



АЛИЕВА ДЖ.Э., КИЙИКБАЕВА А.Ы., МОЛДОКАНОВА Д.А.

¹КГУСТА им. Н.Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

ALIEVA DJ.E., KIIKBAEVA A.Y., MOLDOKANOVA D.A.

¹KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic

Alieva.djildyz49@mail.ru, Asel81_09@mail.ru, moldokanova1978@mail.ru

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА

PECTIN SUBSTANCES

Макалада пектин заттары тууралуу маалымат берилди. Пектиндик макромолекулалардын химиялык түзүлүшү, алардын физиологиялык активдүүлүгү жана физика-химиялык касиеттери жөнүндө маалымдалды. Макала медицинада жана фармакологияда пектинди колдонуу тууралуу маалыматтарды камтыйт. Пектин эффективдүү детоксикант болуп эсептелет, поливаленттүү, оор жана радиоактивдүү металлдардын катиондоруна карата селективдүү касиеттерге ээ. Плазма алмаштыргыч, гемостатика катары да колдонулат

Өзөк сөздөр: пектиндер, пектин полисахариддери, пектин заттары, физиологиялык активдүүлүк.

В статье представлена информация о пектиновых веществах. Приводятся сведения о химическом строении пектиновых макромолекул, их физиологической активности и физико-химических свойствах. Статья содержит сведения, касающиеся применения пектина в медицине и фармакологии. Пектин является эффективным детоксикантом, обладает селективными свойствами по отношению к катионам поливалентных, тяжелых и радиоактивных металлов. Используется в качестве плазмозаменителя, гемостатика.

Ключевые слова: пектины, пектиновые полисахариды, пектиновые вещества, физиологическая активность.

This article provides information about pectin substances. Information is given on the chemical structure of pectin macromolecules, their physiological activity and physicochemical properties. Clause contains the data, concerning applications of pectin in medicine and pharmacology. Pectin is effective detoksicant, possesses selective properties in relation to cations polyvalent, heavy and radioactive metals. It is used as plasmasubstitute of gemostatika.

Key words: pectin, pectin polysaccharides, pectin substances, physiological activity.

Введение. Одним из эффективных путей защиты окружающей среды является создание малоотходных и безотходных технологий, наиболее полное вовлечение в промышленный оборот вторичного сырья для производства разнообразной продукции.

К числу весьма ценных промышленных вторичных ресурсов относятся пектинсодержащие отходы переработки сахарной свеклы (жом), плодов и ягод (выжимки). Наиболее полное использование этого сырья позволит наряду с решением экологических задач в данной области, обеспечить потребности в пектиновых веществах, прежде всего пищевой, молочной промышленности, а в перспективе и во многих других отраслях народного хозяйства.

Строение пектиновых веществ. Пектиновые вещества встречаются практически во всех растительных материалах. Пектиновые вещества-высокомолекулярные вещества.

В природе пектин встречается в растворимой (растительные соки) и нерастворимой (первичная стенка зеленых растений, фруктов и корнеплодов) формах.

Хотя растворимые пектины давно и широко применяются в промышленности, еще не существует единого представления об их структуре. Не вызывают сомнения лишь данные о том, что они являются полимерами, построенными из 1→4 связанной α-D-галактурановой кислоты (рис.1.), отчасти этерифицированной метанолом /1/.

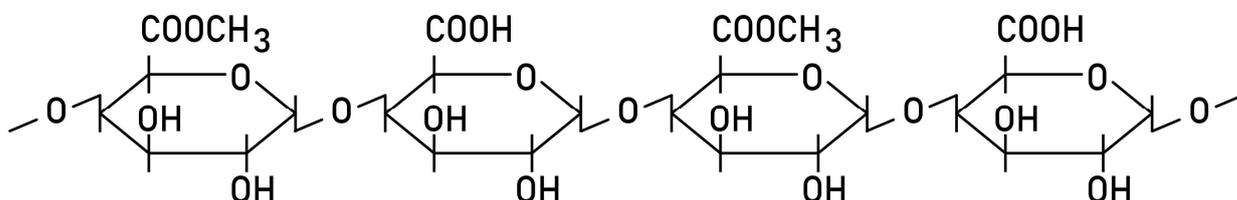


Рис.1. Частично этерифицированная цепь молекулы пектиновой кислоты

Ранее существовавшая точка зрения, согласно которой пектиновые вещества состояли главным образом из полигалактуранана с примесями нейтральных гликанов /2,3/, слишком упрощенная. Совершенно очевидно, что полисахариды, содержащие галактурановую кислоту, имеют сложное строение /4-9/.

