

паштетных масс установлено, что оптимальным является содержание соевого масла в экспериментальных паштетных массах равное 11,9 % к массе основного сырья.

Литература

1. Доронин, А. Ф. Функциональное питание [Текст] / А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. — М.: ГрантЪ, 2002. — 295 с.
2. Thomas, J. Leatherhead food research. Functional foods market increases in size [Electronic resource] / Jonathan Thomas, Lucy Beverley. — Available at: \www/URL: http://www.leatherheadfood.com/functional-foods-market-increases-in-size. — 24 November 2014.
3. Нечаев, А. П. Технологии пищевых производств [Текст] / А. П. Нечаев, И. С. Шуб, А. М. Аношина и др.; под ред. А. П. Нечаева. — М.: КолосС, 2005. — 768 с.
4. Климов, А. Н. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения [Текст] / А. Н. Климов, Н. Г. Никульчева. — СПб.: Питер, —1999. — 512 с.
5. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids [Text] / Institute of Medicine (U.S.). Panel on Macronutrients., Institute of Medicine (U.S.). Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. — Washington, D. C.: National Academies Press, 2005. — 1331 p.
6. Riediger, N. D. A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease [Text] / N. D. Riediger, R. A. Othman, M. Suh, M. H. Moghadasian // Journal of the American Dietetic Association. — 2009. — Vol. 109, № 4. — P. 668–679. doi:10.1016/j.jada.2008.12.022
7. Basu, H. Coronary heart disease: How do the benefits of ω -3 fatty acids compare with those of aspirin, alcohol/red wine, and statin drugs? [Text] / H. Basu, S. Pernecky, A. Sengupta, G. U. Liepa // Journal of the American Oil Chemists' Society. — 2006. — Vol. 83, № 12. — P. 985–997. doi:10.1007/s11746-006-5153-4
8. Lavie, C. J. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Cardiovascular Diseases [Text] / C. J. Lavie, R. V. Milani, M. R. Mehra, H. O. Ventura // Journal of the American College of Cardiology. — 2009. — Vol. 54, № 7. — P. 585–594. doi:10.1016/j.jacc.2009.02.084
9. Meyer, B. J. Dietary intakes and food sources of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids [Text] / B. J. Meyer, N. J. Mann, J. L. Lewis, G. C. Milligan, A. J. Sinclair, P. R. C. Howe // Lipids. — 2003. — Vol. 38, № 4. — P. 391–398. doi:10.1007/s11745-003-1074-0
10. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для

различных групп населения Российской Федерации [Текст]. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2008. — 43 с.

11. Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро-, микроэлементов, органических кислот и углеводов [Текст] / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1987. — 360 с.
12. Мойер, Э. Высокий уровень холестерина: Вопросы и ответы [Текст] / Э. Мойер; пер. на русск. Н. Опарин. — Москва: Крон-Пресс, 1998. — 175 с.
13. Минкин, Р. Б. Болезни сердечно-сосудистой системы [Текст] / Р. Б. Минкин; под ред. С. Р. Минкина. — СПб.: Акация, 1994. — 271 с.
14. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст] / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. — М.: Высшая школа, 1985. — 327 с.
15. Остапчук, Н. В. Математическое моделирование процессов пищевых производств [Текст] / Н. В. Остапчук, В. Д. Каминский, Г. Н. Станкевич, В. П. Чучуй; под ред. Н. В. Остапчука. — К.: Вища школа, 1992. — 175 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЖИРОВОГО СКЛАДУ ПЕЧІНКОВИХ ПАШТЕТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті представлені результати оптимізації жирового складу печінкових паштетів функціонального призначення з використанням запропонованої Харрінгтоном функції бажаності D. Розроблено узагальнюючу модель оцінки якості паштету, що враховує плив багатьох критеріїв з обмеженнями за показниками якості та вмістом функціональних інгредієнтів. Встановлена оптимальна масова частка рослинної олії у рецептурах нових видів функціональних м'ясопродуктів.

Ключові слова: оптимізація, жировий склад, функціональні продукти, печінкові паштети, функція Харрінгтона.

Агунова Лариса Владимировна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології м'яса, риби і морепродуктів, Одеська національна академія пищевих технологій, Україна, e-mail: 80976531343@mail.ru.

