

Автореферт -
л 79

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЛОСЬ ОЛЬГА ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК 543-414:633.521-037.1:544.475:613.2

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЕНТЕРОСОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ
НАСІННЯ ЛЬОНУ І ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ**

Спеціальність 03.00.20 – біотехнологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2006

сн

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії України,
заслужений діяч науки і техніки України
Черно Наталія Кирилівна,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра органічної хімії, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Безусов Анатолій Тимофійович,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології консервування, завідувач кафедри

ОНАХТ 29.06.12

Розробка технології



v017604

кандидат хімічних наук,
старший науковий співробітник
Севастьянов Олег Всеволодович,
Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського,
відділ медичної хімії, лабораторія фізико-хімічних
методів біотехнології,
старший науковий співробітник

Провідна установа: Національний університет харчових технологій, ка-
федра технології функціональних харчових продук-
тів, Міністерство освіти і науки України, м. Київ.

...да 2006 року о ^{10 30} годині на засіданні спе-
... Одеської національної академії харчових
... (2).

... Одеської національної ака-

... року.

12

Г.М. Станкевич

v017604

ОНАХТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Природні ентеросорбенти – харчові волокна, які сприяють зв'язуванню і виведенню із організму антропогенних забруднювачів і продуктів порушення процесів метаболізму речовин, відносяться до одних з найбільш затребуваних категорій біологічно активних добавок (БАД). Вони визнані ефективним інструментом в профілактиці і комплексному лікуванні багатьох «захворювань століття», в тому числі таких тяжких, як цукровий діабет, ряд опухолевих захворювань, атеросклероз, ішемічна хвороба серця.

В останні роки посилилась тенденція щодо створення і використання БАД-ентеросорбентів нової генерації, які чинять багатопланову позитивну дію на організм людини. Розширення спектру їх фізіологічних ефектів визначається поєднанням сорбційних властивостей з іншими видами активностей, здатністю до регуляції біокаталітичних процесів. Особливо важливе останнє, оскільки практично всі патологічні стани пов'язані з порушенням функціонування тих чи інших ферментативних систем, коли комплекс природних інгібіторів не забезпечує адекватний контроль даних фізіологічних процесів, що потребує введення в організм додаткової кількості інгібіторів.

Сучасна наука відводить інгібіторам ферментів визначну роль в профілактиці та лікуванні низки складних захворювань. Зокрема доведено, що інгібітори протеаз здатні гальмувати ріст пухлин, знижувати ризик розвитку серцево-судинних захворювань. Підвищення їх рівня в раціонах харчування сприяє відновленню нормальному вмісту протеолітичних ферментів у кишечнику, зменшує вірогідність виникнення виразкової хвороби шлунку. Багатогранність фізіологічних ефектів інгібіторів відкриває широкі перспективи до їх використання у складі БАД.

У зв'язку з вищезазначеним набуває актуальності розробка технологій отримання БАД, які володіють з однієї сторони детоксикуючими властивостями, а з іншої – регулюючими біокаталітичні процеси, і відповідно, позитивно діючими на організм в цілому, з більш ефективними функціонально-фізіологічними властивостями.

Одним із рослинних об'єктів, який містить в своєму складі біополімери, які відносяться до категорії ентеросорбентів, і інгібітори протеаз, є льон. Важливо, що інгібітор протеаз з насіння льону має вуглеводневу природу, оскільки білки-інгібітори характеризуються рядом суттєвих недоліків. Інтерес до цієї олійної культури, яка містить широкий спектр біологічно активних речовин (БАР), дуже високий. Однак в наш час в харчовій промисловості використовується тільки олія насіння льону. Жмих і шрот, які утворюються при отриманні олії і містять в своєму складі цінні БАР, застосовуються тільки в кормовиробництві. Підвищення ефективності використання насіння льону визначає доцільність створення технологій його комплексної переробки, що дозволить в повній мірі реалізувати біологічний потенціал цієї сировини.

Таким чином, дослідження, спрямовані на розробку технології отримання поліфункціональних ентеросорбентів на основі насіння льону, що поєднують функціонально-фізіологічні властивості харчових волокон зі здатністю до інгібування певних протеаз, і призначені для харчування осіб, фізіологічний стан яких визначається підвищеною активністю деяких ферментних систем, є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота відповідає тематиці міжвузівської програми науково-дослідної роботи № 31 «Будова, склад, властивості і перетворення компонентів рослинної сировини як основи створення поліфункціональних добавок, збагачувачів і модулів при одержанні продуктів з новими властивостями, які забезпечують продовольчу безпеку населення України», затвердженої наказом Міністерства освіти і науки України № 271 від 15.08.96, зокрема темі досліджень проблемної лабораторії Одеської національної академії харчових технологій 1/97-П «Отримання біологічно активних добавок адаптогенної і лікувальної дії на основі харчових волокон» (№ держреєстрації 0197U016053), 1/03-П «Біотехнологічні основи створення біологічно активних добавок і продуктів з регульованими властивостями» (наказ Міністерства освіти і науки України № 633 від 05.11.2002р.), 1/06-П «Розробка біотехнологічних процесів цільового спрямованого регулювання функціональних, фізіологічних і технологічних властивостей харчових продуктів і БАД» (наказ Міністерства освіти і науки України № 654 від 16.11.2005 р.), програмі «Розробка технологій поліфункціональних добавок і харчових продуктів загального лікувально-профілактичного напрямку» (№ держреєстрації 0197U016055).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є обґрунтування технології ентеросорбентів з інгібіторною активністю на основі принципів комплексної переробки насіння льону.

Для досягнення зазначеної мети були визначені такі основні задачі:

- дослідити склад і сорбційні властивості ентеросорбентів на основі насіння льону;
- надати характеристику насіння льону і продуктів на його основі як інгібіторів гідролітичних ферментів (інгібіторна активність, механізм інгібіторної дії та фізико-хімічні показники);
- обґрунтувати принципову схему отримання поліфункціональних БАД-ентеросорбентів;
- розробити склад комбінованих БАД з інгібіторною активністю на основі слизових речовин насіння льону;
- вивчити функціонально-фізіологічні властивості і мікробіологічні показники якості розроблених БАД;
- оптимізувати технологічні параметри процесу екстракції водорозчинного інгібітора;
- розробити технологічну схему отримання БАД на основі насіння льону;
- дослідити показники якості розроблених БАД в процесі зберігання;
- провести промислову апробацію розробленої технології;
- розробити нормативну документацію на виробництво БАД-ентеросорбентів;
- оцінити принципову можливість отримання функціональних продуктів харчування з включенням розроблених ентеросорбентів.

