

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПЕКТИНА КАК РАСТИТЕЛЬНОГО АНАЛОГА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ЖЕЛАТИНА

Просеков А.Ю., Ульрих Е.В., Козлова О.В., Дышлюк Л.С.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности» (650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47), e-mail: elen.ulrich@mail.ru

Проведен анализ состава и свойств растительного аналога фармацевтического желатина для получения мягких капсул. Изучены следующие свойства пектина: насыпная плотность, вязкость, доля нерастворимого остатка, содержание микропустот, удельный объем, удельная поверхность, характерный диаметр. По микрофотографиям оценена динамика изменения структуры при взаимодействии с растворителем. Определена дисперсность, размер и количество воздушных пузырьков в пектине методом микрофотографирования с предварительным замораживанием образцов в атмосфере жидкого азота. Получены спектрометрические профили пектина. По результатам анализа спектрофотометрического профиля оценена массовая доля химических элементов (кислорода, азота, углерода, натрия, хлора). Определена микроструктура пектина АРА 105, которая характеризуется средней насыпной плотностью 580 г/дм³, элементы которой представлены в виде дисперсных частиц неправильной формы размером 20-250 мкм, а также крупными гранулами размером свыше 300 мкм. Помимо углерода, азота и кислорода в пектине АРА 105 присутствуют натрий и хлор. Доля микропустот и дисперсных образований на поверхности элементов составляет соответственно 39,60 и 12,69%.

Ключевые слова: пектин, растительный аналог, фармацевтический желатин, микрофотография.

STUDY PECTIN AS VEGETABLE ANALOG PHARMACEUTICAL GELATINE

Prosekov A.Y., Ulrikh E.V., Kozlova O.V., Dishluk L.S.

FGBOU VPO "Kemerovo Technological Institute of Food Industry" (650056, Kemerovo, Boulevard Builders, 47), e-mail: elen.ulrich@mail.ru

The analysis of the composition and properties of the plant analogue pharmaceutical gelatin for soft capsules. The following properties were studied pectin bulk density, viscosity, the proportion of the insoluble residue content of microvoids, specific volume, specific surface area, the characteristic diameter. By micrographs evaluated trends in the structure in the interaction with the solvent. Dispersity determined, the size and number of air bubbles in the pectin by microphotography with prior freezing samples in liquid nitrogen. Spectrometric profiles obtained pectin. According to the analysis of the spectrophotometric profile estimated mass fraction of chemical elements (oxygen, nitrogen, carbon, sodium, chloride). Defined microstructure pectin ARA 105, which has an average bulk density 580 g / dm³, the elements of which are presented in the form of dispersed particles of irregular shape, size 20-250 microns, and large granules larger than 300 microns. In addition to carbon, nitrogen and oxygen in the pectin is present ARA 105 sodium and chlorine. Win microvoids and dispersed formations on the surface of the elements is respectively 39.60 and 12.69%.

Keywords: pectin, vegetable analogue, pharmaceutical gelatin, micrograph.

Среди известных на данный момент аналогов фармацевтического желатина широко применяют анионные полисахариды как природного (пектин, каррагинан, крахмал), так и искусственного (окисленный крахмал) происхождения [1]. За рубежом большое распространение получили альгинаты, производные целлюлозы, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), а также различные камеди [2].

Одним из классических растительных аналогов желатина является крахмал, который уже значительное время широко применяют в пищевой промышленности [3; 4]. К одним из перспективных растительных аналогов желатина можно отнести различного рода пектины. В настоящее время они используются в пищевой и фармацевтической промышленности. Пектины способны образовывать гелеобразные системы, характеризующиеся специфическим

набором физико-химических свойств. К тому же было установлено, что пектин оказывает благоприятное действие на организм человека, а ресурсы для производства пектина практически неограниченны [5; 6].

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлся растительный аналог фармацевтического желатина: пектин АРА 105.

