматичного керування; 7 – привід; 8 – термодесорбер; 9 – балон із газом-носієм; 10 – хроматографічна колонка; 11 – термостат колонки; 12 – детектор; 13 – реєструючий пристрій; 14, 15 – блоки регулювання температури; 16 – манометри; 17 – продувочна камера; 18 – десорбційна камера термодесорбера; 19 – канал; 20 – перемикач.

Аналіз десорбованих АР здійснювався на аналітичній колонці, заповненій твердим носієм CHROMATON з нанесеною нерухомою фазою ПЕГ-6000, за розробленою газохроматографічною методикою: температура інжектора – 200<sup>0</sup>С, температура термостата колонок – програмування 90...175 °С з кроком 5<sup>0</sup>С, температура детектора – 200 °С, чутливість детектора – 2·10<sup>-10</sup>, газ-носії – азот, витрати газу-носія/водню/повітря – 33/33/330 см<sup>3</sup>. Якісний аналіз хроматограм АР проводили ідентифікацією компонентів за часом утримування, кількісний – методом внутрішньої нормалізації або за внутрішнім стандартом.

Досліджено селективні, каталітичні та десорбційні властивості обраних адсорбентів на основі визначення показника повноти адсорбції-десорбції k-го компоненту модельної суміші окремим адсорбентом –  $a_i$ , %.

Порівняльні діаграми селективних властивостей обраних адсорбентів по відношенню до АР модельної суміші залежно від їх молекулярної маси та полярності зображені на рис. 3 та 4 відповідно.

За рис. 3 – 4 встановлено: *полісорб-1* здатний максимально утримувати молекули з молекулярною масою до 136 г/моль, при цьому полярність АР не впливає на ступінь їх адсорбції; *полісорб-10* максимально утримує полярні



молекули АР; *тенакс* характеризується селективними властивостями до АР з молекулярною масою 88...136 г/моль; *хромосорб 107* не має характерних селективних властивостей до АР певної молекулярної маси, але селективно вловлює полярні АР; *активоване вугілля БАУ-А* максимально адсорбує АР з молекулярною масою більшою 136 г/моль та не утримує низькомолекулярні та полярні сполуки.

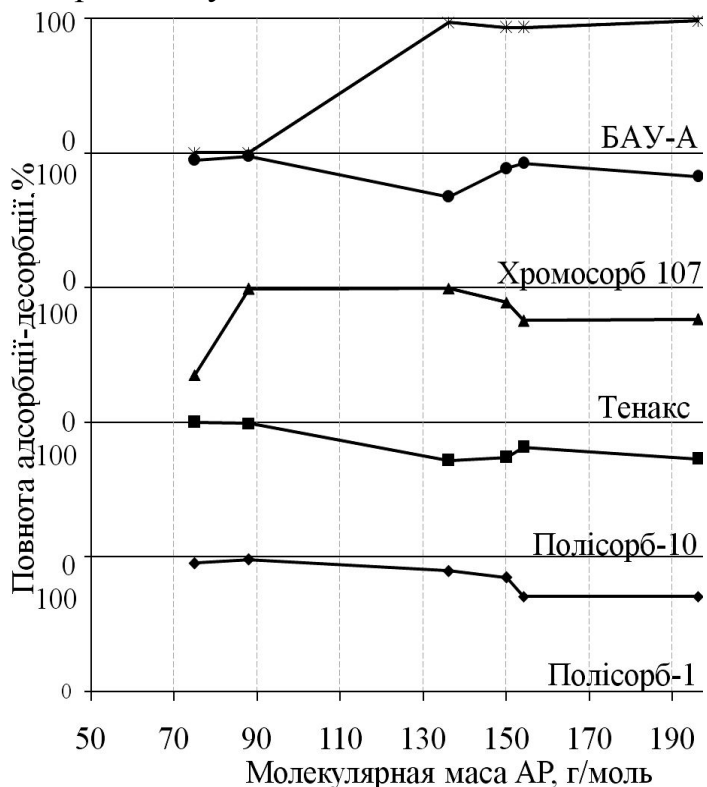


Рис. 3. Порівняльний аналіз селективності адсорбентів до АР різної молекулярної маси

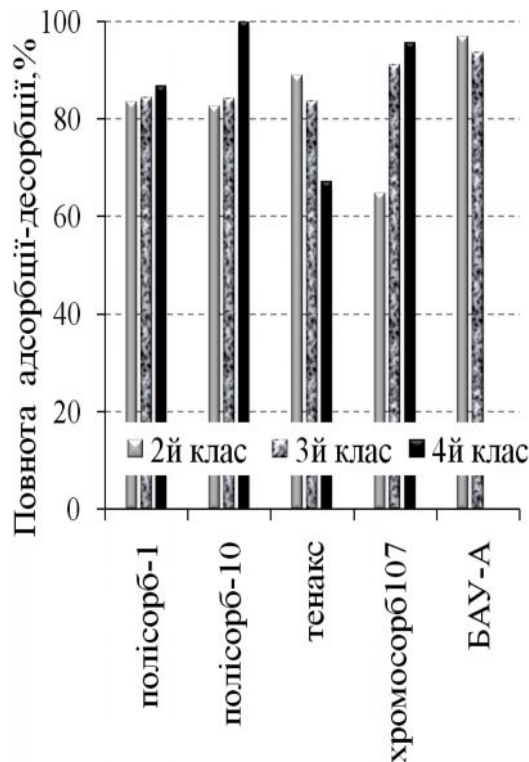


Рис. 4. Порівняльний аналіз селективності адсорбентів до АР різної полярності

За результатами досліджень десорбційних властивостей адсорбентів на основі залежності показника повноти десорбції АР модельної суміші та її тривалості (рис. 5) від температури встановлено оптимальні значення температури десорбції АР для полісорбу-1, полісорбу-10 – 200 °С, тенаксу, хромосорбу 107 – 240 °С, активованого вугілля БАУ-А – 270 °С.

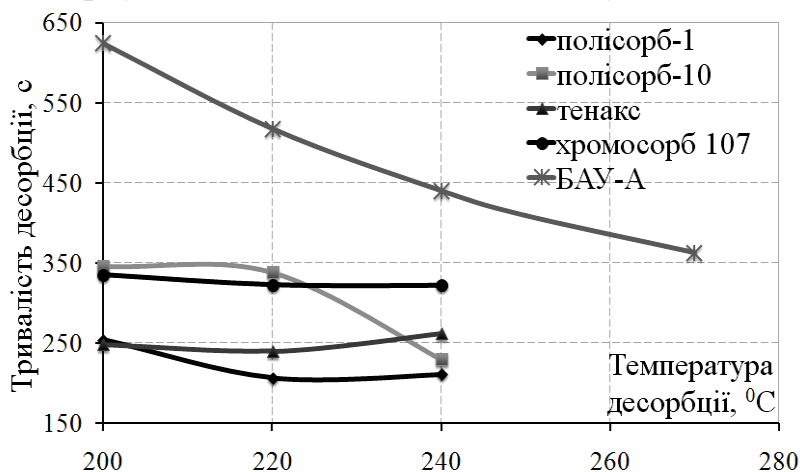


Рис. 5. Залежність тривалості десорбції АР модельної суміші від температури

Проаналізувавши якісний склад десорбованих АР модельної суміші встановили, що ППС не володіють каталітичними властивостями у межах температур 200...240 °С, БАУ-А – 200...270 °С.

