

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Олійник Людмила Борисівна

УДК 664.8.022.33

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ
ХЛОРОФІЛЬНО-КАРОТИНОЇДНИХ БАРВНИКІВ
ДЛЯ КОНСЕРВОВАНИХ ПРОДУКТІВ І НАПОЇВ**

Спеціальність 05.18.13 - технологія консервованих продуктів

**АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Одеса-2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській державній академії харчових технологій,
Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Пилипенко Людмила Миколаївна,
Одеська державна академія харчових технологій,
професор кафедри біохімії та мікробіології.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Павлюк Раїса Юріївна,
Харківська державна академія технології та організації
харчування, професор кафедри товарознавства
продовольчих товарів;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Пономаренко Світлана Федорівна,
ДНВО "Консервпромкомплекс", старший науковий
співробітник відділу розробки технологій виробництва
продуктів дитячого харчування.

Провідна установа: Український державний університет харчових технологій,
проблемна науково-дослідна лабораторія, Міністерство
освіти і науки України, м. Київ.

Захист відбудеться 19.10.2000 р. о 14 годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 при Одеській державній академії
харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської державної академії
харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112).

Автореферат розісланий 18.09.2000 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, д.т.н.

Моргун В.О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Плодові консерви в процесі виробництва підлягають теп-ловій обробці, одним з небажаних ефектів якої є деструкція пігментів рослинної сировини, що досягає 40%. Тому консерви за кольоровими характеристиками значно поступаються вихідній сировині. Погіршення органолептичних показників консервів зумовлює зниження конкурентоспроможності та споживчого попиту на такі цінні в біологічному відношенні консерви, як овочеві натуральні, плодові пю-ре, соки з м'якоттю, напої, сиропи.

Оскільки одним з найважливіших атрактантів, що зумовлюють харчову поведінку людей, є сенсорна реакція, кольорове оснащення їжі має велике значення і ши-роко використовується в світовій практиці. Але збільшення споживання синтетичних харчових добавок приводить до харчових отруєнь, сприяє підвищенню захворюваності населення та зміні генофонду (Смоляр В.І., 1995), тому серед відомих барвних харчових добавок 23 заборонені в країнах-членах Євроспілки як небезпечні.

Аналіз даних стану виробництва натуральних вітчизняних харчових барвників показує значну недостатність їх асортименту та кількості. Барвники хлорофільно-ка-ротиноїдного комплексу, перспективні за біологічною

активністю, можливістю про-лонгувати терміни зберігання харчових продуктів в Україні взагалі не виробляються.

Джерела для одержання хлорофільно-каротиноїдних барвників теоретично не-обмежені, але з економічних та технологічних позицій необхідне обґрунтування видів рослин - сировини для їх отримання. Використання харчових ресурсів з метою одержання натуральних барвників недоцільне тому, що кількість пігментів у рослинній сировині складає 0,01...0,20 % на сиру масу. Перспективними є відходи консервного, зокрема консервів лікувально-профілактичного напрямку, у рецептурах яких використовують водні екстракти пряноароматичних рослин, та ефіроолійного виробництва. Їх кількість складає до 90...99%. Вони відрізняються дешевизною, містять значні концентрації пігментів, до теперішнього часу мають не-досконалі шляхи застосування. Відсутні також вітчизняні науково обґрунтовані розробки по одержанню хлорофільно-каротиноїдних барвників, які враховували б особливості локалізації їх у клітинах, види зв'язку з іншими хімічними компонентами субклітинних структур та мали переваги у технологічному і економічному аспектах.

Таким чином, розробка нешкідливих, біологічно активних, натуральних, зручних і стабільних харчових барвників є актуальною і має загальнодержавний характер.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до напрямку 02 "Основних наукових напрямів роботи ОДАХТ" і кафедри біохімії та мікробіології "Удосконалення технології переробки рослинної сировини з метою комплексного її використання та одержання біологічно активних харчових продуктів і добавок".

Мета і задачі дослідження. Мета роботи - наукове обґрунтування та розробка технології хлорофільно-каротиноїдних барвників з відходів консервного та ефіроолійного виробництва для підвищення органолептичної цінності та біологічної активності консервованих харчових продуктів та напоїв.

Поставлена мета потребує вирішення наступних задач:

- здійснити відбір сировини для одержання харчових хлорофільно-каротиноїдних барвників;
- вивчити особливості складу, будови і локалізації сполук пігментного комплексу в об'єктах технологічної переробки;
- науково обґрунтувати технологію одержання хлорофільно-каротиноїдних екстрактів;
- розробити технологію одержання різних видів хлорофільно-каротиноїдних харчових барвників (за різними формами);
 - встановити комплекс біохімічних, фізико-хімічних, органолептичних, біологічних, мікробіологічних, технологічних показників розроблених барвників;
 - обґрунтувати раціональні режими зберігання на основі зміни показників якості і біологічної активності хлорофільно-каротиноїдних барвників;
 - апробувати хлорофільно-каротиноїдні барвники в консервній промисловості і розробити проект нормативно-технологічної документації на їх виробництво.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано вибір відходів консервного та ефіроолійного виробництва як сировини для одержання хлорофільно-каротиноїдних харчових барвників. Вперше проведено дослідження інгредієнтного складу пігментного комплексу за якісним та кількісним складом хлорофілів і їх структурних аналогів, каротиноїдів для різних видів рослинної сировини.

Вперше встановлено особливості локалізації та види зв'язку пігментів з компонентами субклітинних структур досліджуваних рослин, а також вплив термічної обробки на міцність зв'язку хлорофілів і каротиноїдів з їх білково-ліпідним комплексом.

