

Таблиця 5  
Фізіологічний вплив компонентів натуральних ароматизаторів

Компоненти натуральних ароматизаторів	Фізіологічний вплив компонентів	Напрямок оздоровчої дії харчового продукту
α-пінен	Сильна антибактеріальна дія [1-2]	Покращення роботи нирок і жовчного міхура з дезінфікуючим ефектом
α-феландрен	Виражена сечовиводяча дія [3-4]	
d-лімонен	Антиоксидантна дія [5-6]	Підсилення опірності організму
Цінеол	Сильна антисептична дія [7-8]	
β-феландрен	Антибактеріальна дія [9]	
l-ліналоол	Судинорозширююча дія [10]	Покращення роботи серцево-судинної і дихальної систем
Ліналілацетат	Антибактеріальна та судинорозширююча дія [11-12]	
Дигідрокарвон	Виражена секретопосилююча дія на шлунково-кишковий тракт [13]	Покращення роботи шлунково-кишкового тракту
d-карвон	Виражена стимулююча дія на шлунково-кишковий тракт [14]	

ароматах, у тому числі з використанням ефірних олій. Фізіологічні властивості розроблених натуральних ароматизаторів на основі ефірної олії кропу визначаються комплексною дією всіх компонентів на організм людини, і, звичайно, вимагають проведення клінічних досліджень для надання їм офіційного статусу – терапевтичної дії.

Спираючись на встановлені і опубліковані клінічні дані оздоровчої дії окремих компонентів ефірних олій, були систематизовані дані прогнозованого фізіологічного впливу на організм людини компонентів розроблених нами ароматизаторів і напрями оздоров-

чої дії харчового продукту, в яких основні компоненти будуть міститись у переважаючій кількості. Систематизовані дані наведено у табл. 5.

Спираючись на дані табл. 5, було окреслено можливий позитивний вплив розроблених ароматизаторів на організм людини у складі харчового продукту. Ароматизатор «Пряний лимон» збагачуватиме сумарну фізіологічну дію харчового продукту посиленням опірності організму антропогенним впливом завдяки вмісту d-лімонену і цінеолу. Ароматизатор «Кріпелістний аромат» завдяки значному вмісту основного носія аромату кропу – d-карвону і його супутника – дигідрокарвону, буде стимулювати дію на шлунково-кишковий тракт організму людини.

#### Висновки

За комплексною оцінкою якості харчових натуральних ароматизаторів із ефірної олії кропу були одержані наступні результати:

- визначено органолептичні і фізико-хімічні показники розроблених ароматизаторів, які відповідають усім вимогам нормативних документів;

- визначено вміст в них токсичних елементів. Установлено, що вони не перевищують допустимі норми та рівні, які зазначені в нормативних документах;

- встановлено умови зберігання розроблених ароматизаторів і термін їхньої придатності – 12 місяців;

- проаналізовано можливий позитивний вплив натуральних ароматизаторів на організм людини, що потенціуватиметься із загальною фізіологічною дією інших інгредієнтів рецептур, які входять до складу харчових продуктів.

