

Автореф
Н 62

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НІКІТІНА ЖАННА ВАЛЕРІЇВНА



УДК 613.292.002.35

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИСОКОВОЛОКНИСТИХ БІОЛОГІЧНО
АКТИВНИХ ДОБАВОК З АНТИОКСИДАНТНОЮ ТА
ЛІПОЛІТИЧНОЮ АКТИВНОСТЯМИ**

Спеціальність 03.00.20 – біотехнологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 1999

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській державній академії харчових технологій
Міністерства освіти України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Черно Наталя Кирилівна
Одеська державна академія харчових технологій
Міністерства освіти України,
завідуюча кафедрою органічної хімії

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Боровський Володимир Рудольфович
Інститут харчової хімії і технологій Національної
Академії Наук України та Міністерства
агропромислового комплексу України, директор

кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник
Величко Тетяна Олексіївна
Одеська державна академія харчових технологій
Міністерства освіти України,
доцент кафедри біохімії та мікробіології

Провідна установа: Український науково-дослідний інститут спирту і
біотехнології продовольчих продуктів Міністерства
агропромислового комплексу України, відділ
технології продуктів бродиння та мікробного синтезу,

29 р. о 10³⁰ годині на засіданні
державної академії харчових

Одеської державної академії

ОНАХТ

21.06.12

Технологія високовол



v018098

Г. Віннікова

Актуальність теми. Приоритети харчування, які є історично сформованими в Україні, з урахуванням сучасної екологічної обстановки, що характеризується негативним впливом радіаційного фону, підвищенням вмістом в їжі різних ксенобіотиків природного та штучного походження та іншими факторами, визначають ряд найбільш дефіцитних харчових есенціальних компонентів, який включає харчові антиоксиданти, ліпотропні фактори, різні вітаміни та вітаміноподібні речовини, харчові волокна. Як показує досвід сучасної нутриціології, восповнення їх дефіциту здійснюється за допомогою введення в харчові раціони одно- та багатокомпонентних біологічно активних добавок (БАД). Використання останніх забезпечує багатфакторний вплив на органи та системи організму, а також її підсилення за рахунок синергетичної дії компонентів. Однак, в теперішній час БАД, композиційний склад яких включає усі перераховані вище компоненти, в Україні не виробляються.

Крім того, в Україні за останні 5-10 років спостерігається тенденція зростання функціональних порушень травлення, які супроводжуються ензимною недостатністю (і в першу чергу, ліполітичною), і посідають друге місце після серцево-судинних захворювань. Для усунення цих порушень у медичній практиці використовують різні ферментні препарати (ораза, нігедаза, лужна протеаза, солізим, панкреатин, вестал та ін.), в тому числі й іммобілізовані на фізіологічно активних матрицях. Їх застосування є перспективним напрямком сучасної терапії, зокрема, замісної.

Зважаючи на це, дослідження, спрямовані на створення технологій біологічно активних добавок, що містять перераховані вище есенціальні компоненти харчування та травний фермент, є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота відповідає темі міжвузівської програми науково-дослідної роботи № 31 «Будова, склад, властивості і перетворення компонентів рослинної сировини як основи створення поліфункціональних добавок, збагачувачів і модулів для одержання продуктів з новими властивостями, які забезпечують продовольчу безпеку населення України», яку затверджено наказом Міністерства освіти України № 271 від 15.08.96, зокрема, темі досліджень проблемної лабораторії Одеської державної академії харчових технологій 1/97-П «Одержання біологічно активних добавок адаптогенної та лікувальної дії на основі харчових волокон» (держресстраційний № 0197016053).

Мета і задачі дослідження. Метою даної дисертаційної роботи є розробка технології одержання високоволкнистих біологічно активних добавок комплексної дії з антиоксидантною та ліполітичною активностями.

Мета, яку поставлено, визначає необхідність вирішення таких задач:

ОНАХТ

20 12 р.

- Теоретично обґрунтувати склад і розробити спосіб одержання комбінованих харчових волокон, які включають овочеву та зернову компоненти і мають здатність сорбувати і виводити з організму речовини різної природи, а також виявляють значну антиоксидантну активність.

- Обґрунтувати необхідність і розробити спосіб виділення фосфоліпідів із фосфатидного концентрату, який дозволяє зберегти їх нативну біологічну активність.

- Розробити умови і довести ефективність іммобілізації ліполітичного ферменту на комбінованих харчових волокнах (як твердої підложки) з фосфоліпідним прошарком; дослідити фізико-хімічні властивості іммобілізованого ферменту.

- Теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити доцільність поєднання в комплексних БАД комбінованих харчових волокон, рослинних фосфоліпідів і ліпази; дослідити їх фізико-хімічні властивості.

- Дати медико-біологічну оцінку комплексної біологічно активної добавки на основі комбінованих харчових волокон та рослинних фосфоліпідів.

- На основі методів математичного планування встановити оптимальні параметри основних етапів технологічного процесу виробництва біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями.