Узагальненням проведених досліджень є кількісні зміни АР модельної суміші в процесі адсорбції-десорбції на одному адсорбенті та відповідно втрати АР, а також необхідність забезпечення високих температур здійснення десорбції. Це зумовило розроблення способу уловлювання АР на адсорбційній колонці «градієнтної селективності» – колонці, яка за своєю довжиною змінює адсорбційні властивості по відношенню до молекулярної маси або полярності АР. Обґрунтовано та доведено ефективність послідовного розташування трьох адсорбентів у колонці «градієнтної селективності» за молекулярною масою АР (*ГСКмол.маса*) – активоване вугілля БАУ-А, тенакс GC, полісорб-1; за полярністю АР (*ГСКпол.*) – хромсорб 107, тенакс GC, полісорб-1. Розподіл АР на ГСК відображено показником відсотку адсорбції k-го компонента модельної суміші n-шаром адсорбенту та подано у таблиці 2.

Таблиця 2

**Розподіл АР на шарах адсорбентів ГСК, %**

Компонент \ Адсорбент	на колонці ГСКмол.маса				на колонці ГСКпол.			
	БАУ-А	тенакс GC	полісорб1	сумарна кіл-сть	хромо-сорб 107	тенакс GC	полісорб1	сумарна кіл-сть
ізобутанол	0	0	99,36	99,36	99,36	0	0	99,36
ізоамілол	0	30,82	68,72	99,54	99,79	0	0	99,79
α-пінен	27,89	53,03	18,51	99,43	0	5,71	93,49	99,20
лімонен	27,02	54,76	17,78	99,56	0	7,47	92,44	99,91
цинеол	90,17	9,26	0	99,43	75,77	17,31	6,34	99,43
ліналоол	91,62	7,41	0	99,03	69,49	24,46	5,53	99,48
карвон	91,59	7,93	0	99,52	64,56	24,49	9,99	99,04
геранілацетат	97,55	1,90	0	99,45	74,55	21,75	2,85	99,15

Встановлено та підтверджено патентами України на корисну модель такі властивості ГСК: розподіл АР модельної суміші по довжині адсорбційної колонки-концентратора «градієнтної селективності» за їх молекулярною масою для *ГСКмол.маса* та за полярністю для *ГСКпол.*; практично 100 %-у повноту адсорбції-десорбції компонентів модельної суміші; зниження тривалості десорбції порівняно з моносорбентом за відповідних температур на 12...96 %, відповідність компонентів, адсорбованих та десорбованих з ГСК, складу вихідної суміші, що вказує на збереження вихідного аромату.

Розроблені адсорбційні ГСК використано для визначення кількісного та якісного складу АР екстрактів, соків, концентратів з рослинної сировини з використанням лабораторної установки. Основними параметрами є: температура упарювання 50 °С; тиск 0,01 МПа; кількість розчину 20...25 см<sup>3</sup>; можливість підготовки проби додаванням етилового спирту до концентрації мінімум 14...20 об. %; тривалість упарювання 10 хв. (для екстрактів), 25...30хв. (для соків), кількість випареного розчинника – 34...70 % від початкової кількості розчину.

У четвертому розділі «Встановлення технологічних параметрів отримання концентратів ароматичних речовин» встановлено технологічні параметри отримання концентратів АР на розробленій дослідній установці, апаратурне оформлення якої зображено на рис. 6.

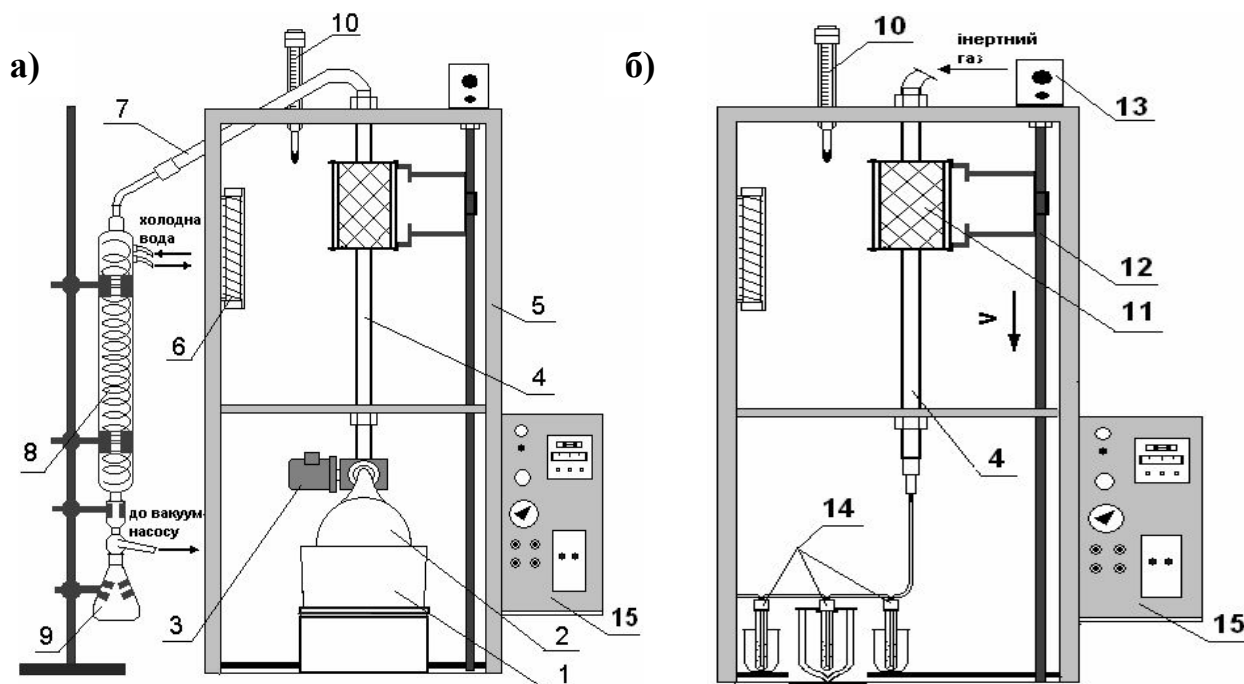


Рис. 6. Апаратурне оформлення дослідної установки, що працює в режимі а) упарювання-адсорбції, б) десорбції АР: 1 – роторний вакуумний випарник; 2 – колба роторного випарника; 3 – привід; 4 – адсорбційна колонка; 5 – термостат; 6 – електронагрівальний елемент; 7 – з'єднувальний елемент; 8 – холодильник-конденсатор; 9 – приймач конденсату; 10 – електроконтактний термометр; 11 – термодесорбційна кільцева піч; 12 – направляюча; 13 – привід термодесорбера; 14 – система збиральних вловлювачів; 15 – блок автоматичного управління.