Поступила 02.2010

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Філімонова Н.Б. Вплив запахової стимуляції ефірних олій лимона і лаванди на стан психофізіологічних функцій обстежування: дис. ... кандидата медичних наук: 01.03.02 / Філімонова Наталія Борисівна. – К., 2005. – 152с.
2. Сайке П. Механізми реакцій в органічній хімії: учеб. пособие [для студ. высш. учеб. зав.] / Питер Сайке; [пер. с англ. В.Б. Савульска]. – М.: Химия, 2000. – 178с.
3. Європейські вимоги до харчових добавок: довідник / [авт. – упоряд. М. Зобкін та ін.]. – Львів: НТЦ «Ленорм-стандарт», 1997. – 126с.
4. Murtagh M.T. Encyclopedia of nutritional supplements / M.T. Murtagh // J. Agric. Food Chem. – 1996. – P.1044.
5. Смоляр В.І. Фізіологія та гігієна харчування: навч. посібник [для студ. вищих фарм. навч. закладів] / Володимир Іванович Смоляр. – К.: Здоров'я, 2000. – 332с.
6. Трахтенберг И.М. Книга о ядах и отравлениях / Иван Михайлович Трахтенберг. – К.: Наукова думка, 2000. – 368с.
7. Тихонов О.І. Аптечна технологія ліків / О.І. Тихонов, Т.Г. Ярних. – Харків: Оригінал, 1995. – 600 с.
8. Перцев І.М. Практикум з аптечної технології ліків / Перцев І.М., Шевченко Л.Д., Чаговець Р.К. – Харків: Прапор, 1995. – 303 с.
9. Машковский М.Д. Лекарственные средства / Михаил Дмитриевич Машковский. – М.: Медицина, 2000. – 657, [1] с.
10. Машковский М.Д. Лекарственные средства / Михаил Дмитриевич Машковский. – М.: Медицина, 2000. – 758, [2] с.
11. Косуба Р.Б. Основи медичної рецептури / Р.Б. Косуба, В.І. Кучер. – Чернівці: ОТИКС, 2000. – 558с.
12. Балткэйс Я.Я. Взаимодействие лекарственных веществ / Я.Я. Балткэйс, В.А. Фатеев. – М.: Медицина, 1991. – 304 с.
13. Бабанский А.В. Системы непрерывного улучшения продуктов и процессов / Андрей Владиславович Бабанский. – Минск: Экоперспектива, 1999. – 233 с.
14. Пролонгирование применения эфирных масел лаванды для коррекции функционального состояния спортсменов в условиях учебно-тренировочного процесса: материалы Всеукр. научно-практической конференции [«Проблемы адаптации в спорте»], (Киев, 23–24 сентября 1999г.) / М-во молодежи и спорта. – К: КУФПис, 1999. – 137с.

УДК 664.29-035.2:[577.114.4:66.094.941]

**МАЛЬКОВА М.Г., магістр, БЕЗУСОВ А.Т., д-р техн. наук, професор**

Одеська національна академія харчових технологій

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ГАЛАКТУРОНОВИХ ОЛІГОСАХАРИДІВ ІЗ ПЕКТИНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

У роботі наведено один з напрямків ефективного використання відходів консервного виробництва, а саме плодівих вичавок. Яблучні вичавки - найцінніше джерело багатьох біологічно активних сполук, передусім, пектинових речовин. Завдяки комплексу унікальних властивостей ці полісахариди можна використовувати

для отримання галактуронових олігосахаридів, які в практиці мають найбільш комерційне значення, як джерело пребіотиків.

**Ключові слова:** яблучні вичавки, пектин, галактуронові олігосахариди, параметри ферментативного гідролізу рослинних полісахаридів.

In the article is showed one of the way of effective usage canning's industry wastes, notably fruit spues. Apple spues are the source of many biologically active substances, foremost, pectin. Due to the complex of unique properties these polysaccharidess can be used for the receipt of galacturonic oligosaccharides, which have in practice the most commercial value, as a source of prebiotics.

**Keywords:** apple spues, pectin, galacturonic oligosaccharides, parameters of zymohydrolysis of vegetable polysaccharidess.

На мікрофлору кишечника людини впливають багато чинників таких як вік, наркотична терапія, харчування, спадковість, місцевий імунітет та бактеріальний метаболізм. Проте харчування, мабуть, найістотніший чинник, який визначає мікрофлору кишечника, в котрому харчові продукти забезпечують головні живильні джерела мікрофлори. Таке відкриття призвело до нововведення - пребіотиків, коли специфічне бродіння вуглеводів викликає активність місцевої мікрофлори, лактобацил та біфідобактерій. В цьому вбачають позитивну роль пребіотиків [1].

У світовій практиці найбільш комерційне значення мають олігосахариди, які отримують ферментативним гідролізом рослинних полісахаридів. Висунута гіпотеза пребіотичних ефектів олігосахаридів реалізується за наступними напрямками: збільшення числа і активності біфідо- і лактобактерій, оптимізація функцій кишечника, збільшення абсорбції кальцію, магнію і інших металів, модуляція ліпідного метаболізму, зниження рівня холестерину і тригліцеридів, запобігання розвитку раку кишечника, зміна внутрішньо-кишкового рН, зазвичай в кислий бік, внаслідок вироблення легких жирних кислот при бактеріальній ферментації олігосахаридів, що призводить до зниження концентрації вільного аміаку, який сприяє канцерогенезу в товстій кишці [2,3].