Об'єкти дослідження. Біологічно активні добавки до їжі, інгібітори травних ферментів.

Предмет дослідження. Ентеросорбенти-інгібітори травних протеаз на основі насіння льону і продуктів його переробки.

Методи досліджень. Комплекс традиційних і сучасних біохімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних і технологічних методів дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше дана характеристика ентросорбентів з інгібіторною активністю у відношенні протеолітичних ферментів на основі насіння льону: досліджений склад формуючих їх компонентів, проведена оцінка сорбційних властивостей, які обумовлюють їх фізіологічні ефекти. Досліджений біополімерний склад нерозчинних харчових волокон насіння льону, їх сорбційні властивості і антиоксидантна активність. Обґрунтована доцільність використання насіння льону і продуктів на його основі в якості ефективних ентросорбентів.

Досліджений фракційний склад слизистих речовин насіння льону. Отримані дані, які свідчать про взаємозв'язок інгібіторної активності з моносахаридним складом біополімерів, які формують водорозчинний комплекс насіння льону. Встановлений неконкурентний механізм інгібування трипсину слизистими речовинами насіння льону. Дана оцінка фізико-хімічних властивостей водорозчинного інгібітора. Обґрунтований склад БАД-ентросорбентів з інгібіторною активністю у відношенні протеолітичних ферментів. Встановлені раціональні параметри процесу екстракції водорозчинного полісахаридного інгібітора. Розроблена технологія отримання БАД-ентросорбентів.

Показана принципова можливість включення ентросорбентів на основі насіння льону до складу хлібобулочних виробів.

Наукова новизна роботи підтверджена деклараційним патентом.

Практичне значення одержаних результатів. На основі одержаних результатів розроблені принципова технологічна схема отриманням БАД-ентросорбентів на основі насіння льону і продуктів його переробки, а також проект нормативної документації на виробництво БАД. Експериментально доведено можливість промислового виробництва розроблених БАД, технологія апробована на підприємстві ТОВ НВО «Аріадна».

Розроблені рецептура і режими приготування пшеничного хліба з додаванням ентросорбентів на основі насіння льону.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок полягає у забезпеченні методичного оформлення роботи, виконанні аналітичної і експериментальної роботи, аналізі і узагальненні одержаних даних у вигляді формування висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів досліджень до публікацій, розробці нормативно-технічної документації, промислової апробації розробленої технології. Особистий внесок здобувача підтверджується поданими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень були заслухані і обговорені на Міжвузівській науково-практичній конференції «Проблеми техніки і технології харчових виробництв» (Полтава, 2004 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості – сьогодення і перспективи» (Київ, 2005 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Хлібопродукти – 2005» (Одеса, 2005 р.); 63-й, 64-й і 65-й наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ (Одеса, 2004-2006 рр.)

Публікації. Результати дисертації опубліковані у 8 друкованих працях, включаючи чотири статті у фахових наукових виданнях, один деклараційний патент України на корисну модель та тези трьох доповідей у матеріалах наукових та науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних бібліографічних джерел, який містить 417 найменувань (на 34 стор.) і 13 додатків (на 72 стор.). Основний зміст роботи викладено на 148 сторінках, включаючи 21 рисуноків (на 12 стор.), 37 таблиць (на 17 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У першому розділі на базі аналізу літературних джерел розглянутий хімічний склад насіння льону. Показано, що воно є природним джерелом біологічно активних сполук, зокрема, білків, діетичних волокон, жирів, багатих есенціальною α-ліноленовою кислотою, вітамінів, мінералів, лігнана секоларицирезінолу. Проаналізовані фізіологічні ефекти його компонентів. Обґрунтована доцільність використання насіння льону і продуктів його переробки в якості сировини для отримання БАД і функціональних продуктів харчування.

Розглянуті інгібітори ферментів як біотехнологічні компоненти живих систем. Наведена загальна характеристика інгібіторів протеолітичних ферментів, показана можливість їх використання в якості компонентів БАД у лікувально-профілактичному харчуванні. Перспективним джерелом інгібіторів ферментів є рослинна сировина, зокрема та, що містить у своєму складі інгібітори небілкової природи, оскільки білки-інгібітори мають ряд суттєвих недоліків.

На основі даних огляду літературних джерел, прийшли до висновку про доцільність створення на основі насіння льону і продуктів його переробки БАД-ентеросорбентів, які проявляють як детоксикуючі властивості, так і інгібіторну активність по відношенню до протеолітичних ферментів.

У другому розділі «Матеріали і методи досліджень» викладені відомості про об'єкт та методи досліджень. Наведено структурну схему, яка відображає взаємозв'язок основних етапів роботи (рис. 1).

У даній дисертаційній роботі був використаний льон сорту «Дебют» урожаю 2002 – 2004 рр., створений у відділі насінництва Запорізького інституту олійних культур.

Основна частина досліджень була проведена в лабораторіях кафедри органічної хімії і проблемної лабораторії ОНАХТ, окремі дослідження виконувалися в лабораторіях кафедри технології хліба, кондитерських виробів та громадського харчування ОНАХТ, а також лабораторії біохімії Одеського селекційно-генетичного інституту національного центру насіннезнавства і сортівивчення УААН.

У роботі використовували як стандартні, так і оригінальні методи дослідження, у тому числі біохімічні, фізико-хімічні, хроматографічні, спектральні, мікробіологічні та технологічні. Результати експериментів опрацьовували за допомогою методів математичної статистики.