Упарювання 60 % водно-спиртового розчину модельної суміші концентрацією 1:1000 здійснювали при температурі 50 °С та залишковому тиску 0,05 МПа на роторному лабораторному випарнику 1. Ароматизовані водно-спиртові пари на виході з випарної колби 2 проходили через адсорбційну колонку ГСК 4, поміщену у термостат 5 з регулюванням температури адсорбції 10, у якій відбувалось селективне уловлювання АР. Деароматизовані водно-спиртові пари конденсувались у холодильнику-конденсаторі 8.

Досліджено вплив температури на ефективність адсорбції АР на ГСК. Для цього встановлено залежність вмісту АР у водно-спиртовому конденсаті після упарювання від температури адсорбції (рис. 7). Проаналізувавши експериментальні дані, визначено оптимальне значення температури адсорбції АР на ГСК – 40...50 °С, за якої втрати АР були найменшими.

Ускладненість оптимального виділення АР з адсорбентів тепловим полем зумовило розробку та встановлення режимів теплодинамічної десорбції АР в потоці інертного газу.

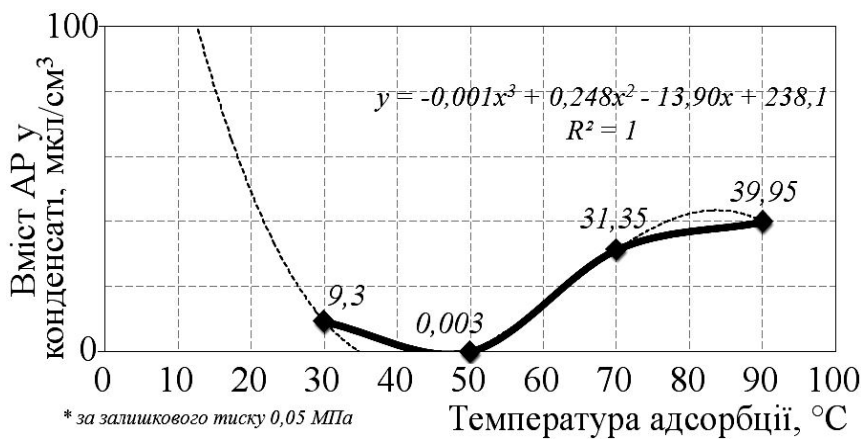


Рис. 7. Вплив температури на втрати АР при адсорбції на ГСК

Термін «теплодинамічне поле» означає теплове поле, створюване кільцевою пічкою, яка рухається вздовж адсорбційної колонки з наперед встановленою швидкістю та створює умови примусового витіснення АР з неї. Газ-носії подається одночасно через шар адсорбентів ГСК та забезпечує витіснення молекул кисню для уникнення каталітичних реакцій; підвищення експлуатаційних можливостей адсорбентів, особливо ППС; збільшення швидкості десорбції АР; остаточне регенерування адсорбентів.

Сплановано повнофакторний експеримент дослідження зміни ступеня десорбції АР з ГСК теплодинамічним полем від цілеспрямованої зміни керуючих факторів – температури десорбції та швидкості руху теплового поля.

Методика визначення ступеню десорбції АР ( $D$ , %) передбачала визначення газохроматографічним методом вмісту АР у розчині модельної суміші  $MAR_{розчину}$ ; десорбованому концентраті АР  $MAR$ ; концентрованому розчині, який залишився у колбі,  $MAR_{концентрату}$ , у конденсаті  $MAR_{конденсату}$  та складання матеріального балансу концентрування за АР у вигляді

$$D = \frac{MAR}{MAR_{розчину} - MAR_{концентрату} - MAR_{концентрату}} \cdot 100$$

Вихідні значення температури десорбції визначено на основі діаграм розподілу АР модельної суміші на поверхні ГСК за температурою кипіння, побудованих за табл. 2, та встановлених оптимальних її значень для кожного адсорбенту.

Таким чином, на ступінь десорбції АР з ГСК *мол.маса* досліджено вплив температури десорбції у зоні «полісорб-1-тенакс» у межах 140...200 °С та температури десорбції у зоні «БАУ-А» – 200...260 °С; на ступінь десорбції АР з ГСК *пол.* – температури по довжині всієї адсорбційної колонки 160...200 °С.

Керуючим фактором для ГСК обрано швидкість руху теплового поля вздовж ГСК, яка встановлювалась у межах 0,83...1,59 см/хв.

Локальні математичні моделі теплодинамічної десорбції АР з адсорбційної поверхні адекватно описують реальний процес та мають вигляд:

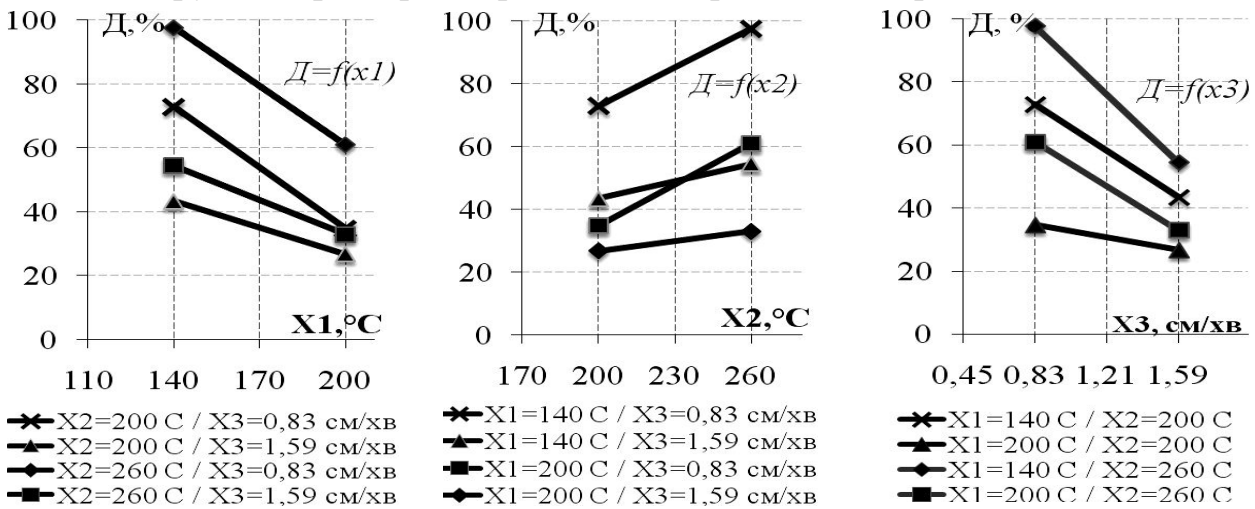
$$\checkmark \text{ ГСК}_{\text{мол.маса}}: D = -103,32 + 0,54 \cdot X_1 + 1,76 \cdot X_2 + 234,94 \cdot X_3 - 0,01 \cdot X_1 \cdot X_2 - 1,53 \cdot X_1 \cdot X_3 - 1,7 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,01 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3, \quad R^2 = 0,991,$$

