

УДК 664.292

КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО



COMPLEXING ABILITY PECTIN SUBSTANCES AS FUNCTIONAL PHYSIOLOGICAL PROPERTIES

Ольховатов Е.А.

кандидат технических наук,
доцент ВАК,
действительный член Российской инженерной академии –
секретарь Кубанского отделения;
доцент кафедры технологии хранения
и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
olhovatov_e@inbox.ru

Храпко О.П.

кандидат технических наук,
доцент ВАК,
доцент кафедры технологии хранения
и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
hrapko_op@mail.ru

Нагайцев В.Е.

обучающийся 3-го курса бакалавриата,
факультет пищевых производств и биотехнологий,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
nagaitcevvadim@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена способность пектина к комплексообразованию с катионами солей тяжелых металлов и радионуклидами. Определены основные условия эффективности этого процесса. Установлена необходимость введения пектиновых веществ в рацион человека.

Ключевые слова: пектиновые вещества, тяжелые металлы, радионуклиды, комплексообразование, карбоксильная группа.

Olkhovатов E.A.

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Higher Attestation Commission,
Full Member of the Russian Academy
of Engineering – Secretary
of the Kuban branch;
Associate Professor of the Department
of Technology of Storage
and Processing of Plant Products,
Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin
olhovatov_e@inbox.ru

Khrapko O.P.

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Higher Attestation Commission,
Associate Professor of the Department
of Technology of Storage
and Processing of Plant Products,
Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin
hrapko_op@mail.ru

Nagaytsev V.E.

3rd year Bachelor's Student,
Faculty of Food Production
and Biotechnology,
Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin
nagaitcevvadim@gmail.com

Annotation. The ability of pectin to form complexes with cations of heavy metal salts and radionuclides is considered. The main conditions for the effectiveness of this process are determined. The need to introduce pectin substances into the human diet has been established.

Keywords: pectin substances, heavy metals, radionuclides, complexation, carboxyl group.

Пектин является физиологически ценным компонентом питания, обладающим целым рядом свойств, определяющих его благоприятное влияние на организм человека. Одно из таких – их способность образовывать комплексные соединения с ионами солей тяжелых металлов и радионуклидами. В современных условиях техногенной нагрузки на среду обитания и высокой степени ее загрязненности в отдельных регионах проживания человека это становится актуальным.

Пектины – это полимеры группы гетерополисахаридов с линейной структурой, имеющие различную молекулярную массу. Состоят из остатков галактуроновой кислоты, соединенных гликозидными связями (рис. 1).

Комплексообразующая способность пектиновых веществ определяется взаимодействием свободных функциональных карбоксильных групп с ионами металлов, образующих стойкие малодиссоциирующие соединения хелатного типа. Принимая во внимание данное свойство, можно сделать вывод, что пектины, обладающие высокой комплексообразующей способностью целесообразно использовать при производстве как фармпрепаратов и биологически активных добавок (БАД), так и функциональных

продуктов питания. Особенно актуальным это становится в регионах с высоким уровнем загрязнения территорий промышленными выбросами.

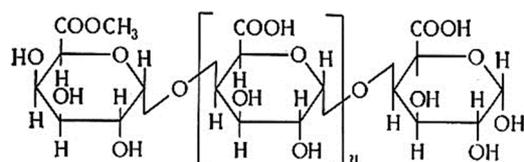


Рисунок 1 – Структурная формула молекулы полигалактуронида

Способность пектина образовывать комплексы зависит от ряда факторов, включая степень замещения карбоксильных групп метиловым спиртом. Это определяет способность пектина связывать катионы в случае присутствия большого количества свободных функциональных групп и снижение этого свойства по мере повышения степени этерификации [1].

При степени этерификации свыше 90 % свободные карбоксильные группы предельно удалены друг от друга. Снижение остатков метанола в составе структуры пектиновых веществ до 40 % изменяет форму молекулы, что определяет возможность образования прочных внутримолекулярных хелатных связей и влечет в дальнейшем агрегирование пектиновых макромолекул. Степень этерификации химических функциональных групп пектинового полимера и распределение их в структуре макромолекул напрямую влияют на процесс комплексообразования. На его эффективность также оказывают влияние температура и водородный показатель среды. При взаимодействии с ионами поливалентных металлов, пектины способны к образованию химических связей по донорно-акцепторному механизму. Также стоит отметить, что немаловажным, наряду с комплексообразованием свойством является и сорбционная способность пектина.

Анализ имеющихся данных показывает, что комплексообразующая способность пектина зависит не столько от его молекулярной массы, как от величины значения коэффициента селективности катионного обмена. При этом, достоверно установлено, что оптимальная концентрация пектина в растворе напрямую определяет его способность к формированию хелатной внутримолекулярной связи при прочих оптимальных условиях. Важным фактором является природа исследуемых пектиновых веществ – сырьевые источники. Так, из распространенных и доступных, наиболее эффективно с задачей комплексообразования справляется свековичный пектин, что и обусловлено большим количеством карбоксильных групп.