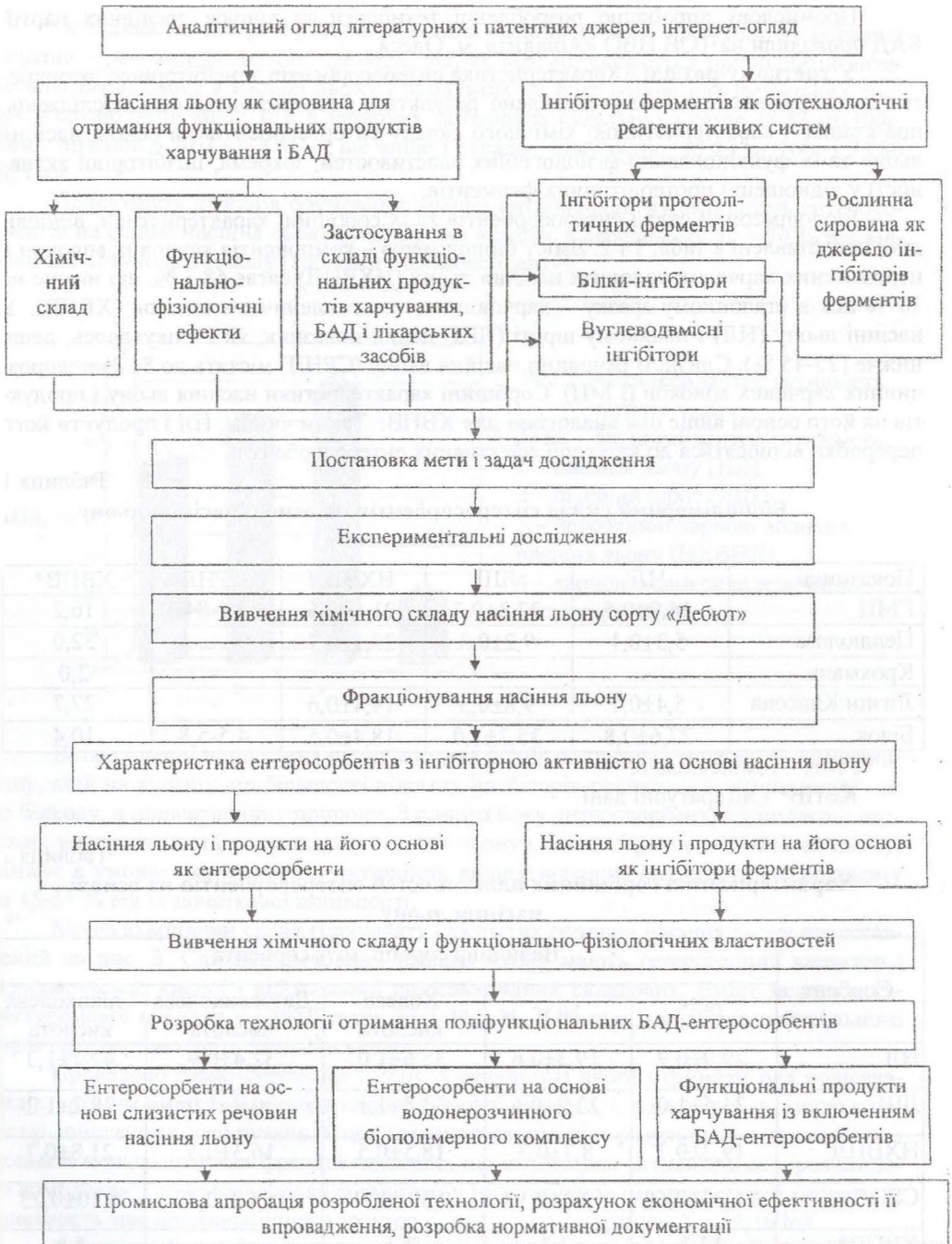


Рис. 1. Основні напрямки проведення досліджень

Промислову апробацію розробленої технології та випуск дослідних партій БАД проводили на ТОВ НВО «Аріадна», м. Одеса.

У третьому розділі «Характеристика ентеросорбентів з інгібіторною активністю на основі насіння льону» наведено результати експериментальних досліджень, пов'язаних з характеристикою хімічного складу ентеросорбентів на основі насіння льону та їх функціонально-фізіологічних властивостей, зокрема, інгібіторної активності у відношенні протеолітичних ферментів.

Біополімерний склад ентеросорбентів та їх сорбційні характеристики, відповідно, представлені в табл. 1 і 2. Вміст біополімерів – компонентів харчових волокон в нерозчинних харчових волокнах насіння льону (НХВНЛ) сягає 68,3 %, що нижче на 10 % ніж в еталонному зразку – харчових волокон пшеничних висівок (ХВПВ). У насінні льону (НЛ) і льяному шроті (ЛШ) даний показник, як і очікувалось, дещо нижче (25-45 %). Слизисті речовини насіння льону (СРНЛ) містять до 84 % водорозчинних харчових волокон (ГМЦ). Сорбційні характеристики насіння льону і продуктів на його основі вище ніж аналогічні для ХВПВ. Таким чином, НЛ і продукти його переробки відносяться до категорії ефективних ентеросорбентів.

Таблиця 1

Біополімерний склад ентеросорбентів на основі насіння льону,
% співвідношення

Показники	НЛ	ЛШ	НХВНЛ	СРНЛ	ХВПВ*
ГМЦ	16,9±0,5	27,3±0,7	21,6±0,6	82,4-84,3	16,2
Целлюлоза	5,3±0,1	9,2±0,3	27,3±0,7	-	32,0
Крохмаль	-	-	-	-	2,0
Ліпінн Класона	5,4±0,1	9,8±0,3	19,4±0,6	-	27,7
Блок	27,6±0,8	35,3±1,0	18,4±0,5	4,5-5,8	10,4

ГМЦ – геміцелюлози

ХВПВ* - літературні дані

Таблиця 2

Характеристика сорбційних властивостей ентеросорбентів на основі
насіння льону

Сорбент	Величина сорбції, мг/г сорбента				
	Pb ²⁺	NO ₃ ⁻	Холева кислота	Дезоксихолева кислота	Глікохолева кислота
НЛ	29,9±0,9	19,3±0,6	35,6±1,0	32,4±0,9	42,1±1,3
ЛШ	34,5±1,0	23,2±0,6	33,4±1,1	30,8±1,0	38,2±1,2
НХВНЛ	19,2±0,7	8,7±0,3	18,5±0,5	16,3±0,5	21,8±0,7
СРНЛ	21,20±0,68	5,80±0,17	9,30±0,31	15,20±0,52	8,10±0,23
ХВПВ*	13,3	3,3	7,4	6,4	5,1

ХВПВ* - літературні дані

Особливістю ентеросорбентів на основі насіння льону є присутність у їх складі лігнанів – речовин фенольної природи, які, як відомо, являються природними антиоксидантами. Вміст в насінні льону і продуктах на його основі цих фенольних сполук у сотню разів вище, ніж в зернових та бобових культурах і сягає 38,47 мг/100г. Вміст лігнанів в ЛШ і НХВНЛ, ще вище і складає, відповідно, 55,23 мг/100г і 73,80 мг/100г.