- Розробити технологію виробництва біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями, провести її промислову апробацію; розробити проект нормативно-технічної документації на виробництво досліджуваних продуктів та розрахувати їх собівартість.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтовано спосіб одержання комбінованих харчових волокон з антиоксидантною активністю, які сполучають зернову та овочеву компоненти. Розроблено умови іммобілізації на них фосфоліпідів, а також ліполітичного ферменту в присутності фосфоліпідного прошарка. Науково обґрунтовано доцільність поєднання комбінованих харчових волокон, рослинних фосфоліпідів і ферменту та розроблено технологію виробництва високоволокнистих біологічно активних добавок, які поєднують антиоксидантну, ферментативну, ліпотропну, мембранотропну, вітамінну і ентеросорбційну активності; вивчено фізико-хімічні властивості цих добавок та показано вплив їх основних компонентів на властивості продуктів у процесі зберігання.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених досліджень розроблено технологію одержання високоволокнистих біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями та проект нормативно-технічної документації на їх виробництво. Технологія одержання досліджуваних продуктів апробована на Одеському виробничому хіміко-фармацевтичному об'єднанні «Біостимулятор». Результати медико-біологічних досліджень, які проведено в Одеському державному університеті на кафедрі

фізіології людини та тварин, дозволяють рекомендувати розроблені БАД як джерела харчових волокон, антиоксидантів і адаптогенів в раціонах профілактичного і лікувального харчування.

Особистий внесок здобувача. Здобувач брала участь у виконанні досліджень та одержанні наукових результатів, які подано в даній дисертаційній роботі. Її внесок полягає в постановці та проведенні експериментів, узагальненні та аналізі одержаних даних, що підтверджується поданими здобувачем документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідалися на: міжнародній науково-практичній конференції «Енергоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья» (Мінськ, 1996); міжнародній науково-технічній конференції «Розроблення та впровадження прогресивних ресурсоощаджуючих технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість» (Київ, 1997); другій національній науково-практичній конференції «Хлібопродукти – 97» (Одеса, 1997); обласній науково-практичній конференції «Научные и практические аспекты совершенствования качества и экспертизы пищевых продуктов» (Одеса, 1998); першій конференції молодих вчених та студентів-хіміків Південного регіону України (Одеса, 1998); наукових конференціях Одеської державної академії харчових технологій (1996, 1997, 1998, 1999); електронній конференції на сайті Американської Асоціації Хімії Зерна (American Association of Cereal Chemists, <http://www.scisoc.org/aacc>) (1999).

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковано у 13 друкованих роботах, які включають сім статей у фахових наукових виданнях та шість тез доповідей у матеріалах наукових та науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 7 розділів, висновку, списку літератури та додатків. Повний обсяг дисертації - 234 сторінки, в тому числі 48 ілюстрацій (26 сторінок), 47 таблиць (28 сторінок), список використаних джерел, що містить 211 найменувань (17 сторінок), 5 додатків (36 сторінок).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність, сформульовано загальну мету та спрямованість роботи.

У першому розділі «Біологічно активні добавки та їх функціональні властивості» розглянуто питання, які пов'язані з необхідністю використання біологічно активних добавок до їжі (БАД) на основі природних речовин для корекції структури харчування населення України. Проаналізовано біологічні, фізико-хімічні, фізіологічні властивості каротиноїдів та рослинних фосфоліпідів як

провідного джерела в харчових раціонах антиоксидантів та деяких есенціальних компонентів їжі; крім того показано можливість їх використання в якості компонентів БАД адаптогенної та імуностимулюючої дії. Наведено дані про використання травних ферментів (а саме, ліпаз) замісної терапії ензимної недостатності в складі БАД; розглянуто технологічні прийоми створення добавок з ферментативною активністю, зокрема, різні методи іммобілізації ензимів на волокнистих носіях. Проаналізовано відомості про можливість використання харчових волокон як матриць для іммобілізації біологічно активних речовин.

Грунтуючись на даних огляду літератури, прийшли до висновку про доцільність поєднання зернових і овочевих харчових волокон, комплексу рослинних фосфоліпідів та ліполітичного ферменту з метою підвищення їх стабільності та ефективності антиоксидантної і ліполітичної дії.

У другому розділі «Організація експериментальних досліджень» викладено відомості про об'єкти, обладнання та методи досліджень. Головними об'єктами досліджень були: морква столова свіжа сортів «Каротель», «Лосиноостровська», «Нантська», «Шантане», харчові волокна пшеничних висівків, соняшниковий фосфатидний концентрат, солізим – ензимний препарат з ліполітичною активністю виробництва Ладижинського заводу ферментних препаратів. Експериментальна частина досліджень проводилась в лабораторіях кафедри органічної хімії Одеської державної академії харчових технологій. Окремі дослідження здійснювались в Одеському державному університеті ім. І.І. Мечникова на кафедрах загальної хімії та полімерів, неорганічної хімії та охорони навколишнього середовища, фізіології людини та тварин, а також на Центральній санітарно-епідеміологічній станції водного транспорту України. Виробничі випробування та випуск дослідної партії розроблених продуктів проводили на Одеському виробничому хіміко-фармацевтичному об'єднанні «Біостимулятор». При вивченні складу і властивостей вихідної сировини, БАД та модельних систем використовували комплекс хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, спектральних, хроматографічних, мікробіологічних методів.

У третьому розділі «Обґрунтування складу волокнистої компоненти БАД» наведено результати розробки способу виділення каротинвмісної водонерозчинної фракції клітинних стінок моркви – харчових волокон моркви (ХВМ) та розробки способу одержання комбінованих харчових волокон (КХВ), які сполучають ХВПВ та ХВМ. Біополімерний склад та сорбційну активність КХВ наведено у табл. 1 і 2. В результаті поєднання одержано новий ентеросорбент, який має високу здатність зв'язувати воду та іони важких металів, характерну для ХВМ, і сорбційну активність по відношенню до холевих кислот, властиву ХВПВ. В його складі одночасово присутні біополімер поліфенольної природи – лігнін, який виконує роль онкопротектора, і природні антиоксиданти – рослинні каротиноїди (до 0,83 мг/г КХВ). Крім того, поєднання зернової та овочевої компонент дозволяє забезпечити їх

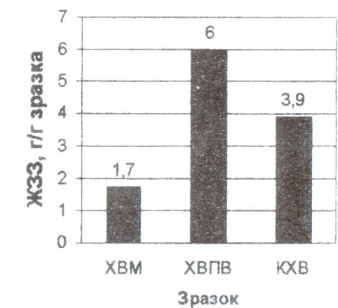
масове співвідношення в харчових раціонах 1:1 і стабілізувати каротиноїдний комплекс ХВМ в процесі зберігання.