Досліджено вплив механічних (подрібнення), фізичних (теплової та електрообробки), біотехнологічних (екзо- та ендогенний ферментоліз) методів попередньої обробки сировини, а також природи екстрагенту на вихід пігментів з рослинного матеріалу. Математичними методами встановлено оптимальні умови екстракції і проаналізовано ефективність одержання барвників за різними технологічними схемами.

Встановлено інгредієнтний склад, термостійкість, біологічну активність та антибактеріальні властивості розроблених видів та форм харчових барвників. Науково обґрунтовано терміни і умови їх зберігання.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлено перспективні види сировини для отримання хлорофільно-каротиноїдних харчових барвників - відходи консервного та ефіроолійного виробництва: петрушки, кропу, зеленого горошку, м'яти перцевої, шалфею, меліси. Опрацьовані методи

попередньої об-робки сировини, що значно підвищують ступінь виділення пігментів.

Розроблено новий спосіб одержання хлорофільно-каротиноїдних харчових барвників з рослинної сировини (приоритетність підтверджується позитивним рі-шенням НДЦПЕ за заявкою на винахід).

Розроблено технологію виробництва чотирьох видів хлорофільних та каротиноїдних барвників у твердій та рідкій формах, що дає можливість більш повного використання вторинних ресурсів консервних та ефіроолійних підприємств і під-вищує забезпеченість вітчизняної харчової промисловості жири- та водорозчин-ними барвниками зеленого та жовтого кольору.

Визначені кольоропараметричні та технологічні характеристики нових барвни-ків, встановлені константи термостійкості і антибактеріальні властивості доміну-ючих інгредієнтів хлорофільно-каротиноїдного комплексу барвників.

Розроблено проект нормативно-технічної документації на виробництво хлоро-фільно-каротиноїдних харчових барвників. Проведено апробацію розробленої технології.

Хлорофільно-каротиноїдні барвники використані для корегування кольорових характеристик продуктів в консервній та інших галузях харчової промисловості.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає в планува-нні та проведенні експериментальних досліджень, математичній обробці та узагаль-ненні експериментальних результатів, підготовці публікацій та заявки на винахід, участі у виробничих випробуваннях та розробці нормативно-технічної документації.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи були апробовані на міжнародних конференціях, симпозіумах, з'їздах: "Пища. Экология. Человек" (м. Москва, 1995), "Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых" (м. Одеса, 1997), VII Українському біохімічному з'їзді (м. Київ, 1997), "Экология. Продукты питания. Здоровье" (м. Одеса, 1995), "Энер-горесурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья" (м. Мінськ, 1994), "Пищевая промышленность - 2000" (м. Казань, 1996), "Науч-ные основы и практическая реализация важнейших технологий переработки сырья растительного и животного происхождения сжиженными и сжатыми газами" (м. Краснодар, 1997), Y International Congress of Leaf Protein Research "LEAFPRO-96"(t. Rostov-on-Don, 1996), 56...59 наукових конференціях ОДАХТ (м. Одеса, 1996...1999), наукових конференціях ПКІ (м. Полтава, 1995...1999).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 17 робіт, в тому числі 1 стаття у науковому журналі, 3 - у збірниках наукових праць, 1 позитивне рішення на видачу патенту.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 5 розді-лів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Повний об-сяг дисертації - 216 стор., включає 28 рис. (22 стор.), 22 таблиць (20 стор.), 6 до-датків (36 стор.), список використаних джерел із 187 найменування (13 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність розробки технології хлорофільно-каро-тиноїдних харчових барвників з рослинної сировини, приведено мету, задачі до-сліджень, наукову та практичну значимість роботи.

В першому розділі наведені дані науково-технічної і патентної літератури що-до хімічної природи, властивостей, фізіологічних функцій хлорофільно-каротиноїдних пігментів та потенційних сировинних ресурсів цієї групи природних сполук.

Охарактеризовані сучасні тенденції технологій хлорофільно-каротиноїдних барвників, економічні аспекти і напрямки використання ліпорозчинних пігментів у харчовій та інших галузях промисловості. На основі аналітичного огляду літера-тури можна зробити висновок про відсутність в Україні науково обгрунтованих розробок з виробництва хлорофільно-каротиноїдних харчових барвників, методів ефективної екстракції ліпорозчинних пігментів з урахуванням наукових даних щодо особливостей будови і стану фітохромоліпопротеїдних комплексів сирови-ни. Це стримує наукове обгрунтування і впровадження прийомів та процесів, що володіють рядом переваг як з технологічних, так і з економічних позицій.

В другому розділі охарактеризовано об'єкти дослідження - відходи консерв-них та ефіроолійних виробництв - зеленого горошку, петрушки, кропу, перцю со-лодкоого, м'яти перцевої, шалфею, меліси. Наведено методики визначення фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних, кольоропараметричних показників та методики постановки експериментів.

В третьому розділі наведено дані про вибір видів сировинних ресурсів для одержання харчових

барвників та їх хімічний склад. Обмеженість і цінність рослинних харчових ресурсів для населення зумовлює використання як джерел ліпорозчинних барвників порівняно багатих ними відходів консервної промисловості (плодо-овочевих, харчоконцентратних виробництв) і вторинних ресурсів ефіроолійних виробництв, зокрема, відходів переробки квітково-трав'янистої сировини. Їх кількість складає десятки та сотні тисяч тон в залежності від виду сировини.

З досліджених 14 досить поширених за кількістю переробки видів сировини вибрані найбільш придатні за біохімічним складом та рівнем накопичення пігментних сполук. Характеристику інгредієнтного складу хлорофільно-каротиноїдного комплексу вибраних видів рослин як сировини для одержання харчових барвників приведено в табл. 1.