Присутність лігнанів обумовлює значну антиоксидантну активність ентеросорбентів на основі насіння льону (рис. 2), яка складає в середньому 50 – 70 % від відповідної активності іонолу (харчового антиоксиданту).

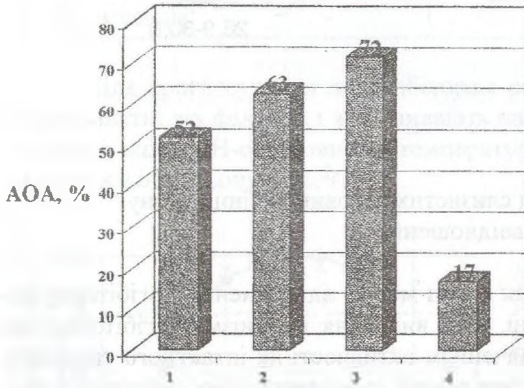


Рис.2. Антиоксидантна активність насіння льону:

- АОА – антиоксидантна активність;
 1 – насіння льону (НЛ);
 2 – льняний шрот (ЛШ);
 3 – нерозчинні харчові волокна насіння льону (НХВНЛ);
 4 – харчові волокна пшеничних висівок (ХВПВ).

Встановлено, що насіння льону містить інгібітор протеаз трипсину і хімотрипсину, який на відміну від більшості відомих інгібіторів рослинного походження, має не білкову, а полісахаридну природу. З одного боку ентеросорбент, а з іншого – інгібітор, водорозчинний полісахарид насіння льону (слизисті речовини насіння льону) знижує в умовах експерименту активність вищезазначених ферментів в середньому на 45-55 % від їх початкової активності.

Моносахаридний склад гідролізату слизистих речовин насіння льону представлений на рис. 3. Слизисті речовини насіння льону мають гетерогенний характер і складаються із кислої і нейтральної полісахаридних складових. Вміст залишків галактуранової кислоти в СРНЛ сягає 33,7-34,4 %. В складі мономерів нейтрального характеру переважають залишки ксилози.

Проведено фракціонування СРНЛ, у результаті якого отримали ряд полісахаридів з різним вмістом залишків галактуранової кислоти, і, відповідно, з різною кількістю іоногенних угруповань. Співставлення отриманих результатів з мономерним складом полісахаридних фракцій показало, що інгібіторна активність водорозчинного комплексу Y взаємопов'язана із вмістом у них залишків галактуранової кислоти X , залежність має логарифмічний характер і описується рівнянням $Y = 14,16 \ln X$.

В процесі фракціонування нами був виділений і ідентифікований ксилоглюкан. Присутність ксилоглюкану в складі насіння льону показано вперше.

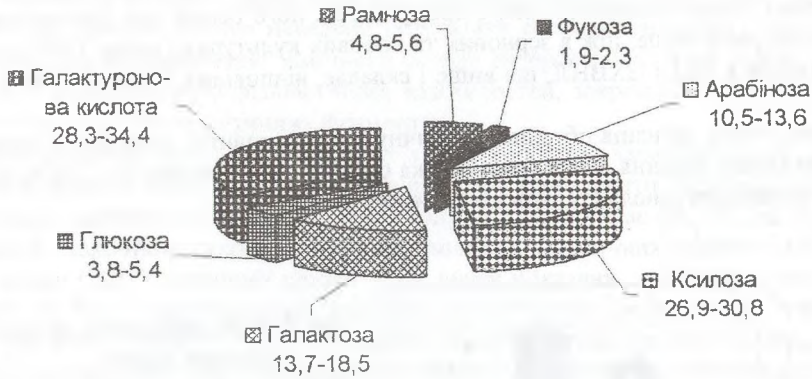


Рис. 3. Моносахаридний склад слизистих речовин насіння льону, % співвідношення

Встановлено, що в складі сировини слизи мають вдвічі меншу інгібіторну активність (ІА), ніж в ізольованому стані. Для вивчення механізму інгібіторної дії СРНЛ проведено низку дослідів із визначенням активності як інтактного трипсину, так і трипсину в присутності інгібітора, при різних співвідношеннях субстрату і інгібітора. Отримані результати проаналізовані методами лінеаризації рівняння Михаеліса-Ментен за Лайнувером-Берком, Хейнсом і прямим методом Корніш-Боуден-Ейзенталя. Кінетичні параметри отримані методом Лайнувера-Берка представлені в табл. 3. Встановлено, що максимальна швидкість реакції залежить від концентрації інгібітора і не залежить від концентрації субстрату. При цьому дія СРНЛ на трипсин підпорядковується рівнянню:

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_i} \right) \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_i} \right),$$

- де V – швидкість ферментативної реакції;
 K_m – константа Міхаеліса;
 V_{max} – максимальна швидкість ферментативної реакції;
 K_i – константа інгібування;
 $[S]$ – концентрація субстрату;
 $[I]$ – концентрація інгібітора.

і, відповідно, має неконкурентний характер.

Кінетичні параметри реакції гідролізу казеїну трипсином у відсутності і присутності водорозчинного інгібітора

Параметр	Інтактний фермент	Фермент в присутності інгібітора, моль·10 ⁻⁶		
		0,25	0,50	1,00
K_m , моль·10 ⁻⁶ /дм ³	26,196	21,985	24,478	26,601
V_{max} , моль·10 ⁻⁹ /хв	106,628±4,932	84,504±1,457	54,161±1,011	79,007±1,564
K_i , моль/дм ³	-	0,478·10 ⁻⁶		

Для прогнозування дії інгібітора і розробки технології його отримання необхідно знати, які фактори і як впливають на його активність. В зв'язку з цим було визначено вплив рН-середовища і температури на інгібіторну активність слизистих речовин насіння льону (рис.4 і 5).