Досить висока жирозв'язуюча здатність (ЖЗЗ) комбінованих ХВ і ХВПО (у порівнянні з ХВМ) (рис.1) робить можливим їх використання як носія компонентів ліпідної природи при отриманні БАД.

Таблиця 1

Зразок	Біополімерний склад ХВ, % с.р.				
	Гемі-целюлози	Целюлоза	Лігнін	Пектин	Білок
ХВПВ*	14,0	27,8	33,4	3,8	13,3
ХВМ	32,2	17,5	12,8	12,6	5,2
КХВ	23,1	22,7	23,8	8,2	9,2

* - Літературні дані



Таблиця 2

Зразок	Сорбційні характеристики комбінованих ХВ та їх компонентів						
	Сорбційна активність						
	Вода, г/г зразка	Іони, мг/г зразка		Жовчні кислоти, мг/г зразка			
		Pb ²⁺	Cd ²⁺	Холева	Дезоксі-холева	Тауро-Холева	Гліко-холева
ХВПВ*	6,00	18,50	14,70	9,28	19,91	5,62	5,21
ХВМ	23,20	39,44	31,34	7,72	16,56	4,68	4,36
КХВ	14,50	29,00	23,04	8,02	17,21	4,86	4,50

*- Літературні дані

У четвертому розділі «Фосфоліпідна компоненти БАД» доведено доцільність та розроблено умови виділення комплексу рослинних фосфоліпідів (КРФЛ) із фосфатидного концентрату (ФК). ФК, у порівнянні з виділеними фосфоліпідами, має низький термін зберігання, високий вміст пероксидних сполук і вільних жирних кислот та низьку концентрацію есенціальних сполук.

Оснву процесу гідратації складає поляризація та термічна активація системи олія:фосфоліпіди гідратуєчим агентом при температурі гідратуєчого агента 83°C, ФК – 97°C, час перебігу процесу - 30 хв, масова частка поляризуєчого агента 76% від маси ФК. Фракційний, жирнокислотний, вітамінний склад КРФЛ подано у таблицях 3, 4, 5 відповідно. Як видно, одержаний комплекс містить значну кількість

ліпотропних факторів (фосфатидилхоліни, фосфатидилінозитолі, холін, інозитол), есенціальних фосфоліпідів, вітамінів групи В, ненасичених жирних кислот, важливого природного антиоксиданту – вітаміну Е, що дозволяє віднести його до перспективного джерела цілого ряду біологічно активних речовин в раціонах харчування.

Досліджено вплив різних антиоксидантів (АО) на стабілізацію одержаного продукту. Зроблено висновок, що найбільш ефективним є АО поліфенольної природи [рутин : кверцетин] (рис. 2) у співвідношенні 1:1.

Таблиця 3

Фракційний склад КРФЛ

Фракція	R _f *	Вміст, %	
		1**	2***
Фосфатидилхоліни	0,33	24	16...25
Фосфатидилетаноламіни	0,62	19	12...23
Фосфатидилсерини	0,55	7	3...17
Фосфатидилінозитолі	0,23	20	12...40
Фосфатидні кислоти	0,74	5	4...12
Поліфосфатидні кислоти	0,70	10	10...16

*- R_f в системі розчинників хлороформ:метанол:вода 65:25:4;

** - дані, які одержано автором;

*** - літературні дані.

Таблиця 4

Жирнокислотний склад окремих фракцій КРФЛ

Фракція	C _{16:0}	C _{18:0}	ΣS	C _{16:1}	C _{18:1}	C _{18:2}	ΣUS
Фосфатидилхоліни	11,45	6,34	17,79	1,10	16,41	64,70	82,21
Фосфатидилінозитолі	23,51	7,34	30,85	1,50	15,42	52,23	69,19
Фосфатидилетаноламіни	12,62	7,12	19,74	0,22	15,00	65,04	80,26
Фосфатидилсерини	25,45	5,90	31,35	1,31	18,32	49,02	68,65
Фосфатидні кислоти	19,01	7,34	26,35	1,90	18,14	53,61	73,65
Поліфосфатидні кислоти	16,26	6,84	23,10	1,50	16,81	58,60	76,90

Для розробки технології одержання БАД, які сполучають ХВ та КРФЛ, досліджено процес сорбції останніх комбінованими ХВ; вивчено кінетичні і термодинамічні параметри цього процесу; доведено можливість десорбції фосфоліпідної компоненти з поверхні носія (КХВ), що обумовлює ефективне функціонування досліджуваної композиції в шлунково-кишковому тракті.