Найважливішим джерелом олігосахаридів є продукти часткового гідролізу полісахаридів, що полягає в розщеплюванні полісахаридів на олігомерні фрагменти. Окрім кислотного гідролізу використовують ферментативне розщеплювання за допомогою ферментів - полісахаридаз. Принциповою перевагою ферментативного гідролізу перед кислотним є його специфічність. Олігосахариди в природі піддаються розщеплюванню за допомогою ферментів, каталізуючих розщеплювання глікозидних зв'язків - глікозидаз. Ці ферменти зазвичай індукуються, тобто їх вироблення стимулюється додаванням субстрату до ферментів. Мікроорганізми кишечника утилізують олігосахариди за допомогою глікозидаз, і введення олігосахаридів приводить до збільшення продукції і посилення активності цих ферментів. Для багатьох глікозидаз характерна також і трансферазна дія, тобто вони здатні каталізувати не лише гідроліз глікозидного зв'язку, але і перенесення моносахаридного залишку з утворенням нового олігосахариду. Зі сказаного випливає, що олігосахариди - не лише енергетичний субстрат для мікроорганізмів кишечника, але, мабуть, вони запускають каскад ферментативних реакцій. Порівняльне вивчення олігосахаридів як пребіотиків показало, що чим коротший ланцюг полісахариду, тим менша специфічність ферментації певними мікроорганізмами кишечника [4,5].

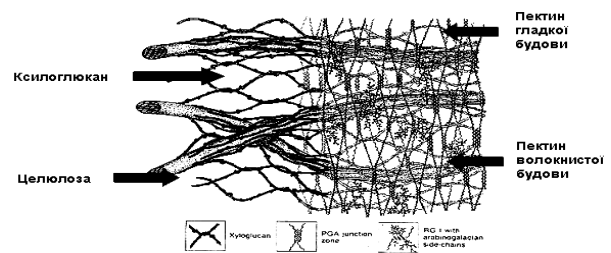
Сьогодні швидко розвивається промислове виробництво олігосахаридів, але достатньо не налагод-

жене виробництво пектинових олігосахаридів (галактуроноових олігосахаридів).

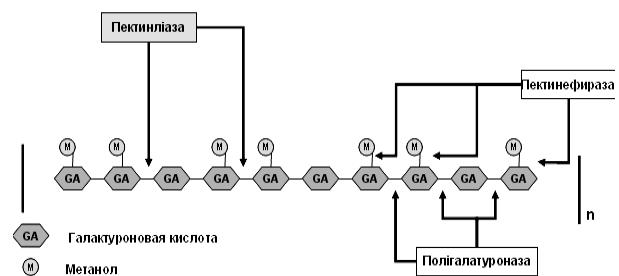
Галактуроноолігосахариди отримують ферментативним гідролізом пектиновмісної сировини. Відомий спосіб отримання пектинових олігосахаридів детально описаний у працях Olano-Martin E., Mountzouris K.C., Gibson G.R., Rastall R.A., за яким використовують високоочищені низько- та високоетерифіковані пектини, процес гідролізу проводять у ферментативному мембранному реакторі [6].

На підставі висунутої гіпотези сформульована мета роботи - встановлення механізму, умов та параметрів проведення ферментативного гідролізу рослинних полісахаридів безпосередньо з яблучних вичавок, та розробка технології виробництва низькомолекулярних олігосахаридів із пектиновмісної сировини.

Яблучні вичавки - джерело багатьох біологічно активних сполук, передусім, пектинових речовин.



**Рис. 1. Клітинна стінка яблук**



**Рис. 2. Пектин волокнистої структури**

Завдяки комплексу унікальних властивостей ці полісахариди мають широкий спектр використання. Одним з напрямків ефективного використання відходів консервного виробництва є отримання низькомолекулярних олігосахаридів із пектиновмісної сировини (яблучні вичавки).

Попередньо як модельний розчин для дослідження механізму, умов та параметрів проходження ферментативного гідролізу використаний 2 %-ий розчин пектину. Як ферментний препарат використаний фермент ендопектолітичної дії (Фруктозим ВЕ, активністю 22,000 ПГ/мл). Відомо, що галактуроноові олігосахариди отримують ферментативним гідролізом пектиновмісної сировини. Будова пектинових речовин залежить від виду сировини.