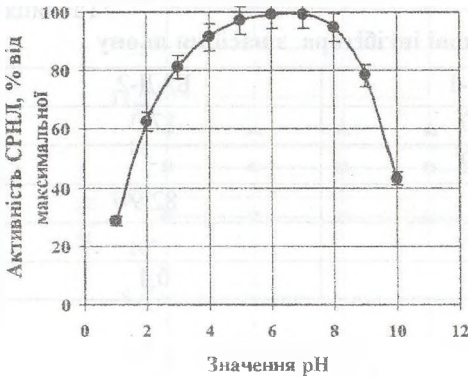


Рис. 4. рН-оптимум водорозчинного інгібітора насіння льону (t=37°C)

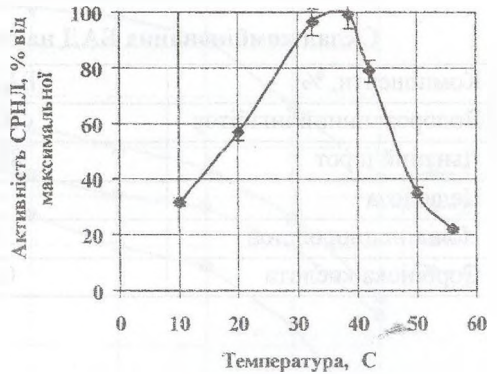


Рис. 5. Залежність ІА водорозчинного інгібітора від температури (рН=7,4)

Інгібітор достатньо стабільний при фізіологічних значеннях рН, що дозволяє прогнозувати збереження його активності в умовах шлунково-кишкового тракту. рН-оптимум його дії знаходиться в інтервалі 5,8-7,0 одиниць рН.

Термооптимум дії інгібітора міститься в області 35-38 °С, причому в цьому інтервалі температур він найбільш стабільний. При підвищенні температури вище 60 °С його активність різко знижується. Це обумовлює відповідні обмеження на параметри проведення технологічних процесів і враховувалось в подальшому при розробці технології.

Таким чином, насіння льону і продукти на його основі є ентеросорбентами природного походження, в яких сорбційна здатність сполучається з інгібіторною чи антиоксидантною активностями, або з обома одночасно. Вони можуть використовуватись як самостійні поліфункціональні БАД, або як компоненти для формування комбінованих БАД.

У четвертому розділі «Розробка технології отримання поліфункціональних БАД-ентеросорбентів» за результатами досліджень розроблена схема виробництва поліфункціональних ентеросорбентів, яка передбачає отримання композиційних БАД-ентеросорбентів з інгібіторною активністю у відношенні травних протеолітичних ферментів на основі слизистих речовин насіння льону; нерозчинних харчових в'ялок насіння льону, які можна розглядати як монокомпонентну БАД, що має антиоксидантну активність, функціональних продуктів харчування.

Обґрунтовано склад комбінованих БАД (табл. 4) з інгібіторною активністю 10-15 % (рис. 5). Зазначені вище межі активності відповідають кількості слизистих речовин в об'ємах екстрактів насіння льону, які рекомендовані у відповідних прописах для вживання в профілактичних цілях. Змінюючи вміст слизів у складі БАД можна варіювати їх інгібіторну активність.

У табл. 5 представлені сорбційні характеристики розроблених БАД.

Таблиця 4

Склад комбінованих БАД на основі інгібітора з насіння льону

Компоненти, %	БАД-1	БАД-2
Еодорозчинний інгібітор	16,0	17,0
Льняний шрот	80,9	-
Целюлоза	-	82,9
Полівінілпірролідон	3,0	-
Сорбінова кислота	0,1	0,1

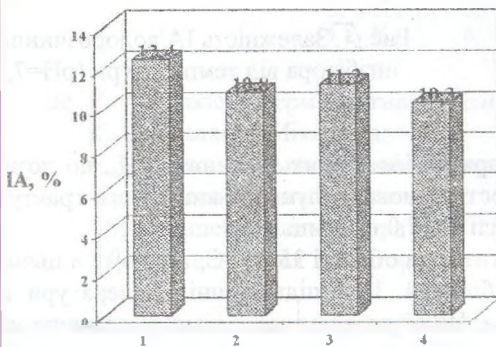


Рис. 5. Інгібіторна активність комбінованих БАД

- 1 – ІА трипсину БАД-1;
- 2 – ІА хімотрипсину БАД-1;
- 3 – ІА трипсину БАД-2;
- 4 – ІА хімотрипсину БАД-2.

Характеристика сорбційних властивостей комбінованих БАД

Сорбент	Вода, г/г сорбента	Іони, мг/г сорбента		Жовчні кислоти, мг/г сорбента		
		Pb^{2+}	NO_3^-	Холева	Дезокси-холева	Гліко-холева
БАД 1	13,7±0,43	30,5±0,98	19,7±0,67	26,1±0,84	31,6±0,88	23,1±0,74
БАД 2	16,2±0,52	18,6±0,65	17,3±0,48	17,1±0,52	20,4±0,65	14,3±0,41

Проведено дослідження зміни показників якості комбінованих БАД в процесі зберігання (рис. 6). Отримані результати дозволяють зробити висновок про можливість їх збереження протягом 6 місяців, оскільки за цей період показники якості практично не змінюються і відповідають вимогам, викладеним в нормативній документації.

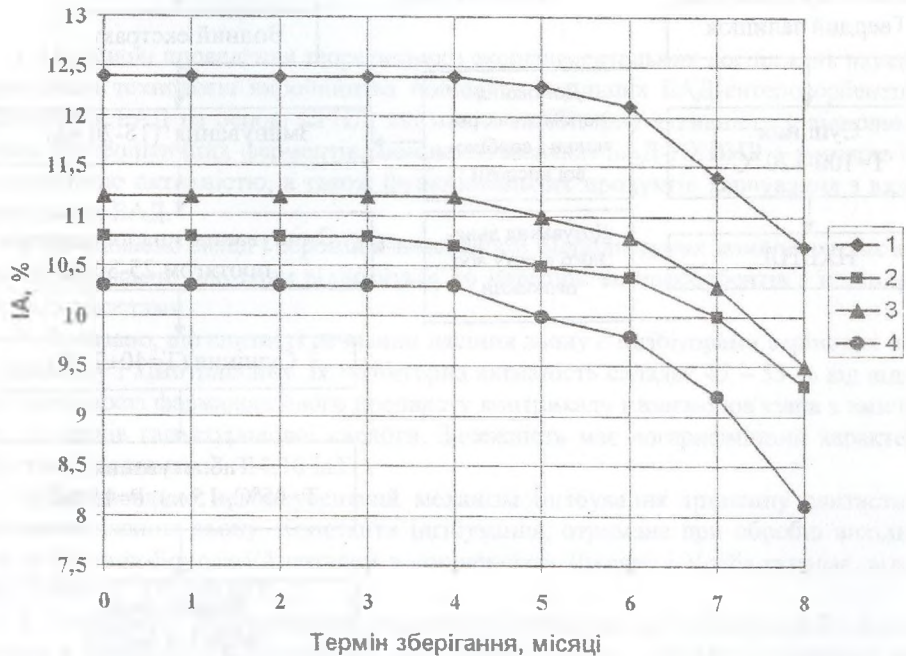


Рис. 6. Зміна інгібіторної активності комбінованих БАД в процесі зберігання:

- 1 – ІА трипсину БАД-1; 2 – ІА хімотрипсину БАД-1;
3 – ІА трипсину БАД-2; 4 – ІА хімотрипсину БАД-2.

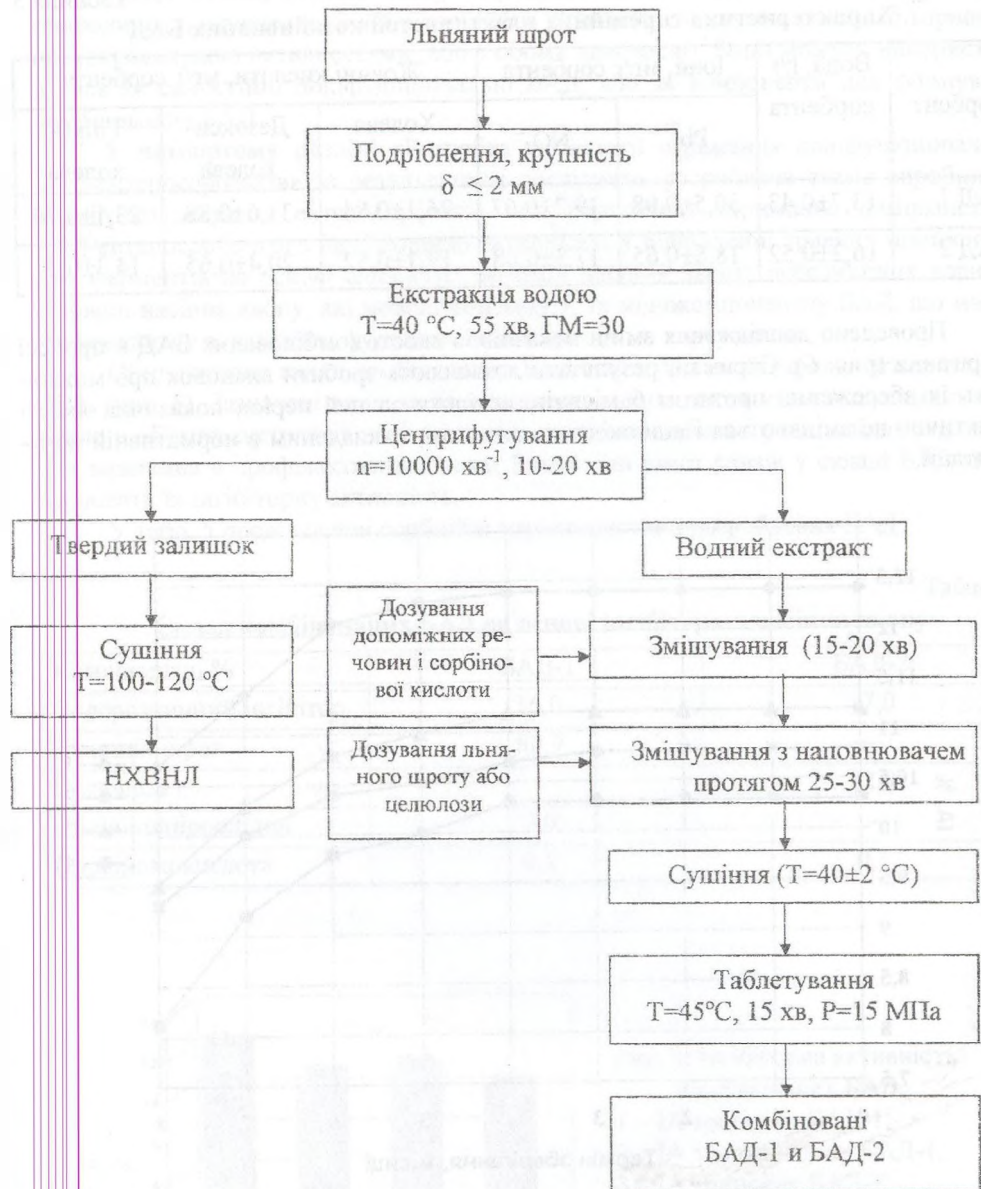


Рис. 7. Принципова технологічна схема отримання поліфункціональних БАД-ентеросорбентів

Розроблена принципова технологічна схема отримання поліфункціональних БАД-ентеросорбентів (рис. 7).

За допомогою методів математичного моделювання оптимізовані технологічні параметри процесу екстракції водорозчинного інгібітора з насіння льону. Встановлено, що раціональними параметрами є: температура екстракції 40 °С, час екстракції 55 хв, гідромодуль – 30.

Реальність розробленої технології підтверджена її промисловою апробацією на ТОВ НВО «Аріадна». Розроблена нормативна документація на виробництво БАД.

Показана можливість отримання хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення з включенням насіння льону і продуктів його переробки. Встановлено доцільність введення в хліб нерозчинних харчових волокон в кількості не більше 5 % і слизистих речовин насіння льону не більше 3 %. Введення в рецептуру хлібобулочних виробів ентросорбентів на основі насіння льону дозволяє отримувати вироби, які не поступаються за основними показниками якості контролю і переважають його за вмістом харчових волокон і, відповідно, детоксикуючими властивостями.

ВИСНОВКИ

1. На основі проведення теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтована технологія виробництва поліфункціональних БАД-ентеросорбентів – комбінованих БАД на основі СРНЛ, які мають інгібіторну активність у відношенні травних протеолітичних ферментів, монокомпонентної БАД-НХВНЛ з високою антиоксидантною активністю, а також функціональних продуктів харчування з включенням даних БАД.