Таблиця 5

Вплив способу виділення КРФЛ на збереження його вітамінного комплексу

Вітамін	Вміст вітамінів у 1 г ФЛ		Втрачено, %
	ФК	КРФЛ	
Е, токофероли	2,37 мг	2,09 мг	12,00
В ₁ , тіамін	0,22 мкг	0,21 мкг	4,00
В ₂ , рибофлавін	0,60 мкг	0,56 мкг	7,00
В ₃ , пантотенова кислота	10,17 мкг	9,56 мкг	6,00
В ₄ , холін	53,33 мг	48,53 мг	9,00
В ₅ , інозитол	54,55 мг	49,90 мг	8,50
В ₆ , піридоксин	0,53 мкг	0,51 мкг	4,00
В ₉ , фолієва кислота	1,09 мкг	1,03 мкг	4,00

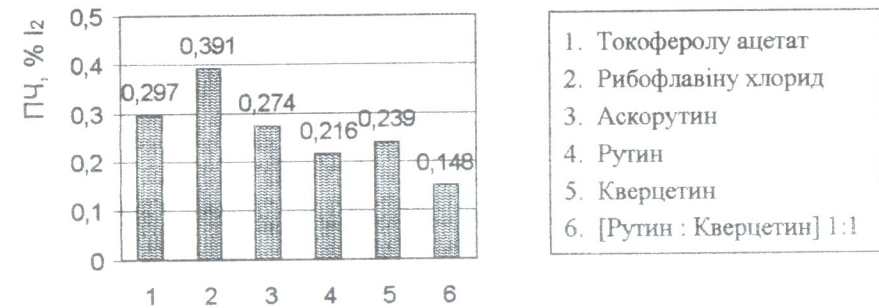


Рис. 2. Вплив різних АО на стабілізацію КРФЛ

У п'ятому розділі "Імобілізація солізима і характеристика фізико-хімічних властивостей іммобілізованого ферменту" наведено результати розробки умов іммобілізації ліполітичного ферменту на волокнистій матриці (КХВ) з ліпідним прошарком (КРФЛ), який водночас відіграє роль субстрата, блокуючого активний центр ферменту під час його "закріплення" на носії. Одержаний іммобілізований фермент зберігає до 95% вихідної ліполітичної активності. Доведено, що іммобілізація солізиму в присутності КРФЛ справляє на фермент стабілізуючу дію під час зберігання (табл. 6). Вивчено фізико-хімічні властивості (рис. 3,4,5,6) та кінетичні параметри іммобілізованого фермента. Виявлено, що іммобілізація в присутності КРФЛ сприяє розширенню рН - оптимуму іммобілізованого солізиму в кислому області на дві одиниці із значним збереженням каталітичної активності (до 90%) і становить 6,5...9,0; рН- та термостабільність іммобілізованого солізиму значно збільшуються; термооптимум іммобілізованого ферменту становить 37...42°C. Порівняння кінетичних параметрів нативного і іммобілізованого ферментів дозволяє зробити висновок про доцільність іммобілізації ліполітичного

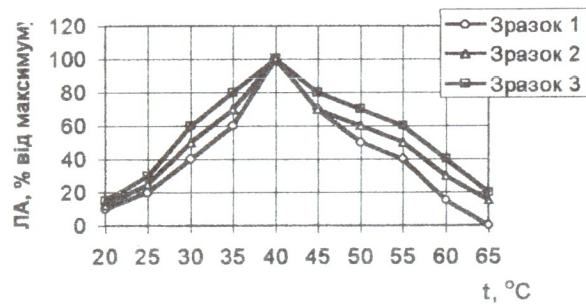


Рис. 3. Термооптимум ЛА нативного (1), іммобілізованого на КХВ (2) та на композиції [КХВ:КРФЛ] (3) солізіму

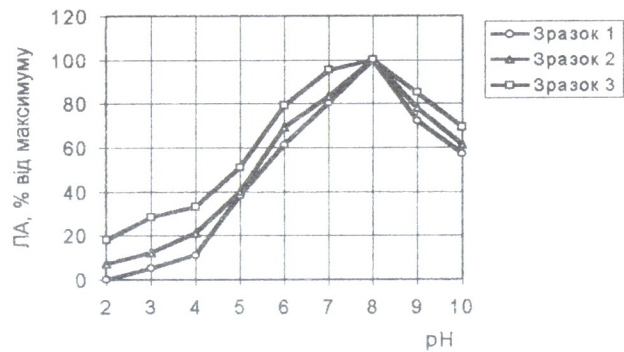


Рис. 4. рН-оптимум ЛА нативного (1), іммобілізованого на КХВ (2) та на композиції [КХВ:КРФЛ] (3) солізіму

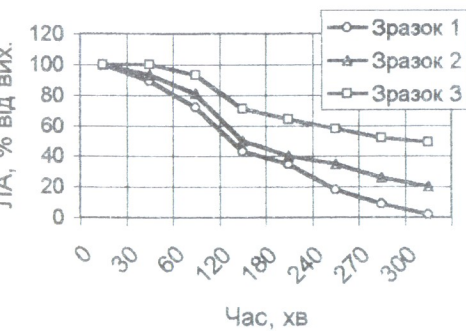


Рис. 5. рН-стабільність нативного (1), іммобілізованого на КХВ (2) та на композиції [КХВ:КРФЛ] (3) солізіму; рН 3,0, 37°C

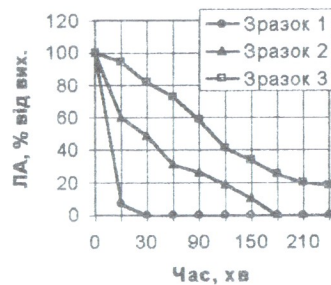


Рис. 6. Термостійкість нативного (1), іммобілізованого на КХВ (2) та на композиції [КХВ:КРФЛ] (3) солізіму; рН 8,0, 50°C

ферменту на волокнистій матриці в присутності фосфоліпідного прошарку. Сукупність одержаних даних свідчить про можливість досягнення більшої ефективності каталітичної дії іммобілізованого ферменту в організмі у порівнянні з його нативною формою. Стабільність зв'язку фермент-носії, яку досліджено методом ІЧ-спектроскопії, визначається утворенням нової модифікованої форми ферменту, ОН- та NH₂- групи якого зв'язані водневими зв'язками з відповідними функціональними групами носія (КВП : КРФЛ).