В четвертому розділі наведені дані з особливостей локалізації і стану ліпо-розчинних пігментів в об'єктах дослідження, впливу різних видів попередньої обробки на екстрагуємість барвників, вибору ефективних розчинників та умов екстрагування.

Встановлено, що значна частина ліпорозчинних пігментів у свіжих рослинах знаходиться у зв'язаному з білками та ліпідами стані: загальна кількість слабо- і міцнозв'язаних хлорофілів складає від 29,9% (зелений горошок) до 73,3% (шал-фей) від сумарної концентрації хлорофілів та їх структурних аналогів, каротиноїдів - від 32,6 % (зелений горошок) до 59,6% (шалфей) від загальної їх кількості.

Знаходження цих барвників у фітохромопротеїдних та фітохромоліпопротеїдних комплексах погіршує можливості їх вилучення у розчини, потребує вивчення впливу попередньої обробки на екстрагуємість пігментів, обґрунтування вибору розчинника.

Таблиця 1

Склад барвних речовин вторинної сировини консервних та ефіроолійних виробництв

Пігменти	Зелений горошок		Петрушка Кріп		Перець солодкий		М'ята
	Шалфей	Меліса					
перцева							
Хлорофіли та їх структурні аналоги, % від суми:							
хлорофіл а	54,7	65,3	50,8	61,3	7,5	53,7	60,3
хлорофіл b	17,4	24,2	14,7	24,9	15,9	15,4	15,0
феофітин а	0,5	0,2	4,8	0,8	3,1	0,6	1,8
феофітин b	0,3	-	1,7	0,3	0,9	0,4	0,3
феофорбід а	-	-	0,7	-	0,2	0,2	0,4
феофорбід b	-	-	0,3	-	0,2	-	0,3
епилхлорофілід а	-	2,0	-	-	-	0,3	1,9
епилхлорофілід b	-	0,6	-	-	-	0,1	0,8
хлорофілід а	17,2	4,8	15,3	8,5	14,2	8,9	12,0
хлорофілід b	9,9	2,9	11,7	4,2	9,0	3,3	7,2
Загальна кількість, 10 ⁻³ %	73,1	96,2	164,2	67,8	158,1	143,7	123,7
Каротиноїди, % від суми:							
а - каротин	5,0	3,2	2,3	1,8	3,7	4,7	4,5
b- каротин	28,3	32,4	37,6	12,5	30,4	28,7	35,2
d- каротин	-	0,4	0,4	-	0,7	0,9	0,6
лютеїн-5,6-епоксид	-	-	2,0	4,0	2,1	3,5	1,5
лютеїн	40,5	35,1	21,1	53,2	22,5	37,1	20,0
зеаксантин	5,7	2,8	3,0	-	4,0	2,9	2,5
віолаксантин	10,4	12,4	19,1	8,2	20,9	13,7	9,2
неоксантин	2,2	5,1	4,5	10,3	9,3	4,6	7,2
b-криптоксантин	-	0,5	0,8	0,9	1,1	3,9	-
неідентифіковані каротиноїди		7,9	8,1	9,2	9,1	5,3	-
	6,7						
Загальна кількість, 10 ⁻³ %	12,8	16,7	18,6	9,8	27,6	17,3	14,1

Як показують експериментальні результати, термічна обробка знижує кількість слабо- і міцнозв'язаних хлорофілів на 50,0...62,3%, а каротиноїдів на 39,6...50,8% до вихідної їх кількості відповідно.

Для підвищення ефективності процесу екстракції досліджені механічні (по-дрібнення), фізичні (теплова і електрообробки), біотехнологічні (екзо- і ендогенний ферментоліз у модифікаціях) способи попередньої

обробки. Показано, що процес подрібнення підвищує екстрагуємість хлорофілів на 61,6...77,0 %, каротиноїдів - на 54,7...76,6 % в залежності від виду сировини. Електрообробка сприяє підвищенню показника на 14,6...20,6 % для хлорофілів і на 13,8...27,3 % - для каротиноїдів; тепла обробка парою - на 13,1...19,4 % і 12,0...29,9 %, а фермент-толіз на 17,4...23,6 % і в середньому на 18,2 %, відповідно.

Таким чином, доцільно використовувати комбіновані методи підготовки сиро-вини, в числі яких обов'язково повинно бути механічне подрібнення як максима-льно ефективний засіб. Попередня обробка найбільш корисна для тих видів сиро-вини, що містять значну кількість зв'язаних пігментів.

З технологічних, санітарно-гігієнічних, економічних позицій для вилучення хлорофілів або сумарних пігментів доцільно використовувати етиловий спирт, для екстракції каротиноїдів - петролійний ефір, бензин.

Проведено математичний опис процесу екстракції пігментів, за допомогою якого обґрунтовано рівняння та одержані коефіцієнти а, b, які задовільно апроксимують експериментальні кінетичні криві екстракції пігментів. Для оптимального варіанту екстракції барвників рівняння має вигляд:

$$C = t / (0,1417 + 0,0076 t), \% \quad (1)$$

Аналіз ефективності одержання пігментів за різними технологічними схемами показує, що вихід барвників на 11,9% вище при використанні ферментолізу по-дрібненої термообробленої сировини за рахунок екзогенних протеолітичних ферментів (лужна протеаза, протосубтилін та ін.) у кількості 0,05...0,1% або ендогенних ферментів сировини, ніж при обробці в електроплазмолізаторі. Проте за питомими енерговитратами ця різниця нівелюється.