Пектиновые вещества могут быть охарактеризованы как гетерополисахариды, в которых остатки D – галактурановой кислоты соединены α-1→4 гликозидными связями. Цепь полигалактурановой кислоты прерываются звеньями L – рамнозы, к ним присоединены в виде боковых ветвей остатки галактозы, ксилозы, арабинозы (рис.2.) /10/.

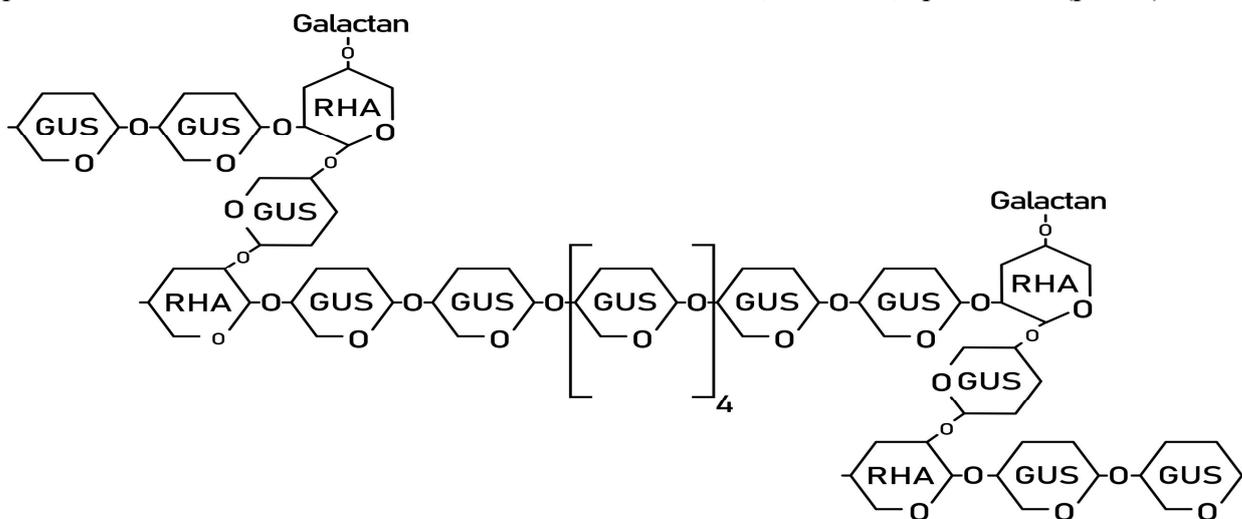


Рис.2. Предполагаемая структура рамногалактуранана: GUS – галактурановая кислота, RHA – рамноза

Физико – химические свойства. Пектин, выделенный из растений в сухом виде, представляет собой порошок от белого до серо – коричневого цвета в зависимости от источника получения и степени очистки. Важным показателем качества пектиновых веществ является содержание в них метоксильных групп (табл.1.). Когда карбоксильные группы в чистой полигалактурановой кислоте полностью этерифицированы, содержание метоксильных групп составляет 16,32%, т.е. степень этерификации – 100%. Этот показатель значительно меняется в зависимости от источника получения и способа выделения пектина /3,11,12/.

Для характеристики пектинов была выбрана произвольная граница, согласно которой все пектины с содержанием метоксильных групп до 40% относятся к низкоэтерифицированным, свыше 40% - к высокоэтерифицированным. Отношение между степенью



этерификации, содержанием метоксильных групп и эквивалентным весом этерифицированной чистой полигалактуроновой кислоты показано в табл.2.