Таблиця 6

Вплив КРФЛ на ферментативну активність іммобілізованого солізіму при зберіганні

Зразок	Залежність ЛА, % від терміну зберігання, місяців							
	1	2	3	4	5	6	7	8
КХВ:Фермент 1,0:0,006	43,1	31,6	27,2	20,5	15,9	14,0	12,7	11,3
КХВ:КРФЛ:Фермент 1,0:0,5:0,006	94,7	92,2	89,7	87,3	84,7	83,3	80,0	79,8

У шостому розділі «Характеристика властивостей біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями та їх зміни в процесі зберігання» обґрунтовано такий склад БАД, %: ХВПВ – 33,00; ХВМ – 33,00; КРФЛ – 43,04; [солізім]*- 0,06 (*для БАД з ферментативною активністю).

Наведено дані досліджень антиоксидантної дії (АОД) БАД на основі КХВ та КРФЛ. АОД вивчали модифікованим тіоціанатним методом з неспецифічним субстратом в модельних системах (рис. 7). Встановлено, що максимальну АОД виявляє система ХВПВ:ХВМ:КРФЛ. Припускається, що це зумовлено синергетичним ефектом каротиноїдів, токоферолів та фосфоліпідів, які входять до складу композиції. Паралельно АОД розробленої БАД вивчали на білих щурах-

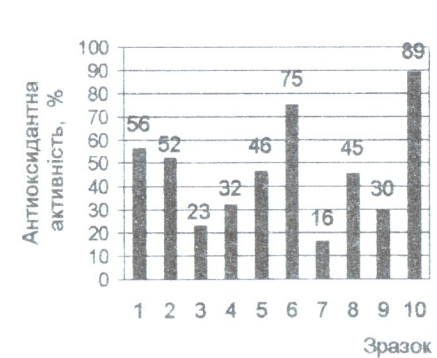


Рис. 7. Антиоксидантна активність досліджуваних систем

Системи:
1-комплекс каротиноїдів моркви; 2-комплекс каротиноїдів ХВМ;
3-фосфоліпіди; 4-токоферол; 5-КРФЛ (фосфоліпіди, токоферол);
6-КРФЛ : комплекс каротиноїдів ХВМ; 7-ХВПВ; 8-ХВПВ : ХВМ;
9-ХВПВ : КРФЛ; 10-ХВПВ : ХВМ : КРФЛ.
Зразки 1...6 – 0,1% розчини в гексані; зразки 7...10 – реакції інгібування в присутності твердої фази.

самцях лінії Вістар, які були опромінені дозою 4,3 Гр. Встановлено, що у тварин, які одержували БАД до та після опромінювання, нормалізувались активності ферментів антирадикального та детоксикаційного захисту, поліпшились показники гуморального імунітету та системи резистентності організму. Це дозволяє зробити висновок, що розроблена БАД може бути віднесена до профілактичних засобів – адаптогенів, які підвищують активність антирадикальної та імунної систем організму.

Одним з проявів біологічної активності є електроннотранспортна здатність, яку вивчали з використанням системи: нікотинамідаденіндинуклеотид відновлений (НАД*Н₂) – гесаціаноферрат(3) калію у фосфатному буфері, яка моделює перше з ланок в ланцюзі внутріклітинного регулювання енергетичного обміну. Результати дослідження електроннотранспортної здатності БАД на основі КХВ і КРФЛ дозволили зробити висновок про можливість позитивного впливу цієї системи на генерацію аденозинтрифосфornoї кислоти в клітинах організму, що сприяє корекції енергетичного обміну. Всі природні каротиноїди мають певну А-вітамінну активність, на величину якої впливає стереоконфігурація їх молекул та будова циклів. Найбільшу біологічну активність має повна транс-конфігурація β-каротина, А-вітамінна активність якого дорівнює 100%. Оцінку зміни фракційного складу каротиноїдного комплексу моркви, ХВМ та БАД в процесі одержання та зберігання проводили методом газорідинної хроматографії (табл. 7). Встановлено, що після 8 місяців зберігання системи ХВМ : ХВПВ : КРФЛ вміст повної транс-форми як α, так і β-каротинів залишився на попередньому рівні, що свідчить про стабілізуючу дію ХВПВ та рослинних фосфоліпідів на каротиноїдний комплекс ХВМ.

У складі БАД [КПВ : КРФЛ : фермент] волокниста матриця зберігає свою активність по відношенню до іонів важких металів і води та збільшує її практично на 50% по відношенню до холевих кислот.

У сьомому розділі “Технологія одержання високоволокнистих біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями” наведено технологічну схему отримання досліджуваних продуктів, яка включає такі етапи: одержання харчових волокон моркви, виділення комплексу рослинних фосфоліпідів, підготовку харчових волокон пшеничних висівок, одержання КХВ, змішування КХВ і КРФЛ, підготовку ферментного розчину, іммобілізацію ферменту на волокнистій матриці з фосфоліпідним прошарком, сушіння БАД, фасування, лінію складських операцій. Показані результати оптимізації окремих процесів виробництва розроблених БАД (табл. 8); подано описання технологічних процесів виробництва БАД; режими виробничо-технологічного процесу отримання БАД; схему технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва БАД; органолептичні, фізико-хімічні, токсикологічні, мікробіологічні показники якості одержаних продуктів; відомості про виробничу апробацію розробленої технології, які було використано для розробки нормативно-технічної документації; розраховано собівартість вироблених продуктів.