де  $X_1$  – температура десорбції у зоні «полісорб-1-тенакс», °С;  $X_2$  – температура десорбції у зоні «БАУ-А», °С;  $X_3$  – швидкість теплового поля, см/хв.

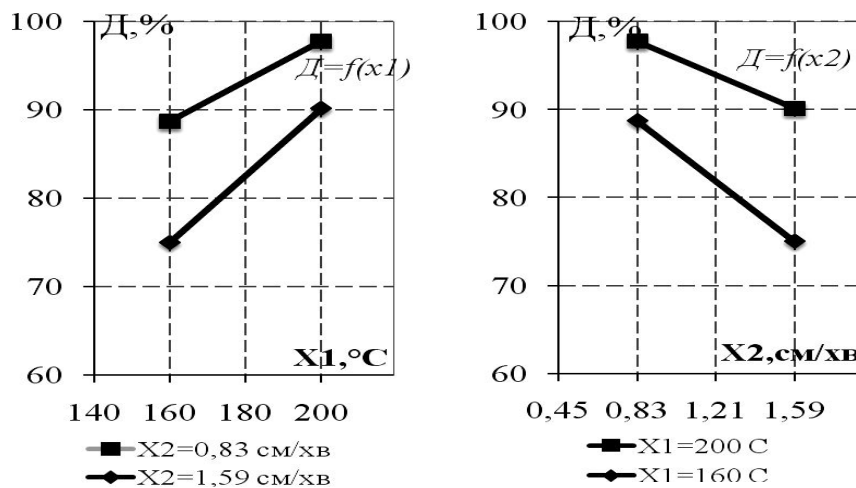
✓ ГСКпол.:  $D = 94,1 + 0,06 \cdot X_1 - 50,01 \cdot X_2 + 0,2 \cdot X_1 \cdot X_2$ ;  $R^2 = 0,998$ .

де  $X_1$  – температура десорбції,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $X_2$  – швидкість теплового поля,  $\text{см/хв}$ .

Технологічна інтерпретація математичних моделей процесу теплодинамічної десорбції відображено у вигляді графіків функції  $D$ , %, від значень керуючих факторів в границях їх варіювання на рис. 8.



### ГСКмол.маса



### ГСКпол.

Рис. 8. Залежність ступеня десорбції АР від зміни керуючих факторів

Методом Гаусса-Зейделя з урахуванням енергозатрат на здійснення теплодинамічної десорбції на дослідній установці встановлено оптимальні режими десорбції АР з поверхні ГСКмол.маса: температура десорбції у зоні «полісорб-1-тенакс» –  $140^{\circ}\text{C}$ , температура десорбції у зоні «БАУ-А» –  $250...260^{\circ}\text{C}$ , швидкість руху теплового поля –  $0,71...0,81\text{см/хв}$ ; ГСКпол.: температура десорбції –  $200^{\circ}\text{C}$ , швидкість руху теплового поля –  $0,61\text{см/хв}$ .

На основі отриманих результатів досліджень сформульовано переваги теплодинамічної десорбції АР з ГСК: 1) збереження повноцінного хімічного складу АР за зниження температури десорбції та зменшення поверхні теплового поля; 2) зменшення впливу теплового поля на адсорбент та АР; 3) доступність для промислового використання.

За встановленими параметрами отримано концентровані екстракти м'яти перцевої як традиційної сировини, гілочок чорної смородини та горобини

звичайної як нетрадиційної ароматичної сировини, яка володіє високим вмістом АР та цікавим насиченим ароматом, концентрат полуничного соку та відповідні їм концентрати АР.

За оцінкою органолептичних показників концентрованих екстрактів та концентратів АР (табл. 3), а також вмісту ароматичної складової у екстрактах м'яти перцевої, гілочок чорної смородини, гілочок горобини звичайної (відповідно 195,1, 950, 155 мг/дм<sup>3</sup>) запропоновано наступні назви концентратів АР: «М'ятний освіжаючий», «Чорносмородиновий вишуканий», «Мигдальний особливий».

Таблиця 3

**Оцінка органолептичних показників концентрованих екстрактів та концентратів АР**

Продукт	Зовнішній вигляд	Колір	Аромат	
М'яти перцевої	Концентрат АР (1:12,5)	Однорідна рідина без включень	Легкий жовтий	М'ятний насичений, різкуватий з тоном свіжої зелені
	Концентрований екстракт	Однорідна в'язка рідина	Зеленувато-бурий	М'ятний слабкий
Гілочки чорної смородини	Концентрат АР (1:11)	Однорідна рідина без сторонніх включень	Світло-жовтий	Гармонійний аромат ягід чорної смородини з тонами свіжої зелені та деревини
	Концентрований екстракт	Однорідна в'язка рідина	Коричневий	Чорної смородини з грубими терпкими тонами
Гілочки горобини звичайної	Концентрат АР (1:50)	Однорідна рідина без сторонніх включень	Світло-жовтий	Характерний мигдальний
	Концентрований екстракт	Однорідна в'язка рідина	Буро-зелений	Аромат кісточок вишні
Полуниця	Концентрат АР (1:1285)	Однорідна рідина без сторонніх включень	Світло-жовтий	Полуничний з фруктовим тоном
	Концентрат соку	Однорідна в'язка рідина	Темно-червоний	Слабо-насичений з грубим тоном полуниці

За розробленою газохроматографічною методикою визначено компонентний склад концентратів АР.

Порівнянням фізико-хімічних показників та компонентного складу експериментально отриманих концентратів АР протягом 6-ти місяців встановлено постійність їх значень, що визначило строк придатності 6 місяців.