Проводили анализ состава и свойств растительного аналога фармацевтического желатина. В качестве исследуемых характеристик выбраны: насыпная плотность, вязкость, доля нерастворимого остатка, содержание микропустот, удельный объем, удельная поверхность, характерный диаметр. По микрофотографиям оценивали динамику изменения структуры при взаимодействии с растворителем [7]. По результатам анализа спектрофотометрического профиля оценивали массовую долю химических элементов (кислорода, азота, углерода, натрия, хлора).

Для исследования состава растительного аналога фармацевтического желатина использовали анализирующую станцию JEOL JED-2300, с помощью которой методом рентгеноспектрального микроанализа получали спектрометрические профили, позволяющие определить химический состав растительных аналогов фармацевтического желатина [8].

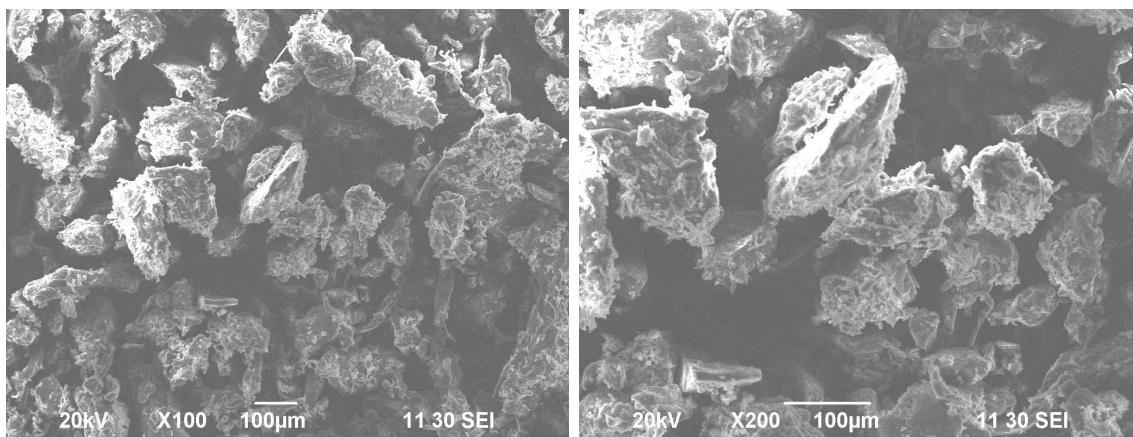
Способность к формированию ГДС (пенообразующую способность) определяли методом П.А. Ребиндера (методом кратности пен) и выражали в процентах.

Устойчивость ГДС за определенную продолжительность времени вычисляли как отношение начальной высоты ГДС к конечной и выражали в процентах.

Дисперсность ГДС, размер и количество воздушных пузырьков определяли методом микрофотографирования с предварительным замораживанием образцов в атмосфере жидкого азота.

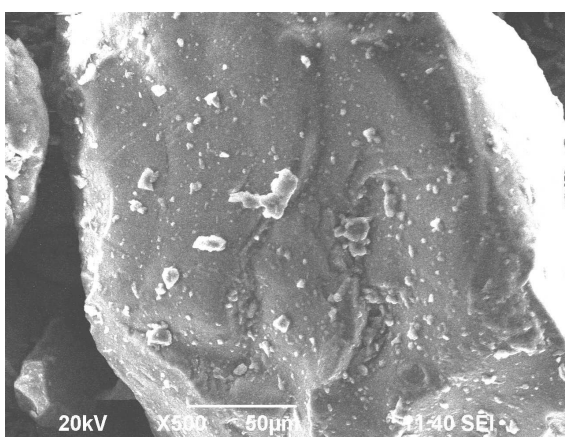
Результаты и их обсуждение

На рис. 1 приведены микрофотографии пектина АРА 105 при увеличении в 100, 200 и 500 раз. Из полученных изображений следует, что структура элементов пектина АРА 105 состоит из дисперсных частиц неправильной формы, размером 20-250 мкм, в некоторых областях наблюдаются крупные гранулы размером свыше 300 мкм (рис. 1а). На поверхности гранул присутствуют кристаллические скопления (рис. 1в). Их размер может варьировать от нескольких микрометров до 30-40 мкм (рис. 1б). Насыпная плотность пектина АРА 105 равна 580 г/дм³.