Таблиця 7

Зміна фракційного складу каротиноїдного комплексу моркви в процесі виробництва БАД

Каротиноїди та їх стереоізомери	Час елюації, хв	Вміст у каротиноїдному комплексі, %						А-вітамін на активність*	
		Морква	ХВМ	ХВМ (1 міс зберігання)	ХВМ: ХВПВ	ХВМ: КРФЛ	БАД (8 міс зберігання)		
Лікопін	5,2	3,9	4,8	3,3	3,9	3,8	3,9	3,0	0,0
α-каротин, повний транс-	7,2	12,4	8,3	4,3	9,4	8,2	8,3	8,0	53,0
Нео-α-каротин U, 9 або 9'-моно-цис-	6,0	1,1	2,3	0,9	1,1	2,3	2,4	2,4	13,0
Нео-α-каротин B, 9,13'-ди-цис-	6,6	-	2,9	3,2	2,7	2,7	2,7	3,1	16,0
β-каротин, повний транс-	7,4	63,2	53,2	30,7	59,0	57,3	59,0	59,0	100,0
Нео-β-каротин U, 9 або 9'-моно-цис-	7,8	2,4	2,7	1,0	2,8	2,9	0,8	0,8	38,0
Нео-β-каротин B, 9,13'-ди-цис-	8,5	-	3,1	3,7	3,6	3,8	4,2	5,0	53,0
β-αпо-8'-каротиналь	9,9	-	6,6	8,0	0,7	0,9	1,3	9,7	12,0
γ-каротин, повний транс-	8,0	7,0	6,0	2,1	6,5	5,8	5,9	3,4	27,0
Ксантофіл	3,4	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди	0,0
Неідентифіковані речовини	-	10,0	10,0	42,8	10,0	10,0	10,0	27,3	-

*За 100% прийнято активність повної транс-форми β-каротину

Оптимальні значення технологічних параметрів виробництва
БАД поліфункціональної дії

Стадія технологічного процесу	Координати								Значення критерія оптимальності в натуральному вираженні
	У кодованому вигляді				У натуральному вираженні				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	
Гідратація ФК	0,74	0,30	0,20	1,40	97,44 °C t _{фк}	82,98° C t _{га}	75,98 %, ω _{га}	32, τ, хв	η КРФЛ, % 80,20
Змішування вихідних компонентів	0,16	1,00			30,82 °C, t	15,00 хв, τ			V, % 0,02
Імобілізація ферменту	1,20	1,09			31,00 °C, t	20,44 хв, τ	ГМ 2,95		ЛА, % 91,42
Сушка БАД з ферментом	1,00	-0,24			42,00 °C, t	10,51 %, W			ЛА, % 90,03
Сушка БАД без ферменту	1,20	-1,08			56,00 °C, t	13,84 %, W			Каротиноїди, мг/г БАД 0,44

ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовано склад та розроблено спосіб одержання комбінованих харчових волокон, які включають овочеву та зернову компоненти у масовому співвідношенні 1:1; одержані ХВ містять 0,83 мг/г каротиноїдів і мають значну сорбційну активність (сорбція холевой кислоти – 8,0 мг/г, іонів свинцю – 29,0 мг/г, води – 14,5 г/г, жирозв'язуюча здатність – 3,9 г/г).
2. Розроблено спосіб виділення комплексу рослинних фосфоліпідів із фосфатидного концентрату на основі гідратації, яка поєднує термічну активацію та хімічну поляризацію системи олія:фосфоліпід; одержаний продукт характеризується високим вмістом фосфатидилхолінів (240 мг/г), фосфатидилетаноламінів (190 мг/г), фосфатидилсеринів (70 мг/г) та фосфатидилінозитолів (200 мг/г), вітамінів Е (2,1 мг/г) і групи В, ненасичених жирних кислот (74,2 мг/г).
3. Розроблено умови та доведено ефективність іммобілізації солізму на комбінованих ХВ в присутності фосфоліпідів, які водночас є субстратом, блокуючим активний центр ферменту, і ліпідним прошарком волокнистої матриці. Іммобілізація підвищує термостабільність ферменту та розширює його рН- (на 2 одиниці) і термооптими (на 5°C). Збереження активності – 95...98 %.
4. Сполучення комбінованих ХВ, комплексу рослинних фосфоліпідів і солізму обумовлює синергізм їх дії та одержати БАД з ліполітичною (11400 ЛЕ/г БАД); сорбційною (сорбція холевой кислоти – 12,42 мг/г БАД, іонів свинцю – 24,00 мг/г БАД, іонів кадмію – 19,10 мг/г БАД, води – 12,00 г/г БАД); антиоксидантною (як in vivo, так й in vitro); вітамінною (каротиноїди – 0,44 мг/г БАД, вітамін Е – 0,8

мг/г БАД й вітаміни групи В); ліпотропною (фосфатидилхоліни - 100 мг/г БАД, фосфатидилінозитолі - 80 мг/г БАД) активностями та терміном зберігання до 8 місяців при +4°C.

5. Проведено медико-біологічну оцінку БАД на основі комбінованих ХВ і комплексу рослинних фосфоліпідів; подано рекомендації щодо її використання в раціонах лікувально-профілактичного харчування як антиоксиданта і адаптогена.
6. Розроблено технологію одержання високоволокнистих БАД з антиоксидантною та ліполітичною активностями. Оптимальні параметри основних етапів технологічного процесу одержання БАД мають такі значення: гідратація – температура ФК=97,4°C; температура ГА=83,0°C; масова частка ГА=76,0 % до маси ФК; час гідратації – 32 хв; змішування вихідних компонентів – температура процесу=30,8°C; час процесу=15 хв; іммобілізація солізму на волокнистій матриці в присутності фосфоліпідного прошарка – температура процесу=31,0°C; час процесу=20 хв; гідромодуль 3; сушіння БАД – а) з ферментом – температура=42,0°C; остаточна вологість продукту=10,5 %; б) без ферменту – температура=56,0°C; остаточна вологість продукту=13,8 %.
7. Розроблена технологія є реальною, що підтверджено результатами її апробації в промислових умовах на Одеському виробничому хіміко-фармацевтичному об'єднанні «Біостимулятор»; розроблено проект технічних умов на виробництво біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями; вироблено дослідну партію цих БАД в розмірі 100 кг; розраховано собівартість розроблених продуктів, яка складає 36,52 грн. для 0,4 кг БАД з антиоксидантною та ліполітичною активностями і 34,79 грн. для 0,4 кг БАД з антиоксидантною активністю.