Для визначення оптимальних параметрів процесу гідролізу було проведено ряд експериментів, які визначають  $t_{opt}$ ,  $\tau_{opt}$ ,  $c_{ф.н.}$ . Кінетику гідролізу досліджували за зміною в'язкості 2 %-го розчину пектину. Головну роль в зниженні в'язкості відіграє

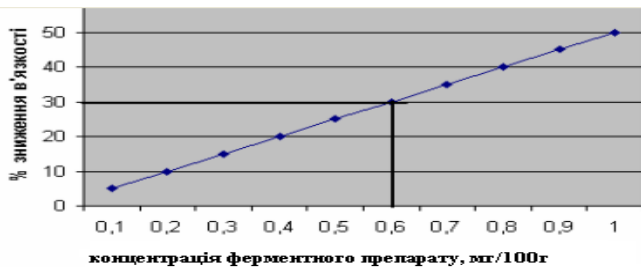


Рис. 3. Залежність відсоткового зниження в'язкості модельного розчину від концентрації ферментного препарату

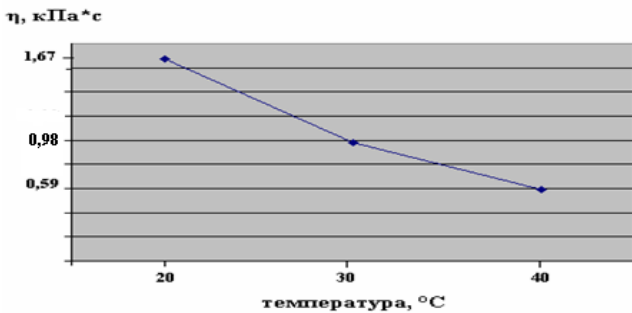


Рис. 5. Залежність в'язкості модельного розчину пектину від температури

ендополігалактуроназа, тому методика візкозиметричного методу визначення активності ферменту ендопектолітичної дії, в основному, характеризує активність цього ферменту [7]. За одиницю ендопектолітичної активності приймають таку кількість ферменту, яка в строго певних умовах при температурі 40 °C за 60 хв каталізує гідроліз 2 %-го розчину пектину із зниженням в'язкості на 30 %.

На підставі отриманих даних побудували графік: по осі абсцис - концентрація ферментного препарату, по осі ординат - величина зниження в'язкості. Отримані точки сполучили прямою та інтерполяцією знайшли концентрацію препарату, яка дає зниження в'язкості на 30 %. Для оптимальної дії треба додати 0,55 мг/100г ферментного препарату.

При збільшенні тривалості дії (120 хв) процесу гідролізу на 2 %-ий розчин пектину відбувається частинна деструкція основного ланцюга полімеру, що призводить до зменшення молекулярної маси, зниження концентрації пектинових речовин і збільшення вмісту галактуронової кислоти, яка відривається від основної молекули на фрагменти різної молекулярної маси. Відповідно до цього була встановлена оптимальна тривалість дії процесу, при якій фермент ендопектолітичної дії даватиме найбільші знижені в'язкості модельного розчину пектину.

Установлено оптимальну тривалість дії ферменту  $t_{opt} = 120$  хв, при якій відбувається зниження в'язкості модельного розчину на 79 %. Визначили оптимальну температуру ферментативного гідролізу 2 %-го розчину пектину. Гідроліз проводили при температурах 20 °C, 30 °C, 40 °C і установили, при якій з них відбудеться зниження в'язкості модельного розчину на 79 % за 120 хв дії ендопектолітичного ферменту. Графік показує, що при температурі 40 °C і тривалості дії 120 хв відбувається зниження в'язкості 2 %-го розчину пектину на 79 %.

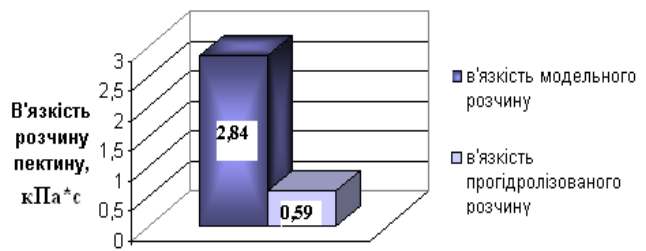
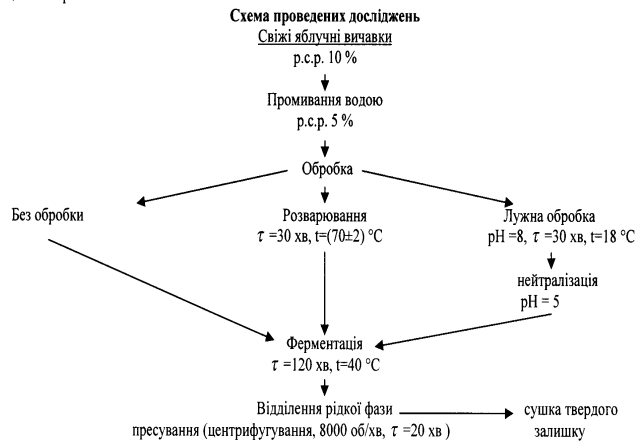


Рис. 4. В'язкість модельного розчину пектину



Таким чином експериментально встановлені оптимальні параметри проведення процесу гідролізу: концентрація доданого ферментного препарату - 0,55 мг/100г, температура проведення 40 °C, тривалість дії 120 хв. Такі ж параметри проведення процесу гідролізу вибрали для свіжих яблучних вичавок.