Таблица 1 - Содержание метоксильных групп в пектиновых полисахаридах, % /13/

Источник	Метоксильная группа
Яблоки	10,0-11,4
Свекла	8,3
Хмель (свежий)	3,7-7,8
Апельсины	9,4-9,6
Земляника	0,2

Таблица 2 - Зависимость эквивалентного веса от степени этерификации и содержания метоксильных групп в полигалактуроновой кислоте

Степень этерификации, %	Метоксильная группа, %	Эквивалентный вес
0	0	176
10	1,63	197
20	3,26	224
30	4,90	257
40	6,53	303
50	8,16	366
60	9,79	461
70	11,42	619
80	13,06	936
90	14,69	1886
100	16,32	∞

Высокоэтерифицированные пектины используются в кондитерской промышленности при изготовлении желе, мармелада, мороженого, соков, майонеза, рыбных консервов. Низкоэтерифицированные пектины используются в напитках, студнях, овощных желе.

Имеются данные /14,15/, свидетельствующие о том, что пектины некоторых растений содержат ацетильные группы (табл.3.). У сахарной свеклы количество их составляет 2-4% /10/. Эти группы имеют важное значение, так как оказывают существенное влияние на физико-химические (например, структурообразование) свойства пектиновых веществ.

Таблица 3 - Содержание ацетильных групп в некоторых пектиновых полисахаридах

Источник	Ацетильная группа, %
Абрикос	1,36



Вишня	0,18
Цитрусы	0,24
Малина	0,25
Земляника	1,43
Сахарная свекла	2,50

Определение молекулярных масс пектиновых веществ из различных источников, главным образом сахарной свеклы, яблок и цитрусовых, проводили многие исследователи /3/. При этом были получены величины молекулярных масс от 10000 до 400000. Уронидная составляющая пектиновых веществ колеблется в широких пределах.

В промышленных масштабах получают пектиновые вещества в основном из яблочных или цитрусовых выжимок, жома сахарной свеклы, корзинок подсолнечника. Другие виды растительного сырья не имеют особого промышленного и прикладного значения.

Физиологическая активность пектинов. Пектиновые вещества являются иммуностимулирующими растительными полисахаридами с широким спектром физиологической активности,; препараты на основе пектиновых веществ проявляют ранозаживляющую, гемостатическую активность, плазмо-кровезамещающую способность и т.д. /10,16/.

Исследования 80-90-х годов показали широкий спектр противоопухлевой активности (ПОА) препаратов, полученных из ряда растений, богатых пектиновыми веществами – у животных, подвергнутых канцерогенному воздействию бензопирена, введение сока подорожника (действующее начало пектиновых веществ /17/) – замедляло развитие индуцированных опухолей. Были установлены также антимутагенные свойства экстрактов растительных препаратов, таких как сок подорожника, алоэ и др. /17-22/.

Полирамногалактуронат (пектинат) меди (II), обладающий противоопухлевой активностью синтезирован на основе свежеполученного пектина из жома сахарной свеклы (самого богатого пектином продукта 25-30% от веса сухого жома) по реакции взаимодействия с ацетатом меди /18/.

Процент торможения роста опухолей саркомы М-1, саркомы – 45, КСУ (карциносаркомы Уокера) при воздействии полирамногалактуроната меди (II) составляет 63-75% ($p < 0,02$). Препарат отличается отсутствием общетоксического действия на организм животных /18/.

Пектины являются неотъемлемой частью пищи человека на всех этапах его эволюционного развития, что обусловило практически идеальную адаптацию к ним человеческого организма /23/.

Обращает на себя внимание использование пектина в качестве матрицы – носителя биологически активных компонентов или лекарственных препаратов /24,25/. К таковым относятся продукты взаимодействия цитрусового пектина с антигельминтными препаратами. Изучена иммобилизация противотуберкулезного препарата изониазида на пектиновых веществах и показано, что полученный препарат обладает более высокой туберкулоостатической активностью по сравнению с чистым изониазидом.

Пектиновые вещества применяют в медицине при лечении различного рода желудочно-кишечных расстройств, а также используют в качестве прикорма грудных детей /10/. Пектин действует гемостатически (как полиуронид) и антифибринолитически, повышая оседание эритроцитов, понижает уровень холестерина в организме. Из его производных, имеющих значение для фармакологии, следует отметить сульфированный пектин, действующий подобно гепарину.