У п'ятому розділі «Удосконалення технології екстрактів та концентратів з рослинної сировини» удосконалено апаратурну технологічну схему отримання концентрованих екстрактів та концентратів шляхом впровадження стадії адсорбції АР на шляху відгону ароматичних водних/водно-спиртових парів й виділення АР з адсорбера теплодинамічним полем та підбором необхідного технологічного обладнання та матеріалів. Принципова та

апаратурна технологічна схема виробництва концентрованих екстрактів і концентратів із рослинної сировини з адсорбцією-десорбцією АР, представлена відповідно на рис. 9 та 10.

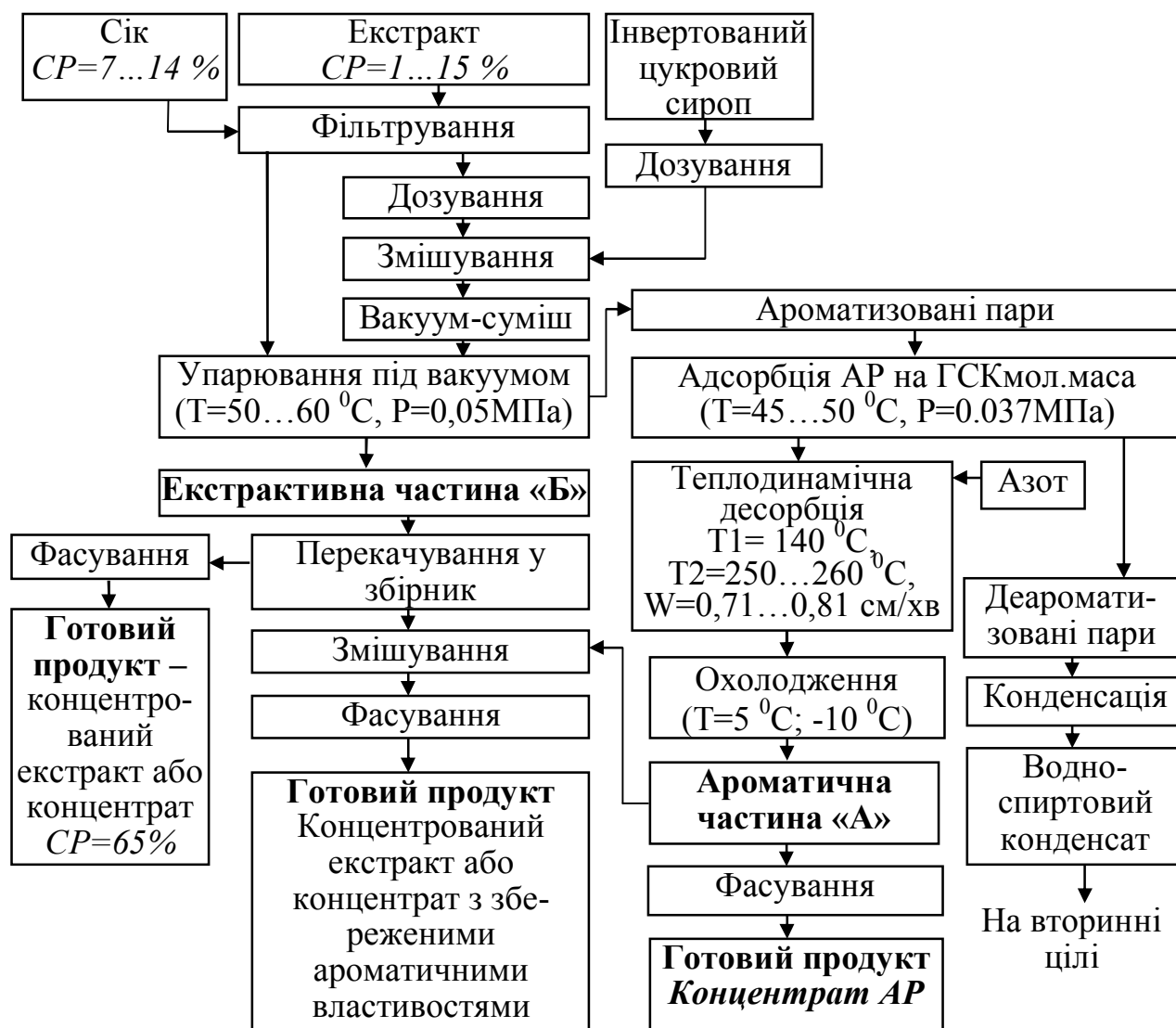


Рис. 9. Принципово-технологічна схема отримання концентрованих екстрактів та концентратів з адсорбцією-десорбцією АР

Удосконалена апаратурно-технологічна схема має практичну реалізацію для лікєро-горілочного та безалкогольного виробництв, плодово-переробної галузі.

Для реалізації розроблених положень у промисловості запропоновано використовувати для технологічної лінії продуктивністю 100 кг/год за екстрактом адсорбер з вбудованою поверхнею теплообміну, який складається з 61 адсорбційної трубки розмірами 60x1200 мм (місткість 0,219м<sup>3</sup>). Розрахунок необхідної кількості адсорбентів адсорбера базувався на визначенні ємності моношару адсорбентів за АР з використанням методу газової хроматографії.

Десорбція АР здійснюється за рахунок поступового заповнення міжтрубного простору силіконовим маслом, нагрітим у підігрівнику поверхнею ТЕНів 0,01 м<sup>2</sup> до необхідної температури, зі встановленою швидкістю подачі.