За попередню обробку яблучних вичавок використовували лужну та теплову. Розварювання проводили на водяній бані при температурі  $(70 \pm 2)$  °C, на протязі 30 хв. Лужну обробку досягали зміною рН до 8 та витримуванням на протязі 30 хв, з наступною нейтралізацією до рН = 5. Для реалізації даного спо-

Таблиця 1  
Характеристика продуктів гідролізу пектинових речовин свіжих яблучних вичавок

Показник	Вид попередньої обробки		
	Без обробки	Розварювання $\tau = 30$ хв, $t = (70 \pm 2)$ °C	Лужна обробка pH = 8, $\tau = 30$ хв, $t = 18$ °C
Кількість твердого аличку після центрифугування, г/на 10 г свіжих яблучних вичавок	7,18	7,24	6,98
р.с.р.	5,0	5,0	4,8
pH	4,7	5,2	5,0
Титруєма кислотність	0,4	0,6	0,6
Масова частка вологи в твердому залишку, %	93,30	95,40	93,80
Масова частка сухих речовин в твердому залишку, %	6,70	4,60	6,20
Вміст пектину в твердому залишку, %	0,34	0,43	0,45
Вміст олігосахаридів в екстракті, %	1,29	1,294	1,30

субу отримання низькомолекулярних олігосахаридів використовували свіжі яблучні вичавки, які пройшли один з методів попередньої обробки, змішували з

Технологічна схема виробництва сиропу галактуронових олігосахаридів

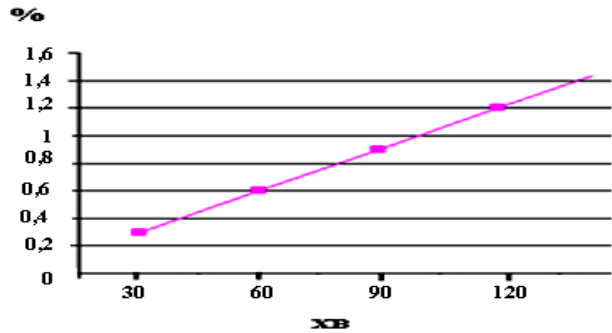
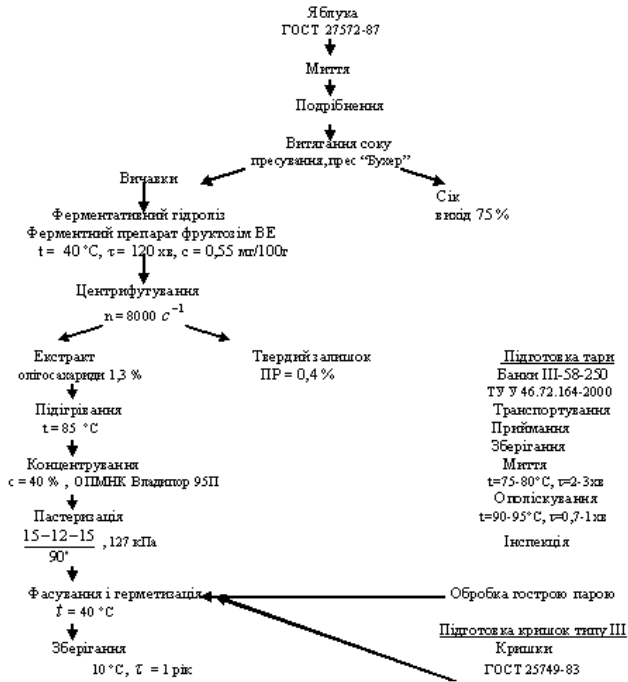


Рис. 6. Вплив терміну гідролізу на вміст олігосахаридів в екстракті

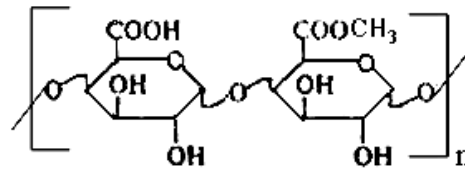


Рис. 7. Формула галактуронових олігосахаридів, де n = 18

ферментним препаратом ендопектиолітичної дії і витримували при температурі 40 °С протягом 120 хв, з наступним відокремленням рідкої фази пресуванням (центрифугуванням). Далі послідовно визначили вміст пектинових речовин у твердому залишку та відповідно олігосахаридів у екстракті.