а

б



в

Рис. 1. Микроструктура пектина
АРА 105 при кратности увеличения: а -
100 раз;
б - 200 раз; в - 500 раз.

Основным структурным элементов макромолекул пектина как полисахарида растительных тканей является галактопиранозилуроновая кислота, в состав которой входит L-D-галактурон. В состав пектина входят также нейтральные углеводы, такие как галактоза и арабиноза. Характер распределения сложноэфирных групп в макромолекуле пектина влияет на такие физико-химические свойства, как способность к гелеобразованию, растворимость и поверхностная активность. На термодинамическую гибкость макромолекул пектина в значительной степени влияет степень этерификации. Растворимость пектина в воде можно повысить за счет снижения молекулярного веса и повышения степени этерификации (рис. 2).

Пектин проявляет наибольшую стабильность при pH от 3 до 4 (рис. 3). Отклонение pH в одну из сторон от данного диапазона ведет к снижению плотности заряда макромолекул пектина, причем данное явление наиболее выражено при повышении температуры свыше 50 °C.

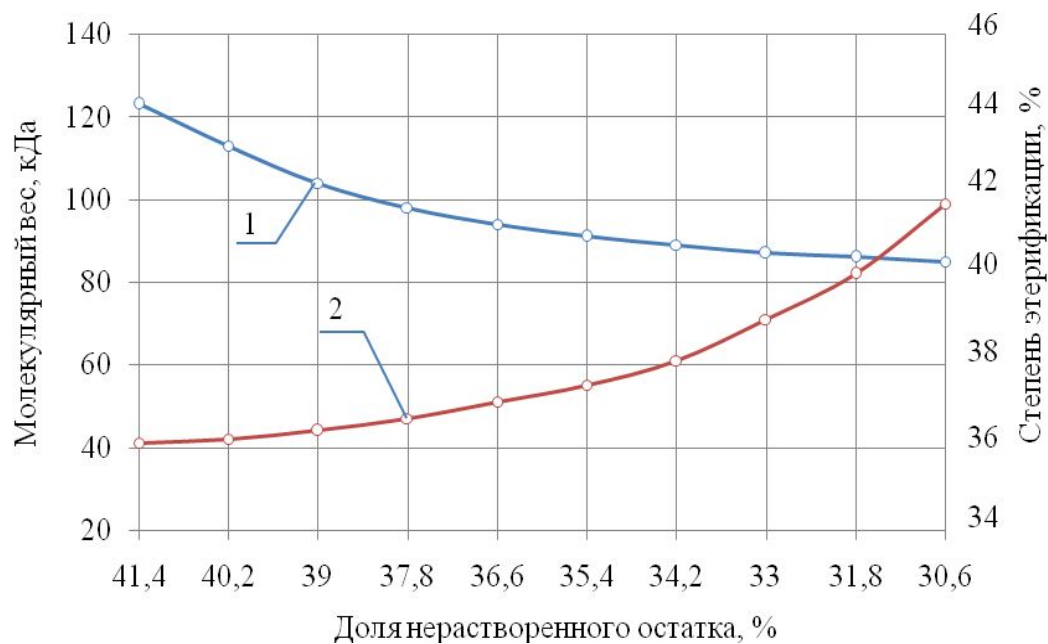


Рис. 2. Влияние молекулярного веса (1) и степени этерификации (2) на долю нерастворенного остатка пектина АРА 105 в водном растворе через 30 мин. после начала диффузии.

