

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН СВЕКОЛЬНОЙ КЛЕТЧАТКИ

Л. В. Антипова¹, Ю. В. Воронкова¹, Л. А. Синяева²

¹ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 19.11.13 г.

Аннотация. Проведены исследования пищевых волокон на наличие функциональных групп. Методом ИК-спектроскопии установлено присутствие ОН- групп. Механизм взаимодействия с водой происходит за счёт наличия в пищевых волокнах свекольной клетчатки активных водородных связей, что предполагает высокие функционально-технологические свойства в технологии пищевых систем.

Ключевые слова: пищевые волокна, свекольная клетчатка, способность к гидратации, ИК-спектроскопия

Abstract. Researches of food fibers on existence of functional groups are conducted. The method of IR-spectroscopy established presence OH - groups. The interaction mechanism happens to water at the expense of existence in food fibers of beet cellulose of active hydrogen communications that assumes high functional and technological properties in technology of food systems.

Keywords: food fibers, beet cellulose, ability to hydration, IR-spectroscopy

ВВЕДЕНИЕ

Термин «пищевые волокна» впервые был введён в научный обиход в конце 80-х годов XX столетия, «пищевые волокна – это остатки растительных клеток, способные противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека». В 2000 году Американская ассоциация химиков-зерновиков дала более широкое определение: «пищевое волокно – это съедобные части растений или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике» [1].

Из сухих веществ в корнеплодах (в том числе в сахарной свёкле) больше всего содержится пектиновых веществ [2]. Они составляют приблизительно половину массы мякоти, далеко не так инертны в химическом отношении, как клетчатка.

Нерастворимые в холодной воде пектиновые вещества, находящиеся в мякоти свёклы, называются протопектином. Быть может, здесь пектиновые вещества как-то связаны с клетчаткой и с гемицеллюлозами.

При нагревании с водой мякоть свёклы набухает и частично (наполовину) переходит в раствор. То, что растворилось, принято называть пектиновыми веществами. Это вещества аморфные, сгущенный раствор их вязок и обладает свойствами клея.

Пектиновые вещества содержат арабан, а также немного галактана. Часть пектиновых веществ, не растворяющаяся в 70°-ном спирте, называется собственно пектином. Пектин оказался полигалактуроновой кислотой, частично этерифицированной (содержащей группы $-O-CH_3-$ около 7% по массе).

Кроме того, свекловичный пектин содержит ещё около 6 % ацетильных групп CH_3CO- – в виде сложных эфиров с гидроксильными группами пектина.

Так как пектин имеет и свободные карбоксильные группы, то он обладает свойствами кислоты, т.е. может образовывать соли. Сам пектин растворим в воде. Известью он осаждается, так как кальциевая соль его нерастворима в воде. Соли пектина называются пектинатами.

Пектиновое вещество в узком смысле – это лишь пектин, т.е. метиловый и уксусный эфир по-

лигалактуроновой кислоты. Арабан же и галактан являются лишь сопутствующими веществами, вероятно связанными с пектином побочными валентностями в протопектине и освобождающимися при гидролизе протопектина [3].

Имеются сведения по изучению ИК-спектров пшеничной клетчатки, сои, масличных культур, однако по пищевым волокнам свекольной клетчатки исследования носят отрывочный характер. В связи с этим представляется необходимым их исследование.

В настоящей работе представлены результаты изучения изменения сольватационных свойств пищевых волокон свекольной клетчатки при сорбции соляной кислоты (HCl), щёлочи (NaOH), спирта (C₂H₅OH) и воды (H₂O).

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В качестве сорбента были выбраны пищевые волокна свекольной клетчатки (производство ЗАО «ЭФКО-НТ»).

В работе использовали солянокислый, щелочной, спиртовой и водный растворы. Для доказательства гипотезы образования межмолекулярных связей, обуславливающих сорбцию, широко применяется метод ИК – спектроскопии. В данной работе мы применили следующую методику получения ИК – спектров.

Вышеперечисленные растворы наносили тонкой плёнкой на пластину из монокристаллического кремния. После высушивания пластинки помещали в спектрометр фирмы Bruker «Vertex-70» и регистрировали спектр. Полученные спектры были обработаны с помощью программы «Grams 4/32».

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование ИК-спектров образцов водных и спиртовых растворов пищевых волокон свекольной клетчатки (рис. 1) показало, что они характеризуются следующими полосами поглощения: 3410, 2918, 2848, 1735, 1600, 1095, 1010, 607 см⁻¹.