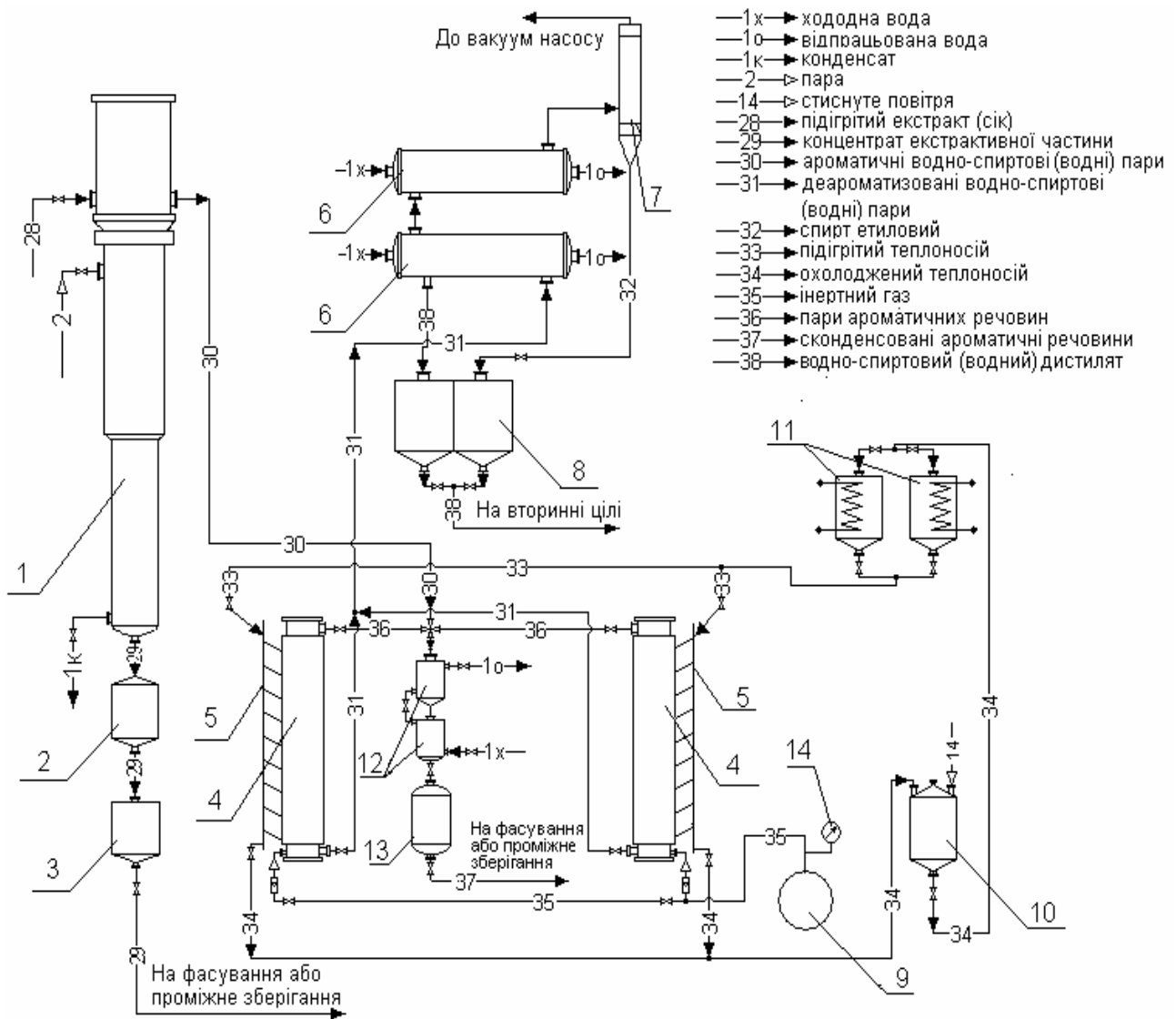


Рис. 10. Апаратурна технологічна схема отримання концентрованих екстрактів та концентратів з адсорбцією-десорбцією ароматичних речовин: 1 – роторний вакуумний випарник РПІ-300-2К-01, 2 – збірник концентрованого екстракту, 3 – мірник концентрованого екстракту; 4 – адсорбер вертикальний з вбудованою поверхнею теплообміну, 5 – тепла «рубашка» – міжтрубний простір, 6 – конденсатор вакуумний марки КОН, 7 – спиртовловлювач марки СЛ, 8 – збірник конденсату, 9 – балон газовий, 10 – збірник теплоносія, 11 – підігрівник теплоносія, 12 – вловлювач АР двосекційний, 13 – збірник АР, 14 – манометр, 15 – вакуумний насос типу ВВН-1,5.

Очікуваний економічний ефект від удосконалення полягає у підвищенні виходу готового продукту технології, що визначило окупність обладнання та витратних матеріалів через 5 місяців. Соціальний ефект визначено як випуск натуральних концентратів АР з ціною (350...460 грн за 1 кг 10 % концентрату АР), конкурентоспроможною в порівнянні з існуючими як натуральними, так і штучними аналогами.

На основі аналізу експериментальних даних та узагальнення висновків



розроблено та затверджено у встановленому порядку проект нормативної документації на «Концентровані ароматичні екстракти з рослинної сировини» (ТУ У 02070938-106:2011), «Технологічну інструкцію по виробництву концентрованих ароматичних екстрактів».

## ВИСНОВКИ

Проведеними дослідженнями вирішено поставлену мету та завдання щодо удосконалення технології екстрактів та концентратів з рослинної сировини із реалізацією у наступних положеннях:

1. Проаналізовано сучасні наукові розробки та практичні рішення способів виділення аромату при упарюванні екстрактів і соків під вакуумом та обґрунтовано доцільність використання адсорбційно-десорбційних циклів для досягнення поставленої мети.

2. Обрано перспективні адсорбенти для уловлювання АР, а саме активоване вугілля, пористі полімерні сорбенти, які відповідають вимогам проведення адсорбційно-десорбційних циклів у середовищі водних/водно-спиртових парів та вакууму.

3. Досліджено процеси адсорбції-десорбції АР на активованому вугіллі марки БАУ-А, пористих полімерних сорбентів полісорбу-1, полісорбу-10, тенаксу GC та хромосорбу 107. Встановлено, селективність адсорбентів до АР певної молекулярної маси або полярності, каталітичну та хімічну інертність до АР, безпечність у використанні.

4. Розроблено адсорбційні колонки «градієнтної селективності», заповнені пошарово адсорбентами за зміною їх селективності до молекулярної маси АР – активоване вугілля БАУ-А, тенакс GC, полісорб-1 та до полярності АР – хромосорб 107, тенакс GC, полісорб-1. Експериментально доведено ефективність адсорбції та десорбції АР з них, що підтверджено патентами України на корисну модель № 55434, № 55435.

5. Обґрунтовано спосіб десорбції теплодинамічним полем в потоці азоту із безвтратним виділенням АР та можливістю зниження температури десорбції, загальних енергозатрат, поверхні теплового поля та його впливу на адсорбент та АР. Це зумовило можливість промислового використання даного способу.

6. Встановлено ефективне здійснення адсорбції АР на ГСК з водних/водно-спиртових парів при залишковому тиску 0,037 МПа та температурі 40...50 °С.

7. Складанням повнофакторного експерименту та побудовою локальних математичних моделей процесу визначено оптимальні режими теплодинамічної десорбції АР з поверхні за методом Гаусса-Зейделя: *ГСКмол.маса* – температура десорбції у зоні «полісорб-1-тенакс» – 140 °С, температура десорбції у зоні «БАУ-А» – 250...260 °С, швидкість руху теплового поля – 0,71...0,81 см/хв.; *ГСКпол.* – температура десорбції – 200 °С, швидкість руху теплового поля – 0,61 см/хв., які забезпечують низькі енергозатрати.

8. Отримано концентрати АР з водно-спиртового екстракту м'яти перцевої та полуничного соку, а також з екстрактів гілочок чорної смородини та гілочок горобини звичайної як нетрадиційної сировини. Досліджено їх

органолептичні показники, склад та строк придатності – 6 місяців.