Основний зміст роботи викладено в наступних публікаціях:

1. Черно Н.К., Севастьянова Е.В., Макарянская А.В., Никитина Ж.В. Продукты переработки зерна в лечебно-профилактическом питании // Проблемы та перспективи розвитку виробництва та споживання хлібопродуктів: Наукові праці. – Том. 1. – Одеса : ОДАХТ. – 1997. – С. 72-74.
2. Черно Н.К., Крусир Г.В., Никитина Ж.В., Титомир Л.А. Новые биологически активные добавки на основе зерновых // Проблемы та перспективи розвитку виробництва та споживання хлібопродуктів: Наукові праці. – Том. 3. – Одеса : ОДАХТ. – 1997. – С. 65-67.
3. Черно Н.К., Крусир Г.В., Никитина Ж.В. Нові поліволоконисті біологічно активні добавки з β-каротином // Наукові праці. – Вип. 18. – Одеса : ОДАХТ. – 1998. – С. 108-110.
4. Черно Н.К., Крусир Г.В., Никитина Ж.В. Биологически активные добавки с антиоксидантной активностью // Научные и практические аспекты совершенст-

вовання качества и экспертиза пищевых продуктов : Сб. науч. статей. – Вып.1. – Одесса : ОЦНТЭИ. – 1998. – С. 53-59.

5. Черно Н.К., Крусир Г.В., Никитина Ж.В. Фосфолипиды як компоненти біологічно активних добавок ліпотропної дії // Наукові праці. – Вип. 19. – Одеса : ОДАХТ. – 1999. – С. 126-131.

6. Черно Н.К., Крусир Г.В., Никитина Ж.В. Волокнистая биологически активная добавка с β -каротином и фосфолипидами // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 1999. – №1. – С. 20-21.

7. Черно Н.К., Крусир Г.В., Никитина Ж.В., Гихер З.А. Новая биологически активная добавка на основе пищевых волокон//Фармаком. - 1999. - №2. – С. 18-21.

8. Крусир Г.В., Севастьянова Е.В., Никитина Ж.В. Физико-химические свойства иммобилизованных ферментов//Труды 54-ой науч. конф. ОГАПТ. - Ч.3. – Одесса : ОГАПТ. – 1994. – С. 18.

9. Севастьянова Е. В., Воевудская С.В., Никитина Ж.В. Пищевые волокна моркови – эффективные носители пищеварительных ферментов // Труды 55-ой науч. конф. ОГАПТ. - Ч.2. – Одесса : ОГАПТ. – 1995. – С. 283.

10. Черно Н.К., Воевудская С.В., Карацуба Н.Л., Никитина Ж.В. Характеристика пищевых волокон моркови // Труды 56-ой науч. конф. ОГАПТ. - Ч.2. – Одесса : ОГАПТ. – 1996. – С. 214.

11. Черно Н.К., Крусир Г.В., Никитина Ж.В. Лечебно-профилактические пищевые составы на основе пищевых волокон – побочных продуктов переработки зерна//Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Энергоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья». – Ч. 2. – Минск : БНИИКТИ. – 1996. – С. 40.

12. Никитина Ж.В. Мультиволокнистая харчова добавка на основі харчових волокон з полівітамінним комплексом // Праці Міжнар. наук.-техн. конф. «Розроблення та впровадження прогресивних ресурсощаджуючих технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість». – Київ : УДУХТ. – 1997. – С. 79.

13. Никитина Ж. В. Новая полифункциональная биологически активная добавка для лечебно-профилактического питания // Труды I конф. молодых учёных и студентов химиков Южного региона Украины. – Одесса : ФХИ им. А. В. Богатского. – 1998. – С. 32.

АНОТАЦІЯ

Никитина Ж.В. Технологія високоволокнистих біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія. – Одеська державна академія харчових технологій, Одеса, 1999.

Дисертацію присвячено питанням розробки біологічно активних добавок з антиоксидантною та ліполітичною активностями профілактичного та лікувально-профілактичного призначення на основі харчових волокон моркви, харчових волокон пшеничних висівок, комплексу рослинних фосфолипідів та ліполітичного ферменту (солізіму). Розроблено спосіб одержання каротинвмісної водонерозчинної фракції клітинних стінок моркви (харчові волокна моркви) та спосіб виділення рослинних фосфолипідів. Сукупність результатів теоретичних та експериментальних досліджень дозволила сформулювати наукові основи виробництва біологічно активних добавок з антиоксидантними, ферментативними, ліпотропними, ентросорбційними та вітамінними активностями. Досліджено можливість і методи іммобілізації на комбінованих харчових волокнах (які сполучають овочеву та зернову компоненти) рослинних фосфолипідів та ліполітичного ферменту; вивчено біохімічні, фізико-хімічні та сорбційні характеристики нових добавок. Отримані продукти мають ефективну профілактичну та лікувально-профілактичну цінність і можуть бути використані як адаптогени і додаткове джерело есенціальних фосфолипідів, харчових волокон, каротиноїдів у раціонах харчування; а також як засіб заступаючої терапії при порушеннях травлення (добавка з ліполітичною активністю).