В п'ятому розділі розроблено технології одержання ліпорозчинних - хлорофі-льних, ксантофільних, каротинових барвників та водорозчинного - хлорофіліна натрію за різними формами (всього 13). Проведено дослідження їх складу та змін в процесі зберігання, впливу різних факторів (теплова обробка, рН, концентрація цукру і солі), а також випробувані напрями використання розроблених барвників у харчовій промисловості.

Технологічна схема одержання ліпорозчинних барвників приведена на рис. 1, водорозчинного барвника - на рис. 2.

Сировина

Бланшування (105...110°C, 3...5 хв)

Подрібнення (розмір часток до 1...2 мм)

Попередня обробка (ферментоліз, електроплазмоліз)

Реекстракція

Екстракція

Екстрагент

Рослинний залишок

Фільтрування

Екстракт

Продовження рис. 1

Екстрагент

Концентрування ($P_{\text{зат.}} = 8...10$ кПа)

Екстракт концентрований

30%-ний спиртовий КОН

Реекстракція

Омилення (60° С, 20 хв.)

Омилений екстракт

H₂O

Розшарування

Розчин каротина в екстрагенті

Продукти омилення

H₂O

Промивання

H₂O + домішки

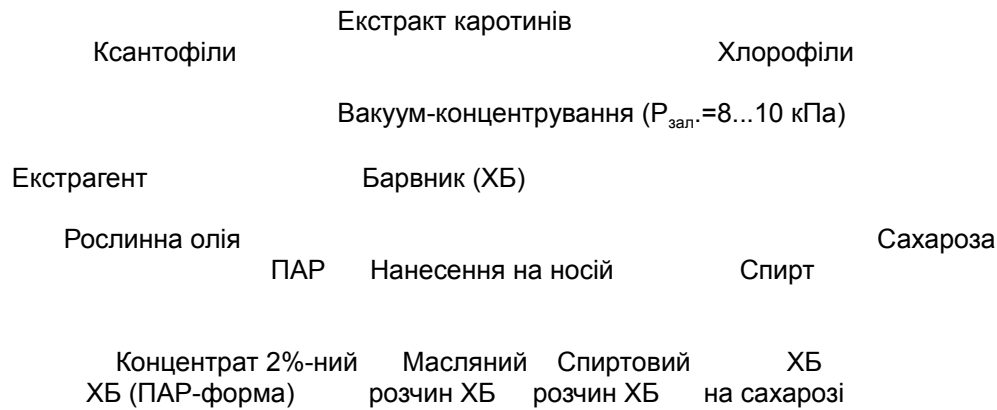
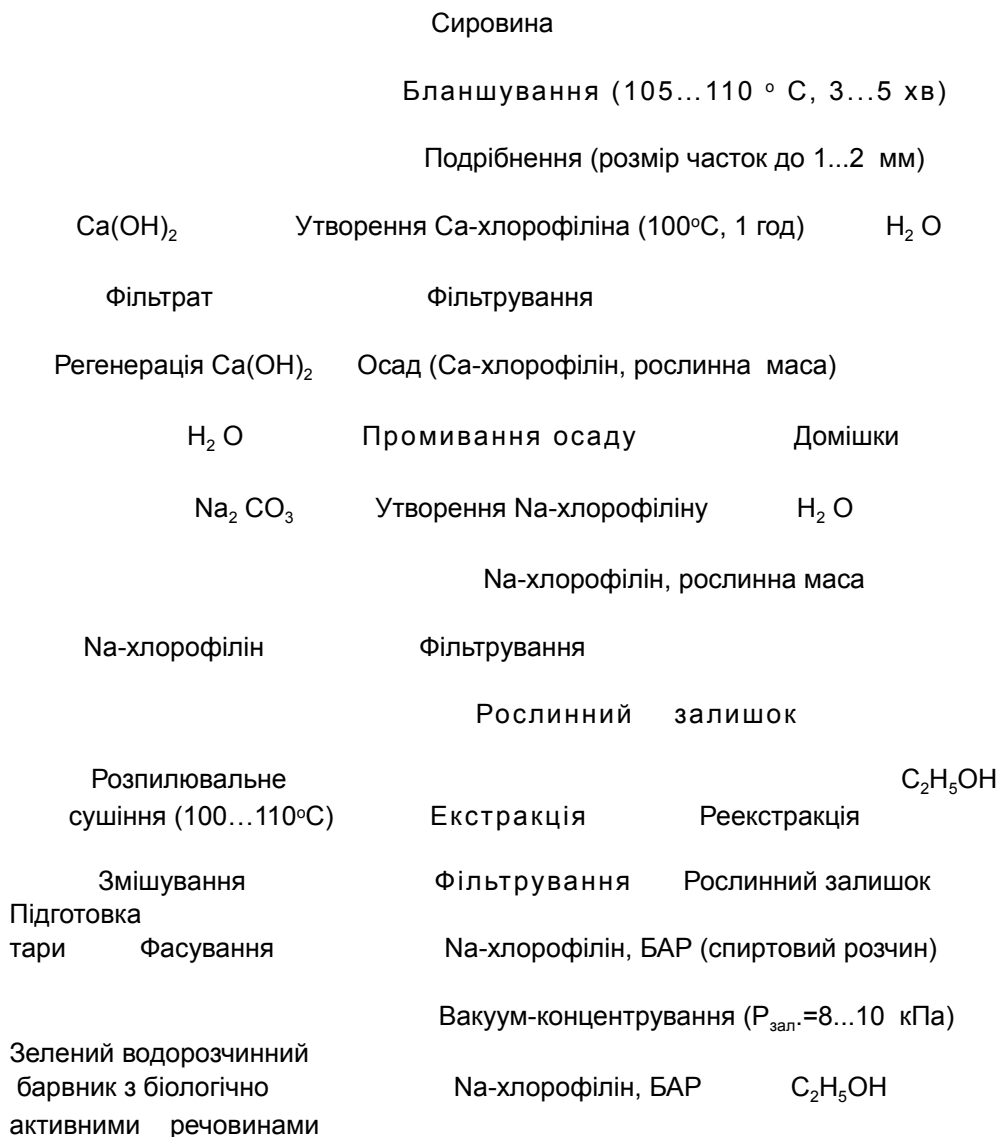