2. Досліджено склад і сорбційні властивості біополімерних комплексів насіння льону. Встановлено, що вони відносяться до категорії ентросорбентів з поліморфними властивостями.

3. Показано, що слизисті речовини насіння льону є інгібіторами серінових протеаз трипсину і хімотрипсину. Їх інгібіторна активність складає 45 – 55 % від відповідної активності фармакопейного препарату контрикалу і взаємозв'язана з вмістом в них залишків галактуранової кислоти. Залежність має логарифмічний характер і описується рівнянням $Y=14,16 \ln X$.

4. Встановлено неконкурентний механізм інгібування трипсину слизистими речовинами насіння льону. Константи інгібування, отримана при обробці вихідних даних за Корніш-Боуден-Ейзендалем в координатах Діксона і Уебба складає, відповідно, $0,400 \cdot 10^{-6}$ і $0,488 \cdot 10^{-6}$.

5. Досліджено фізико-хімічні властивості інгібітора: рН-оптимум його дії знаходиться в інтервалі 5,8-7,0 одиниць рН; термооптимум - 35-38 °С. Інгібітор найбільш стабільний при фізіологічних значеннях рН і температури.

6. Встановлені раціональні параметри екстракції слизистих речовин, які дозволяють отримати СРНЛ з максимальною інгібіторною активністю: температура екстракції 40 °С, термін екстракції 55 хв, гідромодуль – 30.

7. Обґрунтовано склад комбінованих БАД-ентеросорбентів. БАД-1 (має інгібіторну і антиоксидантну активності): слизисті речовини насіння льону – 16%, льня-

ний шрот – 80,9 %, полівінілпірролідон – 3,0 %, сорбінова кислота – 0,1 %. БАД-2 (має інгібіторну активність): слизисті речовини насіння льону – 22 %, целюлоза – 77,9 %, сорбінова кислота – 0,1 %. Встановлено, що після 6 місяців зберігання розроблені БАД залишаються доброякісними, без зниження інгібіторної активності.

8. Розроблено технологію отримання ентеросорбентів-інгібіторів. Реальність розробленої технології підтверджено результатами її апробації в промислових умовах на ТОВ НВО «Аріадна». Розроблено проект нормативної документації на виробництво БАД-ентеросорбентів. Вироблено дослідну партію БАД з показниками якості, що відповідають нормативній документації.

9. Показано можливість отримання хлібобулочних виробів з включенням ентеросорбентів на основі насіння льону. Встановлено доцільність введення в хліб нерозчинних харчових волокон в кількості не більше 5 % і слизистих речовин насіння льону не більше 3 %.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Кочетова А.А. Разработка технологии приготовления семян льна для производства комбикормов / А.А. Кочетова, С.П. Решта, О.А. Лось // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2003. – № 2. – С. 43-47.

Особистий внесок: вивчення хімічного складу насіння льону, розробка режимів обробки насіння льону з метою підвищення їх поживної цінності, обробка та обґрунтування отриманих результатів, формування висновків, підготовка до друку.

2. Черно Н.К. Насіння льону і продукти на його основі як природні ентеросорбенти / Н.К. Черно, Г.В. Крусір, О.А. Лось // *Наук. праці ОНАХТ / Одеська нац. акад. харч. технол. Виш.* 27. – О., 2004. – С. 137-139.

Особистий внесок: дослідження сорбційних властивостей насіння льону і продуктів на його основі, обробка та узагальнення отриманих результатів, підготовка до друку.

3. Водорастворимые полисахариды семени льна как ингибиторы протеолитических ферментов / Н.К. Черно, О.А. Лось, С.П. Решта, Е.В. Севастьянова, Г.В. Крусір // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2005. – № 4. – С. 18-20.

Особистий внесок: розробка схеми виділення комплексу вуглеводневої природи із насіння льону, вивчення його хімічного і моносахаридного складів, дослідження інгібіторної активності комплексу у відношенні трипсину і хімотрипсину, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, формування висновків, підготовка до друку.

4. Севастьянова Е.В. К вопросу о механизме ингибирования трипсина водорастворимыми полисахаридами семени льна. / Е.В. Севастьянова, Н.К. Черно, О.А. Лось // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2006. – № 2. – С. 26-28.

Особистий внесок: дослідження механізму інгібування трипсину водорозчинними полісахаридами насіння льону, обробка та узагальнення отриманих результатів, підготовка до друку.

5. ПАТ. 16992. Україна МКП А61К36/00 Спосіб отримання біологічно активного комплексу з насіння льону / Н.К. Черно, О.О. Лось. - № 200600146; Заяв. 5.01.2006. Опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення отриманих результатів, проведення патентного пошуку та оформлення заявки на винахід.

6. Черно Н.К. Перспективы использования льна как источника природных энтеросорбентов / Н.К. Черно, Г.В. Крусир, О.А. Лось // Проблемы техники і технології харчових виробництв: Тез. доп. Міжвуз. наук.-практ. конф. – Полтава, – 2004. – С. 234-236.

Особистий внесок: дослідження сорбційних властивостей насіння льону і продуктів його переробки, обробка та узагальнення отриманих результатів, підготовка до друку.

7. Крусир Г.В. Исследование антипротеолитической активности водорастворимых полисахаридов семени льна / Г.В. Крусир, О.А. Лось, Н.К. Черно // Хлібопродукти – 2005: Тез. доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. – Одеса, – 2005. – С. 124.

Особистий внесок: дослідження інгібіторної активності водорозчинних полісахаридів у відношенні трипсину і хімотрипсину, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка до друку.

8. Лось О.А. Масличные культуры как ингибиторы пищеварительных ферментов / О.А. Лось, В.В. Яшкина, Н.К. Черно // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодні і перспективи: Тез. доп. IX Міжнар. наук.-техн. конф. – Київ, – 2005. – Ч. 2. – С. 10-11.

Особистий внесок: проведення досліджень, обробка та узагальнення отриманих результатів, підготовка до друку.

АНОТАЦІЯ

Лось О.О. Розробка технології ентеросорбентів на основі насіння льону і продуктів його переробки. Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2006.

Дисертаційна робота присвячена розробці технології отримання поліфункціональних ентеросорбентів на основі насіння льону і продуктів його переробки, які проявляють інгібіторну активність у відношенні протеолітичних ферментів. Вивчений їх хімічний склад, досліджені функціонально-фізіологічних властивостей.