Полоса поглощения при 3410 см⁻¹ обусловлена валентными колебаниями ОН- групп в воде (ν_{ОН}). Вода полностью ассоциирована четырьмя водородными связями. На колебания метильных и метиленовых групп (СН₂, СН) в –СООН₃ группах, не полностью этерифицированного пектина, указывают полосы поглощения в интервале 2918-2830 см⁻¹. Полоса 1735 см⁻¹ относится к колебаниям С=О в недиссоциированных СООН группах. Валентные колебания С-С кольца наблюдаются при поглощении 1600 см⁻¹. Появление полос поглощения в области 1150-1085 см⁻¹ обусловлено антисимметричными валентными колебаниями С-О-С (ν_{ас}). На наличие деформационных колебаний связей С-Н указывает полоса поглощения при 607 см⁻¹ [4-6].

Исследование ИК-спектров образцов солянокислых и щелочных растворов пищевых волокон свекольной клетчатки (рис. 2) показало, что они характеризуются следующими полосами поглощения: 3410, 2927, 2918, 1625, 1568, 1510, 1450, 1236, 1095, 605 см⁻¹.

Максимум поглощения при 1625 см⁻¹ относится к деформационным колебаниям ОН-групп (σ_{ОН}).

При 1568 см⁻¹ наблюдаются валентные колебания в солянокислом растворе, а при 1510 см⁻¹ – колебания в щелочном растворе. Это смещение

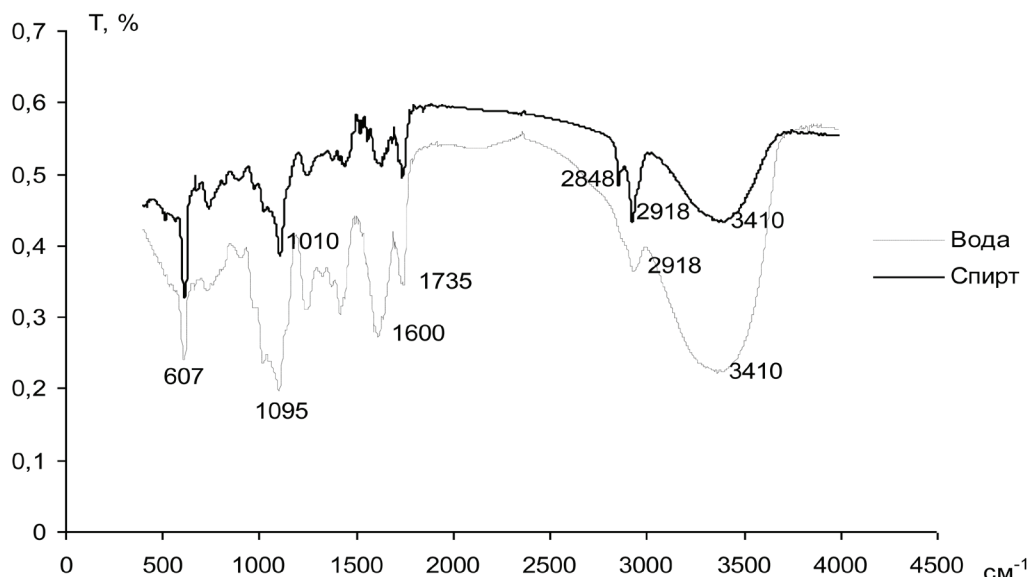


Рис. 1 ИК спектры образцов водного и спиртового растворов пищевых волокон свекольной клетчатки