Комплексы пектата железа, полученные из дегидрированных пектинов истинной вязкостью (25°) 0,045-0,1 и соли железа, могут быть использованы для лечения анемии, вызванной дефицитом железа /26/.

Пектинжелатиновый комплекс обладает бактерицидным свойством и может быть применен в качестве водорастворимых пленок с различными добавками физиологически активных веществ для лечения открытых ран, ожогов /27/.

Комплекс пектина с висмутом успешно применен для лечения язвы или воспаления желудка и двенадцатиперстной кишки, диспепсии, колитов и поносов. Данный комплекс готовят обработкой раствора пектина водным раствором солей висмута с последующим добавлением раствора соли алюминия, доведением pH до 3,5-5,0, выделением образующего соединения /28/.

Добавление пектина в количестве 6 – 10 г к нормальной диете значительно снижает уровень холестерина в сыворотке. Добавка пектина к некоторым препаратам (например, ацетилсалициловой кислоте) смягчает их побочное действие на организм. В других случаях его добавки усиливают терапевтическое действие препаратов. К тому же, например, совместное применение пектина с некоторыми антибиотиками пролонгирует их действие и оказывает детоксицирующее влияние на организм /10/.

Чистый пектин при употреблении с пищей не создает энергетического запаса в организме, он нейтрален, чем функционально отличается от других полисахаридов. Пектин является эффективным детоксикантом. Образовывая комплексы, он выводит из организма человека тяжелые металлы (свинец, ртуть, цинк, кобальт, молибден и др.) и долгоживущие (с периодом полураспада в несколько десятков лет) изотопы цезия, стронция иттрия и т.д., а также способен сорбировать и выводить из организма биогенные токсины, анаболики, ксенобиотики, продукты метаболизма и биологически вредные вещества, способные накапливаться в организме: холестерин, желчные кислоты, мочевину /10/.

Применение пектинов. Применение пектинов очень разнообразно. Косметическая промышленность также в подавляющем большинстве случаев использует желеобразующие свойства пектина. Маски, кремы, гели разнообразнейших назначений и природы действия стабилизирующие пектином. Тенденция его применения растет с каждым днем благодаря постоянному стремлению к натурализации косметики.

Пектин используют в пищевых продуктах, как:

- студнеобразователь при приготовлении жележно – пастильных изделий (мармелада, зефира, пастилы, начинки для конфет, кроме торта) в кондитерской промышленности;
- добавка к лечебным сортам хлебобулочных и макаронных изделий;
- в хлебопечении – для выпечки не черствеющего сортов хлеба;
- для производства конфитюра в консервной промышленности;
- эмульгатор при изготовлении майонеза и жидких маргаринов в масложировой промышленности;
- стабилизатор при изготовлении безалкогольных напитков и различных купажированных соков с мякотью;
- в производстве мороженого, йогуртов, сыров (для увеличения их водопоглотительной способности) и других продуктов в молочной промышленности;
- при употреблении в пищу в виде растворов: гелей, киселей, муссов;
- в производстве диетического и лечебно – профилактического питания для детей и взрослых в пищевой промышленности.

Выводы . Таким образом, являясь составной частью земных растений, пектин всегда был компонентом пищи со времени происхождения человека. Всемирной Организацией Здравоохранения пектин признан абсолютно токсикологически безопасным продуктом. Он не имеет ограничений по применению и признан в подавляющем



большинстве стран как ценный пищевой продукт. Пектин является эффективным детоксикантом, обладает селективными свойствами по отношению к катионам поливалентных, тяжелых и радиоактивных металлов. Используется для лечения различных заболеваний и для увеличения продолжительности активной жизни человека.