Встановлена інгібіторна активність слизистих речовин насіння льону у відношенні серинових протеаз трипсину і хімотрипсину. Отримані дані, які свідчать про взаємозв'язок інгібіторної активності з моносахаридним складом біополімерів, що формують водорозчинний комплекс насіння льону. Розраховані кінетичні параметри гідролізу казеїну трипсином в присутності і відсутності водорозчинного інгібітора, на підставі яких показано, що інгібування трипсину слизистими речовинами насіння льону має неконкурентний характер. Вивчені фізико-хімічні властивості водорозчинного інгібітора.

Показано, що ряд ентеросорбентів володіють значною антиоксидантною активністю.

Сукупність результатів теоретичних і експериментальних досліджень дозволила сформулювати наукові основи виробництва поліфункціональних БАД-

ентеросорбентів на основі насіння льону і продуктів його переробки, які проявляють інгібіторну і антиоксидантну активності. Досліджені функціонально-фізіологічні і мікробіологічні характеристики розроблених БАД. Огримані продукти призначені для харчування людей, фізіологічний стан яких визначається підвищеною активністю протеолізу.

Показано можливість включення ентросорбентів на основі насіння льону до складу хлібобулочних виробів.

Ключові слова: насіння льону і продукти його переробки, біологічно активна добавка, інгібітор протеолітичних ферментів, слизисті речовини, ентросорбенти, технологія виробництва.

АННОТАЦИЯ

Лось О.А. Разработка технологии энтросорбентов на основе семени льна и продуктов его переработки. Рукопись. Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 03.00.20 – биотехнология. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2006.

Диссертационная работа посвящена разработке технологии получения полифункциональных энтросорбентов на основе семени льна и продуктов его переработки.

Изучен химический состав энтросорбентов на основе семени льна и продуктов его переработки, дана характеристика их функционально-физиологических свойств.

Установлено, что слизистые вещества семени льна обладают ингибиторной активностью в отношении сериновых протеаз трипсина и химотрипсина, которая в среднем составляет 45-55 % от соответствующей активности фармацевтического препарата контрикала.

Установлено, что проявление ингибиторной активности слизистых веществ семени льна взаимосвязано с содержанием в них остатков галактурановой кислоты. Зависимость имеет логарифмический характер и описывается уравнением $Y = 14,16 \ln X$. Рассчитаны кинетические параметры гидролиза казеина трипсином в присутствии и отсутствии водорастворимого ингибитора, на основании которых показано, что максимальная скорость реакции зависит от концентрации ингибитора и не зависит от концентрации субстрата, что свидетельствует о неконкурентном характере механизма ингибирования трипсина слизистыми веществами семени льна.

Исследованы физико-химические свойства водорастворимого ингибитора. Установлено, что ингибитор стабилен при физиологических значениях pH, что позволяет прогнозировать сохранение его активности в условиях желудочно-кишечного тракта. pH-оптимум его действия находится в интервале 5,8-7,0 единиц pH, термооптимум – в области 35-38 °C, причем в этом интервале температур он наиболее стабилен.

Показано, что семя льна и продукты на его основе относятся к категории эффективных энтросорбентов, ряд из которых обладает выраженной антиоксидантной активностью. Это позволяет рассматривать перспективы их использования как природных антиоксидантов в лечебно-профилактическом питании.

Обоснован состав комбинированных БАД-энтеросорбентов на основе слизистых веществ семени льна, обладающих ингибиторной и антиоксидантной активностями. Полученные продукты предназначены для питания людей, физиологическое состояние которых определяется повышенной активностью протеолиза.

Исследованы функционально-физиологические и микробиологические характеристики разработанных БАД в процессе хранения. Установлено, что после 6 месяцев хранения БАД остаются доброкачественными и отвечают требуемым показателям качества.

Разработана технология получения БАД-энтеросорбентов на основе семени льна и продуктов его переработки. С помощью методов математического моделирования оптимизированы ключевые параметры процесса экстракции водорастворимого ингибитора из семян льна. Установлено, что рациональными параметрами являются: температура экстракции 40 °С, время экстракции 55 мин, гидромодуль – 30. Реальность разработанной технологии подтверждена промышленной апробацией на ООО НПО «Ариадна». Рассчитана себестоимость производства БАД-энтеросорбентов. Разработана нормативная документация на их производство.

Показана возможность включения энтеросорбентов на основе семени льна в состав хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: семя льна и продукты его переработки, биологически активная добавка, ингибитор протеолитических ферментов, слизистые вещества, энтеросорбенты, технология производства.

ANNOTATION

Loss O.A. Development enteralsorbents technology on the flax seed and its products of processing basis. Manuscript. Dissertation for obtaining the scientific degree of the Candidate of Technical Science on the specialty 03.00.20 — Biotechnology. — Odessa State Academy of Food Technologies, the Ministry of Education and Science of the Ukraine, Odessa, 2006.

The thesis work is devoted to develop multifunctional enteralsorbents resection technology on the flax seed and its products basis.

Chemical composition of enteralsorbents on the flax seed and its products basis having an inhibitory activity concerning proteolytic enzymes is studied, their functional-physiological properties characteristic is given.

For the first time inhibitory activity of flax seed mucilaginous substances concerning trypsin and chymotrypsin serine proteases. The data interrelation of inhibitory activity with biopolymers, forming the flax seed water-soluble complex, monosaccharides content are confirming, are obtained. Kinetic parameters of casein hydrolysis by trypsin in absence and presence of the water-soluble inhibitor, on a basis of which is shown that trypsin inhibition by flax seed mucilaginous substances has competitive character are calculated. The physical and chemical characteristic of the water-soluble inhibitor properties are studied.

It is shown, that a number of enteralsorbents are having sufficient antioxidative activity.

Total results of theoretical and experimental researches has allowed to formulate scientific basis of flax seed based food supplements-enteralsorbents possessing inhibitory and antioxidative activity. Functional-physiological and microbiological characteristics of de-

CVB 017604

veloped food supplements are investigated. Obtained products are intended for power supply of people, which physiological state is determined by proteolysis hyperactivity.

The opportunity of inclusion flax seed based enterosorbents in contents of a bakery goods is shown.

Key words: flax seed and its products of processing, food supplement, an inhibitory agent of proteolytic ferments, mucilaginous substance, enterosorbents, a technology of production.