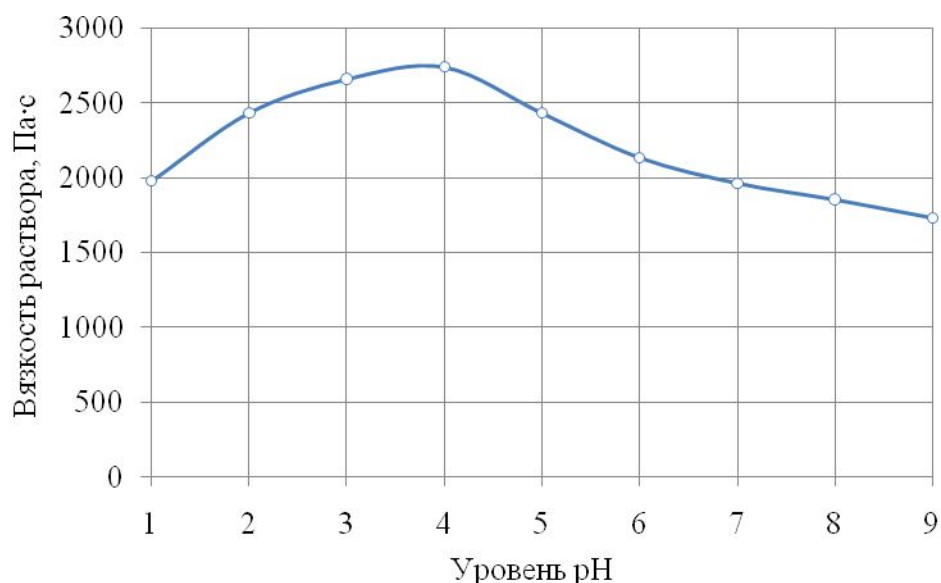


Рис. 3. Зависимость вязкости раствора пектина АРА 105 от уровня pH.

Пектины высокой степени этерификации обладают способностью к гелеобразованию в кислой среде при наличии сахарозы, в то время как пектины с низкой степенью этерификации – при наличии солей поливалентных металлов. Широкое распространение пектинов как стабилизаторов структуры в кондитерской и фармацевтической промышленности обусловлено их физиологической инертностью и хорошей способностью к гелеобразованию.

На рис. 4 приведен спектрометрический профиль определения компонентного состава пектина АРА 105. В полученном профиле наблюдаются три пика, соответствующих углероду, кислороду и натрию и пологая площадка, соответствующая азоту.

Компонентный состав пектина АРА 105 представлен в табл. 1. Содержание углерода и азота почти на том же уровне, что у конжаковой камеди. В составе пектина АРА 105, так же как у карбоксиметилцеллюлозы, присутствует натрий и хлор в количестве 3,28 и 0,12% соответственно.

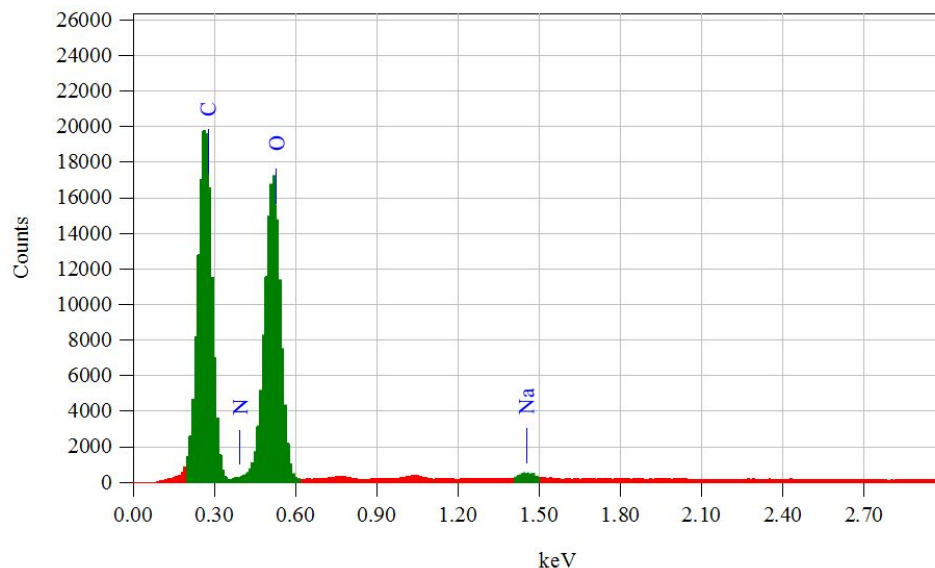


Рис. 4. Спектрометрический профиль компонентного состава пектина АРА 105.