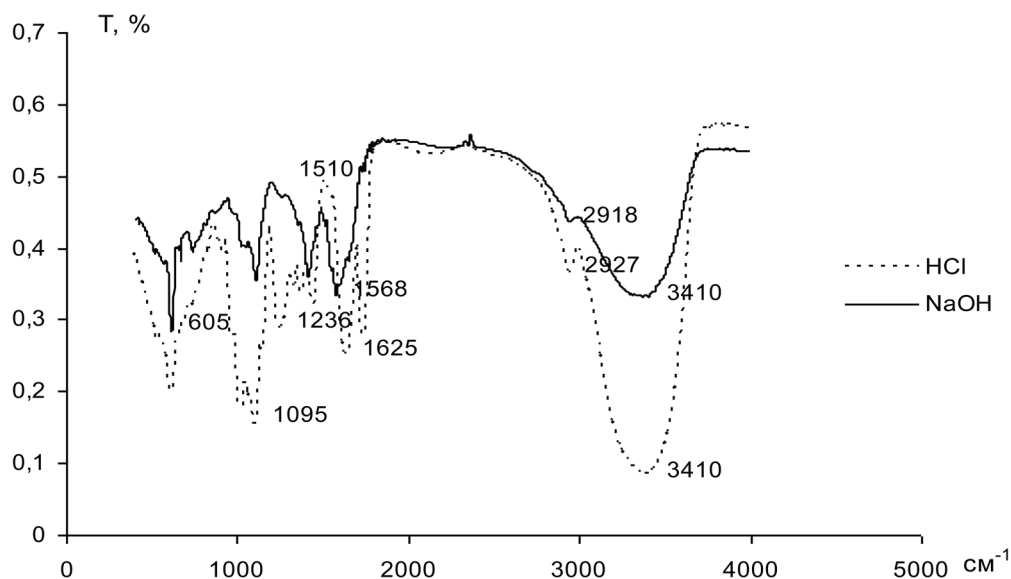


Рис. 2 ИК спектры образцов солевого и щелочного растворов пищевых волокон свекольной клетчатки

объясняется неполной этерификацией пектина, что говорит о наличии натриевой соли COONa .

Антисимметричное деформационное колебание ($\delta_{\text{as}} \text{CH}_3$) наблюдается в области 1450 см^{-1} . Валентные колебания С-О наблюдаются при 1236 см^{-1} .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлены значительные различия в способности к сольватации пектина в водном и спиртовом растворе. Таким образом, анализ ИК-спектров показывает, что в природных полисахаридных полимерах содержатся циклические фрагменты, обусловленные наличием фуранозных и пиранозных колец. В исходных растворах пищевых волокон содержатся как недиссоциированные карбоксильные группы (1735 см^{-1}), так и карбоксилатные группы (1510 см^{-1}), характерные COO^- колебаниям групп. Пищевые волокна после обработки щёлочью (NaOH) и кислотой (HCl) содержат значительно большее количество гидратной воды по сравнению с исходными образцами (максимум в области 3410 см^{-1}). Сольватация COOH , COO^- , OH^- групп в водных растворах максимальна по сравнению со спиртовыми растворами.

Полученные результаты свидетельствуют о возможном регулировании функционально-тех-

нологических свойств пищевых систем в зависимости от их компонентного состава. Таким образом, пищевые волокна являются природными высокополимерами, в основе которых лежат полисахаридные остатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прянишников В.В. Пищевые волокна и белки в мясных технологиях / В.В. Прянишников, А.В. Ильтяков, Г.И. Касьянов. — Краснодар: Экоинвест, 2012. — 200 с.
2. Селеменев В.Ф. Пигменты пищевых производств (меланоидины) / В.Ф. Селеменев, О.Б. Рудаков, Г.В. Славинская, Н.В. Дроздова. — М.: ДеЛи принт, 2008. — 246 с.
3. Силин П.М. Технология сахара / П.М. Силин. — М.: Пищевая промышленность, 1967. — 630 с.
4. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия: Пер. с англ. / А. Смит. — М.: Мир, 1982. — 328 с.
5. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений: Пер. с англ. / К. Накамото. — М.: Мир, 1991. — 536 с.
6. Наканиси К. Инфракрасная спектроскопия и строение органических соединений: Пер. с англ. / К. Наканиси. — Москва: Мир, 1987. — 188 с.

Антипова Людмила Васильевна — д.т.н., проф. кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; e-mail: meatech@yandex.ru

Воронкова Юлия Викторовна — аспирант кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; e-mail: uliya_rin@mail.ru

Синяева Лилия Александровна — аспирант кафедры аналитической химии, Воронежский государственный университет, Воронеж; e-mail: liliya.sinyaevavsu@mail.ru

Antipova Ludmila V. — the professor of chair of technology of products of an animal origin, The Voronezh State University of Engineering Technology; e-mail: meatech@yandex.ru

Voronkova Uliya V. – graduate student of chair of technology of products of an animal origin, The Voronezh State University of Engineering Technology; e-mail: uliya_rin@mail.ru

Sinyaeva Liliya A. — graduate student of chair of analytical chemistry, The Voronezh State University; e-mail: liliya.sinyaevavsu@mail.ru