Ключові слова: біологічно активна добавка, харчові волокна, фосфолипіді, солізім, іммобілізація, технологія виробництва.

ANNOTATION

Nikitina J.V. The technology of high-fibrous biologically active additives with antioxidant and lipolytic activities. – Manuscript.

Thesis for a candidate's of technical sciences degree by speciality 03.00.20 – biotechnology. – The Odessa State Academy of Food Technologies, Odessa, 1999.

The dissertation is devoted to the questions of working-out the biologically active food additives for medicinal and prophylactic use with antioxidant and lipolytic activities based on carrot food fibers, wheat bran food fibers, the complex of vegetable phospholipides and lipolytic enzyme (solizyme). The methods of obtaining of carotene-containing water-insoluble fraction of carrot cell walls (carrot food fibers) and vegetable phospholipides were worked out. The results of theoretical and experimental researches permitted to formulate the scientific fundamentals of production of biologically active additives with antioxidant, enzymatic, lipotropic, enterosorbent and vitamin activities. The opportunity and methods of immobilisation of vegetable phospholipides and lipolytic enzyme on combined food fibers, containing vegetable and cereal components was studied. The biochemical, physico-chemical and sorption characteristics of novel food additives were determined. The products have medicinal and prophylactic value and can be used as adaptogens and additional source of essential phospholipides, food fibers and carotenoids in

diet, as well as remedy for substitutive therapy of digestive disorders (additive with ly-politic activity).

Keywords: biologically active food additive, food fibers, phospholipides, solizyme, immobilisation, technology of production.

АННОТАЦИЯ

Никитина Ж.В. Технология высоковолокнистых биологически активных добавок с антиоксидантной и липолитической активностями. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 03.00.20 – биотехнология. Одесская государственная академия пищевых технологий, Одесса, 1999.

Диссертация посвящена вопросам разработки биологически активных добавок с антиоксидантной и липолитической активностями профилактического и лечебно-профилактического назначения на основе пищевых волокон моркови, пищевых волокон пшеничных отрубей, комплекса растительных фосфолипидов и липолитического фермента (солизима).

Теоретически обоснован состав и разработан способ получения комбинированных пищевых волокон, включающих овощную и зерновую компоненты в массовом соотношении 1:1; полученные пищевые волокна содержат 0,83 мг/г каротиноидов и обладают значительной сорбционной активностью. Разработан способ выделения комплекса растительных фосфолипидов из подсолнечного фосфатидного концентрата, основанный на его гидратации, которая совмещает термическую активацию и химическую поляризацию системы масло:фосфолипиды; полученный продукт характеризуется высоким содержанием фосфатидилхолинов, фосфатидилэтаноламинов, фосфатидилсеринов и фосфатидилинозитолов, витаминов Е и группы В, ненасыщенных жирных кислот.

Разработаны условия и доказана эффективность иммобилизации солизима на комбинированных пищевых волокнах в присутствии фосфолипидов, которые одновременно являются субстратом, блокирующим активный центр фермента и липидной подложкой волокнистой матрицы. Иммобилизация способствует увеличению термостабильности фермента и расширению его рН- (на 1,5 единицы) и термооптимумов (на 5°C). Сохранение активности составляет 95...98 %.

Совмещение комбинированных ПВ, комплекса растительных фосфолипидов и солизима обуславливает синергизм их действия и приводит к получению БАД с липолитической, сорбционной, антиоксидантной (как *in vivo*, так и *in vitro*); витаминной, липотропной активностями и сроком хранения не менее 8 месяцев при +4°C. Проведена медико-биологическая оценка биологически активной добавки на основе комбинированных пищевых волокон и комплекса растительных фосфолипидов; даны рекомендации по её использованию в рационах массово-профилактического питания в качестве пищевого антиоксиданта и адаптогена.

Разработана технология получения высоковолокнистых биологически активных добавок с антиоксидантной и липолитической активностями. Оптимальные параметры основных этапов технологического процесса получения биологически активных добавок, имеют следующие значения: гидратация – температура фосфатид-

ного концентрата=97,4°C; температура гидратирующего агента=83,0°C; массовая доля гидратирующего агента=76,0 % к массе фосфатидного концентрата; время гидратации –32 мин; смешивание исходных компонентов – температура процесса=30,8°C; время процесса=15 мин; иммобилизация солизима на волокнистой матрице в присутствии фосфолипидного слоя – температура процесса=31,0°C; время процесса=20 мин; гидромодуль 3; сушка продукта – а) с ферментом – температура=42,0°C; остаточная влажность продукта=10,5 %; б) без фермента – температура=56,0°C; остаточная влажность продукта=13,8 %. Разработанная технология реальна, что подтверждено результатами её апробации в производственных условиях на Одесском производственном химико-фармацевтическом объединении «Биостимулятор»; разработан проект технических условий на производство биологически активных добавок с антиоксидантной и липолитической активностями; выпущена опытная партия этих продуктов в размере 100 кг; рассчитана себестоимость разрабатываемых продуктов.

Полученные продукты обладают значительной профилактической и лечебно-профилактической ценностью и могут быть использованы как адаптогены и дополнительные источники эссенциальных фосфолипидов, пищевых волокон, каротиноидов в рационах питания, а также как средство заместительной терапии при нарушениях пищеварения, связанных с энзимной недостаточностью (продукт с липолитической активностью).

Ключевые слова: биологически активная добавка, пищевые волокна, фосфолипиды, солизим, иммобилизация, технология производства.