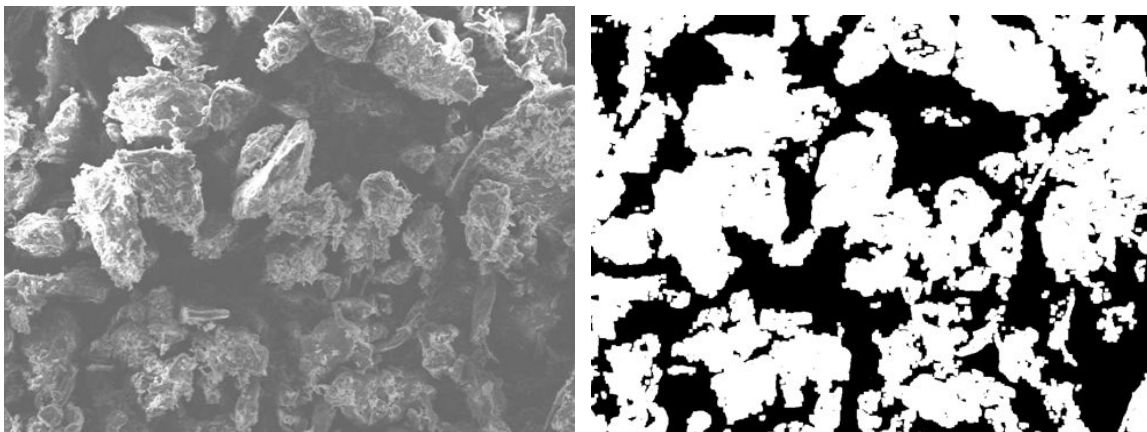
По полученной микрофотографии структуры пектина АРА 105 на рис. 5а определено содержание микропустот, а по микрофотографии на рис. 4.5.5в, являющейся фрагментом фотографии из рис. 1в, создана маска дисперсных образований на поверхности элементов стабилизатора структуры. Соответствующие микрофотографии и полученные маски представлены на рис. 5.

Таблица 1

Компонентный состав пектина АРА 105

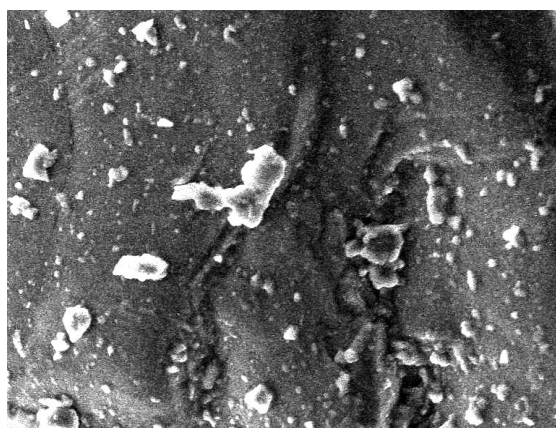
Элемент	Относительная масса, %
Углерод	29,04±0,87
Азот	22,70±0,69
Кислород	44,86±1,34
Натрий	3,28±0,10
Хлор	0,12±0,004

Содержание микропустот в пектине АРА 105 составило 39,60±1,2%, а содержание дисперсных образований на поверхности элементов стабилизатора структуры составило 12,69±0,7%. Стоит также отметить, что для получения маски, представленной на рис. 3г, возникла необходимость в повышении контрастности изображения и ручной коррекции некоторых областей маски вследствие того, что искомые элементы на микрофотографии имели неоднородный цвет по всей поверхности.