9. Удосконалено апаратурну технологічну схему отримання екстрактів та концентратів з рослинної сировини впровадженням стадії адсорбції АР у вертикальному адсорбері з вбудованою поверхнею теплообміну після роторно-плівкового випарника. Десорбція за удосконаленою схемою забезпечується нагрітим до встановленої температури теплоносієм – силіконовим маслом, яке подається у міжтрубний простір адсорбера.

10. Розроблено та затверджено у встановленому порядку проект нормативної документації на «Концентровані ароматичні екстракти з рослинної сировини» (ТУ У 02070938-106:2011), «Технологічну інструкцію по виробництву концентрованих ароматичних екстрактів».

11. Очікуваний економічний ефект від удосконалення технології визначено як окупність обладнання та витратних матеріалів, яка становить через 5 місяців. Соціальний ефект полягає у випуску натуральних концентратів АР з ціною (350...460 грн за 1 кг 10% концентрату АР), конкурентоспроможною з існуючими натуральними та штучними аналогами.

#### СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Українець А.І. Новий підхід до вирішення проблеми вловлювання ароматичних речовин при концентруванні соків та екстрактів / А.І. Українець, Н.Е. Фролова, К.А. Науменко // тем. збірник наук. праць «Обладнання та технології харчових виробництв». – 2009. – Вип. 22. – С. 226 – 231.

2. Горячова О. Дослідження ароматичних властивостей сортових яблучних соків / О. Горячова, К. Науменко // Товари і ринки. – 2010. – № 1. – С.133 – 138.

3. Підбір і оцінка адсорбентів для уловлювання ароматичних речовин під час концентрування соків та екстрактів / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова, А.І. Українець, В.О. Усенко // Наукові праці НУХТ. – 2010. – № 33. – С. 68 – 70.

4. Новые возможности в переработке эфиромасличного сырья для пищевых технологий / Н.Э. Фролова, И.Н. Сылка, К.А. Науменко, А.И. Украинец // Научные труды Русенского университета «Ангел Кинчев». – 2010. – Том 49: Биотехнологии и пищевые технологии. – С. 36 – 40.

5. Мікролабораторна установка дослідження ароматичної складової соків та екстрактів з рослинної сировини / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова, А.І. Українець, В.О. Усенко // Наука та інновації. – 2011. – № 2. – С. 16 – 21.

6. Пат. №55434 Україна, МПК<sup>7</sup> А23 L 2/08. Спосіб уловлювання ароматичних речовин / Науменко К.А., Фролова Н.Е., Українець А.І., Чепель Н.В., Силка І.М., Усенко В.О.; замовник і патентовласник Націон. унів-т харч. техн. – № 201007877; заявл.23.06.2010; опубл.10.12.2010, Бюл. № 23.

7. Пат. №55435 Україна, МПК<sup>7</sup> А23 L 2/08. Спосіб уловлювання ароматичних речовин / Науменко К.А., Фролова Н.Е., Українець А.І., Чепель Н.В., Силка І.М., Усенко В.О.; замовник і патентовласник Націон. унів-т харч. техн. – № 201007878; заявл.23.06.2010; опубл.10.12.2010, Бюл. № 23.

8. Науменко К.А. Розробка способу уловлювання та виділення

ароматичних речовин з використанням колонки градієнтної селективності / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова, В.О. Усенко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 74 наук. конф. мол. вчених, аспірантів і студ., 21–22 квітня 2008 р. : тези допов. – К., 2008. – С. 300.

9. Науменко К.А. Вирішення проблеми збереження натурального аромату соків та екстрактів / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова // Питання технології та гігієни харчування : 1-а всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, 8 – 9 квітня 2009 р. : матеріали допов. – Донецьк, 2009. – С. 138.

10. Науменко К.А. Оцінка властивостей адсорбентів щодо ефективного вловлювання та виділення ароматичних речовин при концентруванні соків та екстрактів / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 75-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2009 р. : тези допов. – К., 2009. – Ч.3. – С. 310.

11. Науменко К.А. Дослідження ароматичних властивостей нетрадиційної рослинної сировини / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 76-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 12 – 13 квітня 2010 р. : тези допов. – К., 2010. – Ч. 2. – С. 70.

12. Науменко К.А. Усовершенствование способа получения ароматизаторов растительного сырья / К.А. Науменко, Н.Э. Фролова // Пищевые технологии и биотехнологии : XI-я междунар. конф. молодых ученых, 13 – 16 апреля 2010г. : материалы докл. – Казань, 2010. – Т.1. – С. 27.

13. Науменко К.А. Натуральні ароматичні концентрати з плодово-ягідної сировини / К.А. Науменко, Н.Е. Фролова // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і студ., 20 квітня 2010 р. : тези допов. – Х., 2010. – Ч.1. – С. 33.

14. Фролова Н.Э. Прогнозирование показателей качества ароматизаторов из растительного сырья / Н.Э. Фролова, І.М. Силка, К.А. Науменко // Актуальні питання та організаційно-правові засади співробітництва України та КНР у сфері високих технологій : VI міжнар. наук.-практ. конф., 2 червня 2010 р. : матеріали допов. – К., 2010. – С. 182 – 186.

15. Фролова Н.Е. Науково-практичні розробки ресурсозберігаючої технології концентрування плодоягідних соків / Н.Е. Фролова, К.А. Науменко // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи : міжнар. наук.-практ. конф., 27 – 28 вересня 2010 р. : тези допов. – К., 2010. – Ч.1. – С. 4.

16. Науменко К.А. Комплексная оценка качества ароматизаторов из растительного сырья / К.А. Науменко, Н.Э. Фролова, Н.В. Чепель // Инновационные технологии в пищевой промышленности : XI-я междунар. науч.-практ. конф., 7 – 8 октября 2010 г. : материалы докл. – Минск, 2010. – С. 374 – 377.

17. Науменко К.А. Дослідження ефективності адсорбції ароматичних речовин рослинної сировини на колонці градієнтної селективності /

К.А Науменко, Н.Е. Фролова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 77-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 11–12 квітня 2011р. : тези допов. – К., 2011. – Ч.1.– С.122.

18. Фролова Н.Э. Определение оптимальных режимов выделения ароматобразующих веществ при концентрировании соков и экстрактов / Н.Э. Фролова, Науменко К.А. // Техника и технология пищевых производств : VIII междунар. науч.-техн. конф., 27 – 28 апреля 2011 г. : тезисы докл. – Могилев, 2011. – Ч. 1. – С. 63.

19. Фролова Н.Е. Газохроматографічний метод дослідження ароматоформуєчих речовин соків та екстрактів з рослинної сировини / Н.Е. Фролова, К.А. Науменко // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2011 р. : тези допов. – Харків, 2011. – С. 89 – 90.