Рис. 1. Технологічна схема виробництва ліпорозчинних барвників



Продовження рис. 2

Рис. 2. Технологічна схема виробництва зеленого водорозчинного хлорофіліно-вого барвника
Характеристика фізико-хімічних показників деяких з розроблених видів хлорофіліно-каротиноїдних барвників приведена в табл. 3 і 4.

Таблиця 3

Фізико-хімічна характеристика каротинового барвника (масляна форма)

Показники	Одиниці вимір.	Зелений горошок		Петрушка		Кріп		М'ята перцева	
		Шал-фей	Меліса						
Щільність при 20° С	г/см ³		915	920	917	919	921	916	
В'язкість при 20° С	Па·с		0,0546	0,0549	0,0547	0,0550	0,0550	0,0545	
Температура застигання	° С		-18,7	-17,9	-18,0	-17,8	-17,5	-18,5	
Кислотне число	гОН/г		1,36	1,58	1,32	1,40	1,37	1,55	
Число омилення	гОН/г		186	195	188	191	194	187	
Йодне число	г ₂ /100г		119	130	121	127	125	123	
Каротини	·10 ⁻³ %		51,0	50,5	54,0	53,8	52,0	50,9	
у т.ч. (% від суми)									
β-каротин			86,9	88,5	93,9	78,2	82,1	80,6	
α-каротин			6,8	6,4	1,2	15,7	13,4	14,4	
Продовження табл. 3									
1	2	3	4	5	6	7	8		
g-каротин		2,5	-	-	-	-	-		
d-каротин		0,9	1,7	1,9	2,5	2,7	1,5		
лікопін		1,7	-	-	-	-	-		
ксантофіли		1,2	3,4	3,0	3,6	1,8	2,5		
Хлорофіли	·10 ⁻³ %	0,7	1,4	1,8	2,0	1,7	2,2		
Фосфоліпіди	·10 ⁻³ %	280	243	256	237	229	250		
Токофероли	·10 ⁻³ %	78	72	75	69	66	64		
Стерини	·10 ⁻³ %	420	385	372	360	367	354		
Зола	·10 ⁻³ %	22	21	20	20	21	22		

Таблиця 4

Пігментний склад зеленого хлорофільного барвника (масляна форма)

Показники	Зелений горошок	Петрушка	Кріп	М'ята перцева	Шал-фей	Меліса
Хлорофіли, ·10 ⁻³ %	206,4	203,5	200,5	209,1	200,7	202,3
у т.ч. (% від суми):						
хлорофіл а	40,2	55,6	33,7	32,8	37,6	38,6
хлорофіл b	15,5	21,5	10,0	13,7	20,3	19,0
феофітин а	5,8	3,9	8,2	5,3	4,0	5,6
феофітин b	1,3	1,0	3,4	1,5	1,7	2,4
хлорофілід а	15,5	6,6	23,6	16,9	11,8	16,1
хлорофілід b	9,0	2,5	15,1	12,8	4,9	9,3
етилхлорофілід а	1,8	1,5	0,9	2,7	3,3	1,1
етилхлорофілід b	0,7	0,4	0,3	1,0	1,5	0,4
феофорбід а	4,4	3,1	2,0	6,0	7,0	3,0
феофорбід b	1,7	0,9	0,6	2,0	3,1	1,4
етилфеофорбід а	3,1	2,3	1,7	3,9	3,5	2,3
етилфеофорбід b	1,0	0,7	0,5	1,4	1,3	0,8
Каротиноїди, ·10 ³ %	1,3	1,7	2,5	3,1	2,7	3,7

Досліджено деструкцію різних форм розроблених барвників в процесі зберігання, максимальну стабільність виявили порошкоподібна та інкапсульована форми для всіх видів пігментів, найбільше руйнування спостерігалось для спиртових форм барвників. Окремі результати наведені на рис.5. Аналіз динаміки кольоропа-раметричних характеристик в системах СІЕ та Хантера підтверджує одержані результати і дозволяє встановити оптимальні терміни і умови зберігання барвників.

Рис. 5. Стабільність різних форм барвників каротинового (а) та хлорофільного і хло-рофілінового (б) при зберіганні: 1 - спиртовий розчин; 2 - масляний розчин; 3 - ПАР-форма; 4 - інкапсульована форма (сахароза); 5 - порошкоподібний Na-хлорофілін

Досліджено кінетику руйнування пігментів при термічній обробці та графічно встановлені константи термостійкості D . Розраховані константи швидкості реакцій деградації пігментів, які для розроблених видів барвників коливаються в межах від $1,71 \cdot 10^{-4}$, s^{-1} для хлорофіліна натрію до $3,5 \cdot 10^{-4}$, s^{-1} для каротинового барвника. Одержані результати характеризують відносно високу термостабільність барвників та можливість їх використання у консервній та інших галузях харчової промисловості з досить "жорсткими" термічними режимами обробки сировини.