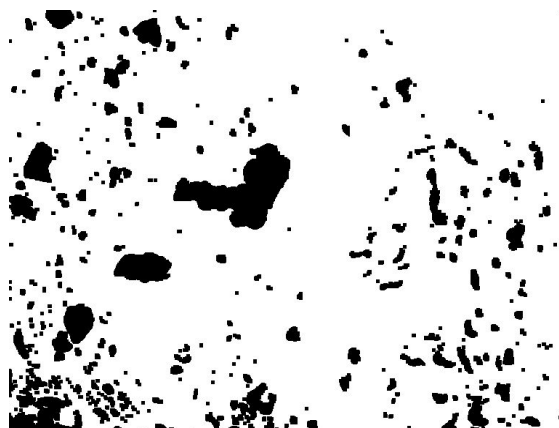


а

б



в



г

Рис. 5. Результаты определения доли микропустот (а, б) и дисперсных образований (в, г) пектина АРА 105: а - микрофотография с увеличением в 100 раз; б - маска микрофотографии, представленной на рис. 5а; в - фрагмент микрофотографии; г - маска микрофотографии, представленной на рис. 5в.

Заключение

Таким образом, микроструктура пектина АРА 105 характеризуется средней насыпной плотностью 580 г/дм³, элементы которой представлены в виде дисперсных частиц неправильной формы размером 20-250 мкм, а также крупными гранулами размером свыше 300 мкм. Помимо углерода, азота и кислорода в пектине АРА 105 присутствуют натрий и хлор. Доля микропустот и дисперсных образований на поверхности элементов составляет соответственно 39,60 и 12,69%.

Основанием для проведения научно-исследовательских, технологических исследований является Договор № 1 от 01.01.2013 на выполнение научно-исследовательских, опытно-технологических работ с Дополнением № 1 от 13.02.2013 в рамках Комплексного проекта «Разработка технологии и организация высокотехнологичного промышленного производства фармацевтического желатина для капсул и его аналогов» по постановлению Правительства РФ № 218, 3 очередь.

Список литературы

1. Austarheim I., Christensen B.E. and Hegna I.K. Chemical and biological characterization of pectin-like polysaccharides from the bark of the Malian medicinal tree *Cola cordifolia*. Carbohydrate polymers. - 2012. - 89: 259-268.
2. Danilenko A.N., Shtykova A.N., Danilenko Ye.V. and Yuryev V.P. Equilibrium and cooperative unit of the process of melting of native starches with different packing of the macromolecule chains in the crystallites. Biophysics. - 1994. - 39: 427-432.
3. Grinberg V.Ya., Grinberg N.V., Shusharina N.P., Usov A.I. and de Kruif K.G. Thermodynamics of Conformational Ordering of ι -Carrageenan in KCl Solutions Using High-Sensitivity Differential Scanning. - 2001. - 2: 864–873.
4. Luzio G.A. Determination of galacturonic acid content of pectin using a microtiter plate assay. Proc. Fla. State Hort. Soc. - 2004. - 117: 416-421.
5. Koizumi T. et al. Journal of Controlled Release. - 2001. - 70: 277- 284.
6. Parker R. and Ring S. Aspects of the Physical Chemistry of Starch. Journal of Cereal Science. - 2001. - 34: 1-17.
7. Wang T.A., Bogracheva T.Ya. and Hedley C.L. Starch: as simple as A, B, C. Journal of Experimental Botany. - 1998. - 49: 481-502.
8. Warrand J. Structural investigations of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seeds mucilage. Biol. Macromol. - 2005. – 35 (3-4): 121-125.

Рецензенты:

Попов А.М., д.т.н., профессор, зав. кафедрой прикладной механики ФГБОУ ВПО «КемТИПП», г. Кемерово;

Курбанова М.Г., д.т.н., зав. кафедрой технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», г. Кемерово.