*Особистий внесок:* брала участь у підборі і теоретичному аналізі джерел літератури [1,3–5,8–19], патентному пошуці [6,7], експериментальних дослідженнях за темою публікації [1–19], обробленні та узагальненні результатів, підготовці та оформленні матеріалів до публікації [1–19].

Основні результати дисертації повністю відображені в наведених публікаціях.

## АНОТАЦІЯ

**Науменко К.А. Удосконалення технології екстрактів та концентратів із рослинної сировини. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2012.

Робота присвячена актуальному питанню удосконалення технології екстрактів та концентратів із рослинної сировини з отриманням натуральних концентрованих ароматичних речовин.

На основі проведених досліджень розроблено та впроваджено у технологію стадію адсорбції ароматичних речовин на колонці «градієнтної селективності» з водних/водно-спиртових парів при упарюванні під вакуумом та їх виділення теплодинамічною десорбцією у потоці інертного газу у систему охолоджуючих вловлювачів. За удосконаленою технологією отримано концентрати ароматичних речовин з традиційної сировини – екстракту м'яти перцевої та полуничного соку, а також з нетрадиційної ароматичної сировини – екстрактів гілочок чорної смородини та горобини звичайної, що засвідчило можливість раціональної переробки сировини та випуску різноманітного асортименту натуральних ароматичних концентратів, задовольняючи потребу харчової промисловості в них.

За результатами роботи розроблено та затверджено у встановленому порядку проект нормативної документації на «Концентровані ароматичні екстракти з рослинної сировини» (ТУ У 02070938-106:2011), «Технологічну інструкцію по виробництву концентрованих ароматичних екстрактів».

**Ключові слова:** аромат, ароматичні речовини, концентрат, екстракт,

адсорбція, «градієнт селективності», теплодинамічна десорбція.

## АННОТАЦІЯ

**Науменко К.А. Усовершенствование технологии экстрактов и концентратов из растительного сырья. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2012.

Работа посвящена актуальному вопросу усовершенствования технологии концентрированных экстрактов и концентратов с улавливанием ароматических веществ и выделения их как отдельной ароматической части.

Совершенствование технологии концентрированных экстрактов и концентратов предусматривает разработку и внедрение стадии адсорбции ароматических веществ из водных и водно-спиртовых паров. Необходимость разработки такого способа вызвана тем, что при концентрировании большая часть ароматических веществ теряется и готовый сконцентрированный продукт уже не имеет насыщенного аромата.

На основе исследований адсорбентов активированного угля БАУ-А и пористых полимерных сорбентов типа полисорб, тенакс, хромосорб установлено их селективность к ароматическим веществам конкретной молекулярной массы и полярности. Это обусловило разработку колонок «градиентной селективности», заполненных послойно адсорбентами согласно изменению их селективности к молекулярной массе ароматических веществ – активированный уголь БАУ-А, тенакс GC, полисорб-1 и к полярности – хромосорб 107, тенакс GC, полисорб-1. Экспериментально доказано 100 % эффективность адсорбции-десорбции ароматических веществ, снижение длительности десорбции сравнительно с одним адсорбентом на 12...96 %, сохранение качественного и количественного состава исходного аромата, безопасность в эксплуатации.

Сложность и необходимость извлечения ароматических веществ из адсорбционной колонки обусловило использование теплодинамической десорбции в потоке инертного газа. Термин «теплодинамическое поле» характеризует тепловое поле, которое перемещается вдоль колонки с установленной скоростью, впоследствии чего создаются условия вытеснения ароматических веществ с адсорбента колонки.

С использованием разработанной опытной установки установлено оптимальные технологические параметры стадии адсорбционного улавливания ароматических веществ. С помощью построения локальных математических моделей процесса определено оптимальные режимы теплодинамической десорбции ароматических веществ с адсорбционной колонки «градиентной селективности» по молекулярной массе – температура десорбции в зоне «полисорб-1-тенакс» – 140 °С, температура десорбции в зоне «БАУ-А» – 250...260 °С, скорость движения теплового поля – 0,71...0,81 см/мин.; по полярности – температура десорбции – 200 °С, скорость движения теплового поля – 0,61 см/мин., которые обеспечивают низкие энергозатраты.

Усовершенствовано аппаратно-технологическую схему получения

экстрактов и концентратов из растительного сырья внедрением стадии адсорбции ароматических веществ на вертикальном адсорбере со встроенной поверхностью теплообмена. Десорбция за усовершенствованной схемой обеспечивается подачей в межтрубное пространство силиконового масла, нагретого до установленной температуры и с необходимой скоростью.

По принципам усовершенствованной технологии получены концентраты ароматических веществ из традиционного сырья – экстракта мяты перечной и клубничного сока, а также с нетрадиционного растительного сырья – экстрактов веточек черной смородины и рябины обыкновенной, которые имели насыщенный аромат, соответствующий исходному сырью. Это показало возможность рационально перерабатывать ароматическое растительное сырье с получением и выпуском широкого ассортимента натуральных ароматических концентратов по конкурентоспособной цене в сравнении с их натуральными и синтетическими аналогами (350...460 грн за 1 кг 10 % концентрата ароматических веществ).

Ожидаемый экономический эффект усовершенствования технологии определено как окупаемость оборудования и расходных материалов, которая составляет 5 месяцев.

По результатам работы разработаны и утверждены в установленном порядке проект нормативной документации на «Концентрированные ароматические экстракты из растительного сырья» (ТУ У 02070938-106:2011), «Технологическую инструкцию по производству концентрированных ароматических экстрактов».

**Ключевые слова:** аромат, ароматические вещества, концентрат, экстракт, адсорбция, «градиент селективности», теплодинамическая десорбция.

## ANNOTATION

**Naumenko K.A. Improvement of technology of extracts and concentrates from plant material. - Manuscript.**

Thesis for Candidate Technical Sciences Degree, specialty 05.18.05 – Technology of Sugary Substances and Fermentation Products. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2012.

The dissertation is devoted to improving technology extracts and concentrates of plant material for obtaining concentrated natural flavors.

Based on the research developed and implemented in the technology phase adsorption of aromatic compounds on the station of gradient selectivity from vapor during evaporation under vacuum and their recovery with dynamic termodesorption in a stream of inert gas in the cooling system traps.

The aroma concentrates are obtained from traditional raw materials - extract of peppermint and strawberry juice, such well as alternative aromatic raw materials - twigs extracts of black currant and rowan. Improved technology showed the possibility of rational processing of raw materials and issue a wide range of natural aromatic concentrates for food industry.

**Keywords:** fragrance, aromatic substances, concentrate, extract, adsorption, "gradient selectivity", dynamic termodesorption.