Агунова Лариса Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій м'яса, риби і морепродуктів, Одеська національна академія харчових технологій, Україна.

Agunova Larisa, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: 80976531343@mail.ru.

УДК [612.015.12- 664.292:664.48]: 664.404.8

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.40512

Никитчина Т. И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

В работе приведены результаты экспериментальных исследований по регулированию растворимости модифицированных низкоэтерифицированных пектиновых веществ путем внесения эфффекторов — ионов кальция, которые позволяют создавать гелевые структурные композиции в зависимости от времени ферментативной деэтерификации и массовой доли пектиновых веществ в растворе.

Ключевые слова: низкоэтерифицированные пектиновые вещества, растворимость, вязкость, соли кальция, пектинметилэстераза, гелеобразование.

1. Введение

Важными в пищевом производстве являются такие физико-химические свойства пектиновых веществ как:

растворимость в воде, гидрофильность, степень диссоциации, вязкость растворов, термообратимость, студнеобразующая способность [1]. Пектины представляют собой высокомолекулярные природные полимеры. Они

присутствуют во всех высших растениях, входят в состав первичных клеточных стенок и срединных пластинок. Основой пектиновых молекул является полигалактуроновая кислота. Часть остатков D-галактуроновой кислоты в пектине находится в форме метиловых эфиров. Если доля таких остатков составляет менее 50 %, то такой пектин считается низкоэтерифицированным. Полностью деэтерифицированный, не содержащий метиловых эфиров или содержащий незначительное их количество, пектин называется пектовой кислотой. Растворимость пектовой кислоты меньше, чем пектиновых — высокомолекулярных полигалактуроновых кислот, часть карбоксильных групп которых этерифицирована метиловым спиртом (степень этерификации (с. э.) 2–49 %) [2].

В водном растворе пектиновая молекула имеет форму спирали, карбоксильные группы которой расположены в соседних витках. При электролитической диссоциации этих групп возникают отталкивающие силы, вследствие чего спиральная молекула выпрямляется, увеличивается ее линейный размер и вязкость.

Увеличение -COOH-групп приводит к увеличению молярной энергии (кохезии) между COOH группами. Величина энергии кохезии для -COOH-групп составляет 90000 кал/моль, тогда как для -COOCH₃ групп — 5600 кал/моль [3]. Как типичный полиэлектролит пектин имеет pK_a (0,1–10,0) · 10⁻⁴, а мономер галактуроновая кислота — 3,25 · 10⁻⁴.

Константа диссоциации тем меньше, чем выше плотность заряда нитевидной молекулы и чем сильнее ионная сила. При высокой степени диссоциации карбоксильных групп в результате взаимодействия одноименно заряженных электрических центров, спиральная конформация молекул пектиновых веществ нарушается, их линейные размеры возрастают. Водным растворам пектиновых веществ, как и золям других лиофильных коллоидов, свойственны высокая относительная вязкость, резко возрастающая при увеличении концентрации, а также структурная или аномальная вязкость. Пектиновые вещества хорошо растворяются в 84 %-ной фосфорной кислоте и жидком аммиаке; в глицерине и формамиде они набухают [4].

Пектиновые вещества в растениях находятся в динамическом равновесии, могут превращаться друг в друга: при созревании, хранении плодов протопектин переходит в растворимые формы под влиянием пектолитических ферментов (полигалактуроназа, пектинэстераза, пектатлиаза). Из-за непрерывного естественного гидролиза, происходящего под действием комплекса пектолитических ферментов, студнеобразующая способность пектиновых веществ даже для одного и того же сорта плодов меняется в ходе созревания, при их хранении и переработке [5].

Перенесение биохимических процессов происходящих в живой растительной клетке на регулируемый лабораторно-промышленный уровень позволяет получать низкоэтерифицированные пектиновые вещества с необходимым комплексом физико-химических свойств.

При уникальной разносторонности проявления биологической активности низкоэтерифицированных пектиновых веществ, сфера их применения в пищевой промышленности остается очень узкой.