Характеристика досліджень продуктів гідролізу пектинових речовин свіжих яблучних вичавок у твердому залишку та олігосахаридів у екстракті наведена в табл. 1. З таблиці видно, що ферментативний гідроліз пектинових речовин свіжих яблучних вичавок можна проводити без використання теплової або лужної обробки, з концентрацією доданого препарату 0,55 мг/100г, при температурі 40 °С та тривалості дії 120 хв. Зміну кількості олігосахаридів у екстракті представлено на рис. 6.

Ця залежність підтверджує, що при обраних параметрах проведення ферментативного гідролізу яблучних вичавок вміст олігосахаридів в екстракті буде найбільшим. Середній ступінь полімеризації отриманих галактуронових олігосахаридів визначали за збільшенням редуруючих речовин (РР) до і після їх гідролізу 4 %-им розчином НСІ, протягом 2 годин, температурі 98 °С. До гідролізу вміст РР складав 0,3 %, після – 5,4 %. Відповідно ступінь полімеризації – 18. В результаті реакції, проведеної в лабораторних умовах, отримано речовини молекулярною масою 3,5 кДа.

Для інактивації ферменту екстракт нагрівають до температури 85 °С. Вміст галактуронових олігосахаридів в рідкій фазі складає 16 г/л. Для збільшення концентрації олігосахаридів розчин концентрували в апараті зворотного осмосу ОПМНК Владитор 95П до вмісту олігосахаридів 16 %, що становить 20 кг олігосахаридів на 1 тону яблучних вичавок. Концентрат фасували в скляні банки ІІІ-58-200, пастеризували за формулою  $\frac{15-12-15}{90} \text{ } ^\circ\text{C}$ , 12 кПа.

За органолептичними показниками цільовий продукт за смаком та ароматом приблизений до яблучного соку, колір солом'яний.

### Висновок

Аналіз результатів експериментальних досліджень провідних вітчизняних та іноземних вчених, виконаних за останні десятиліття, дозволяє зробити висновок про важливе значення олігосахаридів, як джерела пребіотиків. Відома технологія виробництва галактуронових олігосахаридів використовує очищені препарати пектинових речовин. Нами запропонована технологія по якій галактуронові олігосахариди отримують ферментативним гідролізом безпосередньо з яблучних вичавок, що забезпечує зниження собівартості цільового продукту.

Поступила 02.2010

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Comparison of the *in vitro* bifidogenic properties of pectins and pectic-oligosaccharides. E. Olano-Martin, G.R. Gibson and R.A. Rastall. School of Food Bioscience, The University of Reading, Whiteknights, Reading, UK, Journal of Applied Microbiology 2002, 93, 505-511.
2. Интернет-журнал Российские аптеки № 5, 2003 год, Т.И. Мельникова, Растительные олигосахариды – перспективный класс пребиотиков.
3. Научные публикации Метаболические эффекты пищевых волокон. Часть 2. М.Д.Ардатская, доктор медицинских наук. УНЦ МЦ УДП РФ, кафедра гастроэнтерологии.
4. Опыт и перспективы использования пектинов в лечебной практике Лазарева Е.Б., Меньшиков Д.Д. НИИ скорой помощи им. Н.В.Склифосовского, Москва.
5. Сучасні дані про роль пребіотиків у дитячому харчуванні - Отт В.Д., доктор мед. наук, професор, головний науковий співробітник, Муквіч О.М., канд. мед. наук, старший науковий співробітник; Інститут педіатрії, акушерства та гінекології АМН України, м. Київ.
6. Непрерывное получение пектиновых олигосахаридов в ферментативном мембранном реакторе. Continuous production of pectic oligosaccharides in an enzyme membrane reactor. Olano-Martin E., Mountzouris K.C., Gibson G.R., Rastall R.A. J. Food Sci. 2001. 66, № 7, с. 966-971.
7. Лабораторный практикум по технологиям ферментных препаратов. И.М.Грачева, Ю.П.Грачев, М.С.Мосичев, Е.Г.Борисенко и др.