Список литературы

1. Pilnik V., Voragen A.G. J. – Voedingsmiddelentechnologie, 1974, 7, 26/27, p.80-83.
2. Hirst E.L., Jones J.K.N. – Adv. in. Carbohydrate Chem., 1946, 2, p. 235-248.
3. Kertesz Z.I. The pectic substances. – New-York; London, Acad. Press. 1951, 628 p.
4. Кочетков Н.К. Химия углеводов [Текст] / Н.К.Кочетков, А.Ф. Бочков, Б.А. Дмитриев. - М.: Химия, 1967. - 671 с.
5. Zitko V., Rosik J., Kubala J. – Collect. Crech. Commun., 1965, 30 11, p.3902-3908.
6. Aspirinall G.O., Franshawe R.S. – J.Chem.Soc., 1961, 9, p.4215-4225.
7. Wold J.K., Smestad B., Winsnes R., Resser D. – Acta. Chem. Scand., 1970, 24, 4, p.1262-1270.
8. El Tinay A.N., Saeed A.R., Bedri M.F. – J.Food Technol., 1979, 14, 4, p.343-349.
9. Eda S., Kato K. – Agric. Boil. Chem., 1980, 44,12, p.2793-2801.
10. Аймухамедова Г.Б. Свойства и применение пектиновых сорбентов [Текст] / Г.Б. Аймухамедова, Дж.Э. Алиева, Н.П. Шелухина. - Фрунзе: Илим, 1984. - 131 с.
11. Marcovic O., Kohn R., Luknar O. - Collect. Czech. Chem. Commun, 1981, 46, 1, p.266-269.
12. Baker P.A. - J.Agric. Food Chem., 1979, 27, 6, p.1387-1389.
13. Fogarty W.M., Ward P.-Progress Ind. Microbiol., 1974, 13, p.59-119.
14. Сапожникова Е.В. Пектиновые вещества плодов [Текст] / Е.В.Сапожникова. - М.: Наука, 1965. - 182 с.
15. Арасимович В.В. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолитических ферментов в плодах [Текст] / В.В.Арасимович, С.В. Балтага, Н.П. Пономарева. - Кишинев: Штиинца, 1970. - 84 с.
16. АС SU №539040 М.Б. Аймухамедова, Н.П. Шелухина, Р.Ш.Абаева и др. Способ получения плазмозаменителя [ТЭлектронный ресурс] Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/274/2749266.html>
17. Горин А.Г. Химическое изучение полисахаридов листьев подорожника большого [Текст] / А.Г.Горин // IX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Секция химии и технологии природных соединений: Рефераты докладов и сообщений. – М.: 1965. № 4.
18. А.С. (ДСП), SU 1822166 АИ Полирамногалактуронат меди (II), обладающий противоопухолевой активностью [Текст] / Г.Д. Закумбаева, М.Б.Аймухамедова, Ф.М. Токтобаева, А.Ш. Куанышев, З.К. Каракеева, С.М. Верменичев, И.К. Кудрина, И.С. Подобед и Г.Г. Ушбаева. Институт органического катализа и электрохимии АН РК.
19. Arya S.P.// Everyman's Sci., 1993 V.28. №4. P. 115-118.
20. Mills M.C., Stineman C.N., Vance I.R., West D.X., Hall J.H. //Anticancer Res., 1998. V.18. 6a. p.4131-4140.
21. Su Bingyin, Li Shurong, Nagao Norio // Chem. Pharm. J., 1995. 30. №12. p.746-748.
22. Wang Z., Guan Y., Fanwick P.E. // J. Labell. Compounds and Ratiopharm. 1999. 42. №1. p.246-248.
23. Потиевский Э.Г. Медицинские аспекты применения пектина [Текст] / Э.Г. Потиевский, А.И. Новиков. - М.: Мед.книга, 2002. -96с.
24. Sriamornsak P. // Eur. J Pharm. Sci. 1999. V. 8. P. 221-227.
25. Sriamornsak P., Sungthongrjeen S., Puttipipatka-chorn S. // Carbohydr. Polym. 2007. V. 67. P. 436-445.
26. Ali S.S. Shucla A. Iron – pectin complexes. // Curr. Sci, 1981, 50,5 p. 232-239.



27. Ашубаева З.Дж. Химические реакции пектиновых веществ [Текст] / З.Дж. Ашубаева. - Фрунзе: Илим, 1984 – 193 с.

28. Belo Panfilo S.T., De Lumen Benito O. Preparation of a bismuth-aluminum double salt of pectin. // J. Agric. Food Chem. 1981. 29,2. p. 370-373