Актуальным является получение биохимически модифицированных пектиновых веществ с регулируемыми ценными технологическими свойствами для структурированных пищевых продуктов общего и функционально-

го назначения. Немаловажным фактом является также то, что ионы Ca²⁺ повсеместно присутствуют в плодово-овощном сырье, поэтому изучение и характеристика их влияния на поведение пектолитического ферментного препарата с избирательными функциональными особенностями, позволяющего получать низкоэтерифицированные пектины, обладающие как детоксикационными, так и гелеобразующими свойствами, является обоснованием актуальности проведения данных исследований.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Решающее значение для практического применения пектинов в пищевой промышленности имеет их повышенная вязкость, которая является одним из характерных свойств водных растворов пектиновых веществ, являющихся лиофильными коллоидами. Молекулы пектина в растворе легко ассоциируются друг с другом или с крупными молекулами сопутствующих веществ. Молекулы пектина в воде подвергаются сольватации, вокруг них образуется жидкостный слой, более плотный в первых слоях и рыхлый в участках, удаленных от частиц пектина. Взаимное расположение пектиновых молекул в оводненных структурах может изменяться в широких пределах в зависимости от химической природы растворителя, влияя на вязкость раствора [6].

Вязкость водных растворов пектинов зависит от различных факторов: массовой доли, длины молекулярной цепи, степени этерификации, присутствия электролитов и температуры. С увеличением молекулярной массы пектина при прочих равных условиях вязкость увеличивается. Исследования, проведенные с пектиновыми веществами различной степени этерификации, показали, что при pH 6...7 вязкость максимальная, при pH 4 — минимальная. В интервале pH 3,5...8,0 пектиновый раствор ведет себя как раствор пучков элементарных фибрилл. При добавлении небольших количеств NaCl в растворы пектина вязкость раствора сначала заметно снижается, а затем принимает постоянное значение для любого образца пектина [6, 7].

Увеличение вязкости является обязательным при формировании пространственных агрегатов между пектиновыми молекулами.

Это свойство пектиновых веществ используют в производстве плодово-овощных консервированных продуктов, имеющих густую вязкую консистенцию (томатные, овощные, фруктовые соусы), которая достигается в традиционных технологиях увеличением концентрации либо собственных сухих веществ — увариванием или добавлением сахара (повидло, джемы, желе) [8].

Аналогичную консистенцию можно получить, используя низкоэтерифицированные пектиновые вещества (НПВ), которые способны образовывать вязкие, прочные студни в присутствии солей поливалентных металлов с содержанием 35 % сахара или без него, роль сахара в таких продуктах — как вкусовая добавка.

Низкоэтерифицированные пектины получают путем деполимеризации природных высокомолекулярных пектинов. Наиболее известными является методы: кислотный, щелочной и ферментативный. Для кислотного способа получения НПВ характерно ускорение процессов термического разложения пектиновых веществ — разрывы гликозидных связей, окисление, декарбонирование,

образование фурфурола и его производных. Это сопровождается снижением выхода НПВ и загрязнением гидролизата продуктами их разложения. Преимуществом щелочного способа деэтерификации является его высокая скорость прохождения этого процесса и низкая температура, но дает большой разброс молекулярных масс пектинов в продукте, а выделившаяся галактуроновая кислота малоустойчива в щелочной среде и легко распадается с образованием ненасыщенных, сильноокрашенных соединений. Ферментативный способ по скорости деэтерификации не уступает щелочному способу и протекает без изменений значения молекулярной массы, что свидетельствует о его перспективности, а также позволяет модифицировать пектиновые вещества сырья без внесения низкоэтерифицированных пектиновых веществ в пищевую систему [9].

Модификация пектиновых веществ фруктового и овощного сырья растительными пектинметилэстеразами позволяет получить низкоэтерифицированный пектин, который образует почти прозрачные гели. Скорость желирования и прочность геля зависят от ионов, образующих комплексы с кальцием (цитраты, фосфаты) в широком диапазоне рН.

При использовании НПВ сахар не так важен, и это их свойство является приоритетным при приготовлении загустителей и стабилизаторов консистенции в производстве фруктовых консервов, овощных десертов, напитков, кетчупов и соусов [10].

Одними из основных факторов, влияющих на свойства НПВ увеличивать вязкость растворов и склонность к гелеобразованию, являются массовая доля поливалентного иона и пектиновых веществ. Влияние каждого из этих факторов на свойства студня является функцией двух других факторов. Студнеобразующая способность пектина находится в зависимости от молекулярной массы пектина и от растворимости его в условиях получения студня.