Наряду с целлюлозой, гемицеллюлозой и лигнином, пектиновые вещества входят в состав арматурных элементов клеточных стенок различных растительных культур, а в свободной форме присутствуют в соке межклетников (рис. 2).

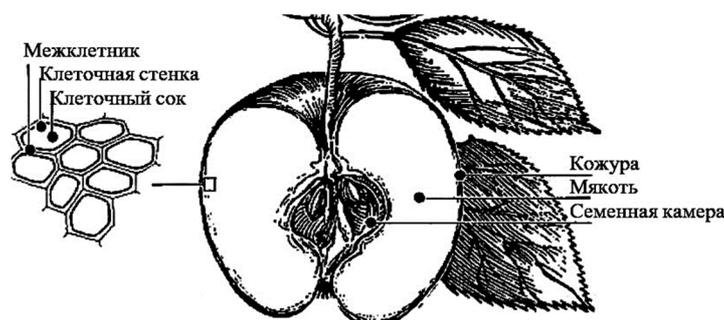


Рисунок 2 – Зоны локализации пектиновых веществ (на примере яблок)

Наиболее распространенные виды сырья для получения пектинов – это плоды цитрусовых, семечковые, в основном яблоки, сахарная свекла. Кроме этих источников существует ряд менее значимых с позиции доступных объемов, но не менее интересных для производства, являющихся замещающей альтернативой. Тип сырья и возможные модификации, происходящие в структуре выделяемых пектиновых веществ в ходе обработки сырья, во многом формируют способность целевого продукта к комплексообразованию.

На комплексообразующую способность существенное влияние оказывает рН среды. В зависимости от этого показателя, а также вида происхождения пектины будут проявлять различную способность к образованию комплексов. Так, например, пектиновые вещества из выжимок виноградной ягоды обнаруживают оптимальную способность к комплексообразованию при рН 10, когда фиксируется максимальное количество вносимого стронция. В таблице 1 приведены оптимумы рН для комплексообразующей способности пектиновых веществ различного сырья.

Таблица 1 – Оптимумы рН для проявления максимально комплексообразующей способности пектиновых веществ различного сырья

Наименование продукта	Значение рН	Количество мг (Pb ²⁺ / г)
Пектин из соцветий подсолнечника	9	455,0
Пектин из кормового арбуза	5	388,0
Яблочный пектин	5	312,5
Пектин из свекловичного жома	10	504,7
Пектин из виноградных выжимок	10	283,0

Исходя из приведенных выше параметров установлено, что способность пектина образовывать комплекс колеблется в интервале рН 5–10. При этом исследования изученных данных подтверждают индивидуальность пектина к комплексообразованию в зависимости от его типа [2].

В научной литературе есть ряд публикаций о том, как количество ионов различных металлов влияет на создание комплексов с пектинами. Исследование этих данных позволяет заключить, что концентрация пектиновых веществ может варьировать, но чем больше их концентрация, тем сильнее они образуют комплексы. Вначале, когда концентрация пектина повышается, образование комплексов может снижаться из-за блокировки карбоксильных групп.

Присутствие солей тяжелых металлов в растворе способно сильно влиять на процесс образования комплексов с пектиновыми веществами. При увеличении концентрации солей тяжелых металлов и достаточно низком содержании пектина в растворе наблюдается увеличение связывания двух разнородных молекул в условиях их равновесия [3].

Таким образом можно сделать вывод, что при определенных условиях и соблюдении необходимых параметров пектины являются хорошим комплексообразователем. Оптимальная суточная доза пектиновых веществ в рационе человека составляет 2–4 г, что необходимо обеспечить обогащением продуктов питания на фоне тотального дефицита пищевых волокон в составе продовольственных продуктов. Это существенно повысит пищевой статус населения страны.

Литература

1. Аверьянова Е.В. Пектин: методы выделения и свойства / Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьников. – Бийск : Бийский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 2015. – 44 с.
2. Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов : учеб. пособие / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. – Краснодар : КГАУ, 2006. – 276 с.
3. Толкунова Н.Н. Исследование активности растворимого пектина по степени этерификации и комплексообразующей способности / Н.Н. Толкунова, В.С. Житникова, М.А. Козичева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 2(13). – С. 24–28.

References

1. Averyanova E.V. Pectin: isolation methods and properties / E.V. Averyanova, M.N. Shkolnikova. – Biysk : Biysk Technological Institute (branch) of the federal state budgetary educational institution of higher professional education «Altai State Technical University named after. I.I. Polzunova», 2015. – 44 p.
2. Donchenko L.V. Technology of pectin and pectin products : textbook / L.V. Donchenko, G.G. Firsov. – Krasnodar : KSAU, 2006. – 276 p.
3. Tolkunova N.N. Study of the activity of soluble pectin according to the degree of esterification and complex-forming ability / N.N. Tolkunova, V.S. Zhitnikova, M.A. Kozicheva // Technology and commodity science of innovative food products. – 2012. – № 2(13). – P. 24–28.