Досліджено вплив технологічних факторів на стабільність хлорофільно-каротиноїдних барвників (рН, різні концентрації цукру і солі). Встановлено, що найкраща стабільність усіх видів барвників як хлорофільної, так і каротиноїдної природи спостерігалась при нейтральних і слабокислих значеннях рН. Зниження кислотності (рН < 3,5) середовища прискорює розклад пігментів під час зберігання. Але збільшення концентрації цукру і солі, навпаки, позитивно впливало на стабільність барвників як під час теплової обробки, так і при зберіганні. Тому розроблені види барвників найбільш доцільно використовувати у слабокислих продуктах, що містять цукор і сіль.

Технології виробництва хлорофільно-каротиноїдних барвників випробовували у виробничих умовах ЕМ КСГП "Софіївка". Розроблені види барвників використовували при виробництві консервованої продукції - пюре, соків, натуральних овочевих консервів, напоїв на Зіньківському, Полтавському, Кодимському консервних заводах, виробничому підприємстві ТОВ "Конто". Доцільність виробництва вітчизняних барвників підтверджена економічними розрахунками, зокрема для хлорофільного.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз складу та стану ліпорозчинних барвників хлорофільно-каротиноїдного комплексу різних видів рослинної сировини, а також обмеженість і цінність рослинних харчових ресурсів для населення показали, що як джерело для вилучення пігментів доцільно використовувати плодоовочеві відходи консервних та квітково-траплянисту вторинну сировину ефіроолійних виробництв, які накопичують $(1,24 \dots 29,12) \cdot 10^{-3}\%$ каротиноїдів і $(10,50 \dots 160,30) \cdot 10^{-3}\%$ хлорофілів і їх структурних аналогів.

2. Встановлено, що основну частину хлорофільних пігментів в об'єктах дослідження складають хлорофіли a і b ($65,5 \dots 89,5\%$), а також хлорофіліди a і b ($10,3 \dots 27,1\%$) при низькому накопиченні феофітинів і феофорбідів ($0,2 \dots 7,5\%$) від загальної їх кількості, а серед ідентифікованих $6 \dots 9$ видів каротиноїдів більше $33,3\%$ складають А-провітаміноактивні інгредієнти, в зв'язку з чим екстракти мають не тільки високі кольорові характеристики, але і біологічну активність.

3. Визначено, що значна кількість ліпорозчинних пігментів - $29,9 \dots 73,3\%$ хлорофілів та їх структурних аналогів і $32,6 \dots 59,6\%$ каротиноїдів від загальної їх концентрації - зв'язана з білками і ліпідами у фітохромопротеїдних та пігментбіл-коволіпідних комплексах, що знижує їх здатність до вилучення і потребує додаткової обробки сировини.

4. Досліджені види попередньої обробки сировини дали змогу підвищити ефективність процесу екстракції барвних речовин: механічне подрібнення до розмірів не більше $1 \dots 2$ мм збільшило вихід хлорофілів на $61,6 \dots 77,0\%$, каротиноїдів - на $54,7 \dots 76,6\%$ в залежності від виду сировини; електрообробка у електроплазмовій заторі підвищила концентрацію хлорофілів у екстракті на $14,6 \dots 20,6\%$, каротиноїдів - на $13,8 \dots 27,3\%$; біотехнологічна обробка методом ендogenous або екзогенного ферментолізу у оптимальних варіантах дослідів збільшила вихід хлорофілів на $17,4 \dots 23,6\%$, каротиноїдів у середньому на $18,2\%$; тепла обробка парою з температурою $107 \pm 2^\circ C$ сприяла зростанню вилучення хлорофілів - на $13,1 \dots 18,4\%$ і каротиноїдів на $12,0 \dots 29,9\%$ до загальної їх кількості.

5. Встановлені рівняння та значення коефіцієнтів, які задовільно апроксимують експериментальні кінетичні криві екстракції та дозволяють визначити час досягнення потрібного ступеню вилучення пігментів. Найвищий ступінь екстракції (до $97,9\%$) одержано для термічно обробленої подрібненої (не більше $1 \dots 2$ мм) сировини після ферментолізу або електрообробки. Для досягнення максимального екстрагування барвних речовин доцільно комбінувати найбільш ефективний механічний з іншими доступними способами попередньої обробки сировини.

6. Аналіз ефективності технологій отримання барвників за різними технологічними схемами показав, що продуктивність по кінцевому продукту при використанні ферментолізу подрібненої термообробленої сировини на 11,9% вища, ніж при обробці її в електроплазмолізаторі, але за питомими енерговитратами ця перевага нівелюється. Враховуючи низьку вартість сировини, незначну різницю в енерговитратах, відносно високу коштовність готового продукту доцільно віддати перевагу технологічному варіанту з максимальною продуктивністю за виходом барвників.

7. Розроблені технологічні та процесно-апаратні схеми виробництва чотирих видів харчових барвників - зеленого водорозчинного - Na-хлорофіліна, зеленого жиророзчинного - хлорофільного, жовтих жиророзчинних - каротинового і ксантофільного. Передбачено їх випуск у різних формах в залежності від сфери використання: твердій (порошкоподібній або інкапсульованій) і рідкій (масляні, спиртові, ПАР-розчини).

8. Встановлено фізико-хімічну характеристику зразків різних форм зелених і жовтих барвників хлорофільно-каротиноїдної природи. У складі хлорофільного барвника є 12 індивідуальних пігментів, серед яких превають хлорофіли *a* і *b*; у каротиновому барвнику домінував (78-94%) найбільш вітаміноактивний *b*-каротин; у ксантофільному - лютеїн (24-57%), а серед інших пігментів були віолаксантин, неоксантин, зеаксантин, лютеїн-5,6-епоксид та інші; зелені водорозчинні барвники містили до 70% хлорофілінів *a* і *b*.