Сведения о повышении или понижении растворимости ферментативно модифицированных пектиновых веществ в воде путем введения в систему катионов бивалентных металлов для получения устойчивых высококачественных гелей с низкой сахаремкостью, весьма ограничены.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектами исследования в данной работе были: пектин цитрусовый (производства корпорации «Herbstreith und Fox», Германия); ферментативный препарат пектинметилэстеразы из соковых вод картофеля, хлорид кальция (ГОСТ 450-77); глюконат кальция (СанПиН 2.3.2.1293-03); лактат кальция (ГОСТ 31905-2012); гидрофосфат кальция (ГОСТ Р 53945-2010).

Цель работы состояла в изменении свойств модельных растворов пектиновых веществ пектолитическими ферментами растительного сырья с целью получения структур с разными вязкостными характеристиками и определение условий, влияющих на ускорение процессов гелеобразования в процессе биохимических реакций с целью получения гидроколлоидов с улучшенными технологическими свойствами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определение влияния природы солей кальция на активность пектинметилэстеразы и изменение степени этерификации модельного пектинового раствора;

- выбор оптимальных параметров проведения процесса деэтерификации пектиновых веществ исследуемых модельных растворов;
- исследование термообратимости низкоэтерифицированных модельных пектиновых растворов и влияние природы солей кальция;
- влияние массовой доли ионов кальция на распределение полисахаридной цепочки и технологические его характеристики.

4. Определение влияния природы соли Са на ферментативную деэтерификацию и растворимость пектиновых веществ

Проводили процесс деэтерификации пектиновых веществ с использованием пектолитических ферментов, содержащихся в отходах растительного сырья [11, 12], в присутствии различных солей кальция (эффекторов).

В зависимости от природы эффектора, он может выступать как активатором, так и ингибитором ферментативного гидролиза.

Исследования влияния природы аниона солей кальция проводили путем введения их в состав 1 % раствора цитрусового пектина. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние природы соли кальция на растворимость модифицированного 1 % раствора пектина

Вводимая соль	с. з., %	рН среды	Консистенция/объем выделившейся жидкой фазы, %
Цитрусовый пектин (контроль)	62	3,8	вязкий раствор/—
Хлорид кальция	38	2,7	синергичный сгусток/36
Глюконат кальция	38	3,8	прочный гель/—
Лактат кальция	38	3,7	мягкий гель/—
Гидрофосфат кальция	38	3,2	синергичный сгусток/28

Введение в смесь солей кальция оказывает влияние, как на растворимость, так и на студнеобразующую способность модифицированного раствора пектина. Природа вносимой соли оказывает влияние на величину рН, что следует учитывать при использовании этих солей для получения желеобразных продуктов с нормируемыми уровнями рН. Пектины низкой степени этерификации в зависимости от концентрации ионов кальция могут быть осаждены и фракционированы с образованием осадка или могут давать различные по консистенции гели — от высоковязких до высокоэластичных.

При добавлении солей кальция, ионы металла вступают во взаимодействие с карбоксильными группами пектиновых макромолекул, в результате чего происходит компактизация полимерной цепи.

Отношение к ионам кальция определяется по количеству отрицательного заряда молекул пектиновых веществ в растворе. Пектины со степенью этерификации 38 %, содержащие небольшое количество метоксильных веществ, обладают повышенной чувствительностью к солям кальция и выраженным сольватным действием, поскольку нейтрализуется отрицательный заряд пектиновых молекул, и образуются нерастворимые соединения. Увеличение ионов кальция в золе пектинов вызывают

ассоциацию макромолекулы с перераспределением внутри-молекулярных связей в межмолекулярные, и образованием пектиновых микрогелей.

Исследовали растворы цитрусового пектина с массовой долей пектина от 0,1 до 1 г на 100 см³, в котором проводили ферментативную модификацию пектина в течение 30 мин при температуре 45 °С с последующим измерением вязкости раствора.

Увеличение концентрации пектина в растворе прямо пропорционально влияет на его вязкость, где максимальное ее значение достигается в диапазоне массовой доли пектина от 0,6, при большем его значении модифицированная молекула пектина образует хрупкие гели — от 0,7 до 0,8 и прочные — от 0,9 до 1 г пектина. При массовой доле пектина 0,1–0,6 г и с. э. 38 % с течением времени (35 мин) в растворе наблюдается расслоение жидкости и образование желатинного сгустка (рис. 1).