9. Досліджені спектральні і кольоропараметричні характеристики барвників в процесі зберігання. Аналіз спектрів поглинання показує відсутність істотного впливу технологічних операцій та використаних добавок на барвні властивості і біологічну активність пігментів. Найбільша стабільність при зберіганні встановлена для сухої порошкоподібної форми хлорофілінового барвника - 92,6%, найменша - для спиртової форми каротинового барвника - 66,0% через 12 місяців зберігання, в зв'язку з чим для неї термін зберігання доцільно обмежити 10 міс., тоді як для останніх - 1 рік.

10. Технологічні характеристики розроблених видів харчових барвників (значення констант деградації *K* у межах $(1,71...3,5) \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$, *D* від 109 хв для каротинового барвника до 224 хв для хлорофіліна натрію при температурі 120°C, антибактеріальна активність та ін.) позитивно характеризують їх як багатофункціональні харчові добавки та підтверджують можливість їх використання для корегування властивостей продуктів, що підлягають термічній обробці. Встановлено, що присутність цукру та солі в середовищі позитивно впливає на стабільність барвників, а значна кислотність ($\text{pH} \leq 3,5$) прискорює розпад пігментів при термічних обробках і зберіганні.

11. Хлорофільні і каротиноїдні барвники різних форм були апробовані як у лабораторних, так і у виробничих умовах при виробленні консервів, безалкогольних напоїв. Розроблено проект НТД на хлорофільно-каротиноїдні барвники. Достойнством розробленої технології каротинового, ксантофільного, хлорофільного барвників є ідентичність ряду початкових та кінцевих стадій виробництва, в зв'язку з чим їх можливо здійснювати на одному обладнанні, що підвищує рентабельність виробництва.

Основний зміст роботи викладено в наступних публікаціях:

1. Пилипенко Л.Н., Олейник Л.Б., Кожухарь В.В. Липорастворимые пигменты пищевых растений и экстрактов из них//Химия природных соединений. - 1998, №3. - С. 294-297.

2. Олійник Л.Б., Тюрикова І.С. Проблеми підвищення якості і розробка технології натуральних харчових барвників//Зб. наук. пр.- Одеса: ОДАХТ, 1999. Вип.19.-С.103-107.

3. Пилипенко Л.М., Кожухарь В.В., Олійник Л.Б., Тюрикова І.С., Пилипенко І.С. Ви-вчення складу та властивостей натуральних барвників для виробництва фізіологічно функціональних харчових продуктів// Зб. наук. пр.- Одеса:ОДАХТ,1998.Вип.18.-С.81-83.

4. Пилипенко Л.Н., Олійник Л.Б. Стабільність, антибактеріальна активність хлорофільно-каротиноїдних харчових барвників та їх використання у харчовій промисловості// Зб. наук. пр.- Одеса: ОДАХТ, 1999. Вип.20.- С. 136-138.

5. Рішення експертизи на видачу патенту на винахід № 98094862 від 24.05.1999, Україна, МПК А 23 L 2/38, С 09 В 61/00. Спосіб виробництва харчового барвника з рослинної сировини//Л.М.Пилипенко, Л.Б.Олійник,В.В.Кожухар та ін. Заявл.09.09.98.

6. Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В., Олейник Л.Б., Тюрикова И.С. Новые пищевые продукты и добавки повышенной биологической активности из сочного растительного сырья//Труды Междунар. науч.-техн. конф. "Пища. Экология. Челов-век".- Москва.- 1995.- С. 127-128.

7. Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В., Олейник Л.Б., Тюрикова И.С. Получение природных биологически активных пищевых красителей//Труды Междунар.науч. конф. "Экология человека и проблемы воспитания

молодых ученых”. - Часть II. - Одесса: Астропринт.- 1997. - С. 115-116.

8. Пилипенко Л.М., Кожухар В.В., Олейник Л.Б., Тюрикова І.С., Пилипенко І.В. Вивчення складу та властивостей пігментного комплексу харчових рослин з метою одержання поліфункційних біологічно активних додатків//Праці VII Укр. біохім. з'їзду. - Част. II. - Київ: НАН України. - 1997. - С. 100-101.

9. Олейник Л.Б., Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В. Разработка технологии получения пищевых красителей зеленого цвета//Труды Междунар. науч. конф. “Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых”. - Часть II. - Одесса: Астропринт.- 1997. - С. 112-115.

10. Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В., Олейник Л.Б., Тюрикова І.С., Пилипенко І.В. Разработка пигментсодержащих лечебно-профилактических продуктов// Труды Междунар. науч. техн. конф. “Энергоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья”. - Часть II. - Минск.- 1996. - С. 39-40.

11. Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В., Олейник Л.Б., Тюрикова І.С. Технологические, организационно-технические и инженерно-экономические аспекты промышленных технологий пищевых красителей многофункционального назначения//Труды Межрегион. нац.-практ. конф. “Пищевая промышленность 2000”. - Казань.- 1996. - С. 90-91.

12. Пилипенко Л.Н., Олейник Л.Б., Кожухарь В.В. Пигментный комплекс вторичного сырья консервного производства//Труды Междунар. симп. “Научные основы и практическая реализация важнейших технологий обработки сырья растительного и животного происхождения сжиженными и сжатыми газами”. - Красно-дар.- 1997.- С. 23-26.

13. Пилипенко Л.Н., Олейник Л.Б., Кожухарь В.В. Разработка технологии пищевых красителей из растительного сырья //Труды Междунар. симп. “Научные основы и практическая реализация важнейших технологий обработки сырья растительного и животного происхождения сжиженными и сжатыми газами”. - Краснодар. - 1997.- С. 43.

14. Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В., Олейник Л.Б., Тюрикова І.С., Палий П.В. Повышение сенсорных свойств консервированных растительных продуктов//Труды ІU Междунар. науч.-техн. конф. “Экология. Продукты питания. Здоровье”.- Одесса.- 1995. - С.139.

15. Олейник Л.Б., Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В. Качество пищевых продуктов и производство природных пищевых красителей из растительного сырья//Труды междунар.науч. конф. “Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых”. - Часть II. - Одесса: Астропринт.- 1997. - С. 112-114.

16. Pilipenko L.N., Koszuchar V.V., Oleynik L.B., Paliy P.V. Multifunctional biological active adds from green food plants// Y Internat. Congr. on Leaf Protein Research “LEAFPRO-96”. Rostov-on-Don.- 1996. - P. 73-77.

17. Пилипенко Л.Н., Кожухарь В.В., Олейник Л.Б. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии пищевых красителей многофункционального назначения//Труды 56-ой науч.конф.-Часть II.- Одесса: ОГАПТ.-1996.-С. 241.

АНОТАЦІЯ

Олейник Л. Б. Розробка технології хлорофільно-каротиноїдних барвників для консервованих продуктів і напоїв.- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 - технологія консервованих продуктів.- Одеська державна академія харчових технологій, Одеса, 2000.

Дисертація присвячена розробці технології виробництва ліпорозчинних (хлорофільного, каротинового, ксантофільного) і водорозчинного (Na - хлорофіліна) харчових барвників з відходів консервного та ефіроолійного виробництв для консервованих продуктів і напоїв. Відповідно до потреб передбачено їх випуск у різних формах: твердій (порошкоподібній або інкапсульованій) і рідкій (масляні, спиртові, ПАР- розчини).

Розроблено технологічні і процесно-апаратурні схеми виробництва барвників. Наведено їх якісну характеристику за комплексом технологічних показників. Науково обгрунтовані терміни і умови зберігання отриманих видів харчових барвників. Розроблено проект нормативно-технічної документації, проведено апробацію барвників при виробництві консервованих продуктів і напоїв.

Ключові слова: хлорофільні, ксантофільні, каротиноїдні пігменти, натрій-хлорофілін, барвні речовини, екстракція, технологія барвників.

АННОТАЦИЯ

Олейник Л. Б. Разработка технологии хлорофилльно-каротиноидных красителей для консервированных продуктов и напитков. - Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 - технология консервированных продуктов. - Одесская государственная академия пищевых технологий, Одесса, 2000.

Диссертация посвящена разработке технологии производства жирорастворимых (хлорофилльного, каротинового, ксантофилльного) и водорастворимых (Na - хлорофиллина) пищевых красителей из

отходов консервного и эфирномасличного производств для консервированных продуктов и напитков.

Проведена сравнительная оценка состава и состояния липорастворимых красителей хлорофилльно-каротиноидного комплекса различных видов растительного сырья. Показано, что для получения пигментов целесообразно использовать плодоовощные отходы консервного и цветочно-травянистое вторичное сырье эфирномасличного производств.

Исследованы виды предварительной обработки сырья, позволяющие увеличить эффективность процесса экстракции красящих веществ. Установлены уравнения и значения коэффициентов, которые удовлетворительно аппроксимируют экспериментальные кинетические кривые экстракции и позволяют определить время до-стижения необходимой степени извлечения пигментов.

В соответствии с потребностями предусмотрен выпуск красителей в разных формах: твердой (порошкообразной или инкапсулированной) и жидкой (масляные, спиртовые, ПАВ- растворы).

Разработаны технологические и процессно-аппаратурные схемы производства красителей. Приведена их качественная характеристика по комплексу технологических показателей. Научно обоснованы сроки и условия хранения полученных видов пищевых красителей. Разработан проект нормативно-технической документации, проведена апробация красителей при производстве консервированных продуктов и напитков. Достоинством разработанной технологии хлорофилльного, каротинового, ксантофилльного красителей является идентичность ряда начальных и конечных стадий производства, в связи с чем их можно осуществлять на одном оборудовании, что повышает рентабельность производства.

Ключевые слова: хлорофилльные, ксантофилльные, каротиноидные пигменты, натрий-хлорофиллин, красящие вещества, экстракция, технология красителей.

THE SUMMARY

Oleynik L.B. Development of technology chlorophyll-carotenoid of colorants dyes for canned products and drinks. - Manuscript.

Thesis on a competition of scientific degree of the candidate of technical science on speciality 05.18.13 - technology of canned products. - Odessa state academy of food technologies, Odessa, 2000.

The thesis is devoted to working out of the technology of production lipidsoluble (chlorophyll, carotene, xanthophyll) and watersoluble (Na - chlorophyllin) food colorants from wastes of canning and etheroil productions for canned products and drinks. Its foreseen their production in the different forms: solid (powderlike or incapsulated) and liquid (oil, alcohol, surface-active solution) in according to needs. The technological and process-apparatus schemes of production of colorants are developed. Their qualitative characteristics upon the complex of technological parameters is indicated. There have been scientifically grounded terms and storage conditions of obtained kinds of food colorants. The project of normatively-technical documentation has been elaborated.

The investigation of colorants upon the production of canned products and drinks has been conducted.

Key word: chlorophyll, carotene, xanthophyll pigments, sodium-chlorophyllin, food colorants, extraction, technology of colorants.

WWW.LIBRAR.ORG.UA - [Бібліотека України](#)