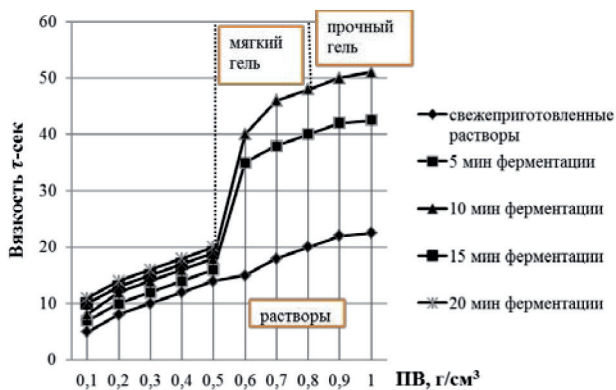


Рис. 1. Влияние времени ферментации и массовой доли пектиновых веществ (с. э. 38 %) на вязкость его растворов

С введением солей кальция в раствор цитрусового пектина с. э. 38 %, с расчетом 50 мг иона кальция на 1 г пектина, рис. 2, наблюдается их разное поведение в зависимости от природы вносимой соли.

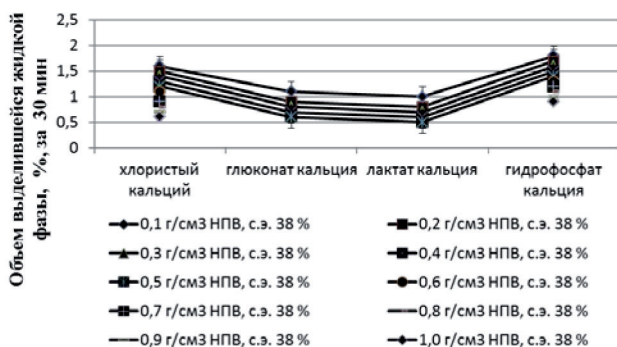


Рис. 2. Зависимость объема выделившейся жидкой фазы от массовой доли пектина и природы соли кальция

Использование хлористого и фосфорнокислого кальция, которые имеют хорошую растворимость в водных растворах, показывают, что содержание свободных кислотных остатков в пектине является важной характеристикой, так как определяет количество центров, в которых такие двухвалентные катионы, как ионы кальция, могут связывать между собой две цепи молекул пектина с образованием трехмерной сети — геля.

Однако, если содержание свободных кислотных остатков становится слишком велико, то взаимодействия между цепями молекул пектина и двухвалентными катионами становятся настолько сильными, что образующаяся трехмерная сеть становится неспособной удерживать водную фазу внутри трехмерной сети. Это приводит к высвобождению воды вызванное синерезисом. В тоже время пектиновые вещества с глюконатом и лактатом кальция образуют эластичные гели.

Таким образом, на прочность геля влияют концентрация пектина, его тип и содержание в композиции ионов кальция. Рецептурное содержание пектина и ионов кальция в соответствии с рис. 3 приводит к образованию оптимальной текстуры. Высокие концентрации ионов кальция вызывают образование хрупкого геля с сильной склонностью к синерезису и в конечном итоге к выпадению соли — пектината кальция.

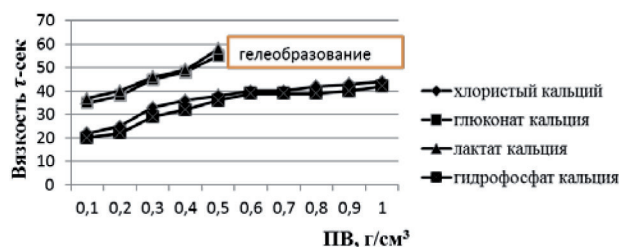


Рис. 3. Влияние природы соли кальция на вязкость НПВ (с. э. 38 %)

В отличие от высокоэтерифицированных низкоэтерифицированные пектиновые вещества могут давать термообратимые гели, пространственная сетка которых образована не только ковалентными и водородными связями, но и вторичным взаимодействием с катионами металлов.

Исследование термообратимости (рис. 4) раствора низкоэтерифицированного цитрусового пектина показал сохранение способности к гелеобразованию после 10 мин выдержки при кипении уже через 15 мин после охлаждения образцов с содержанием пектина от 0,6 до 1 г.

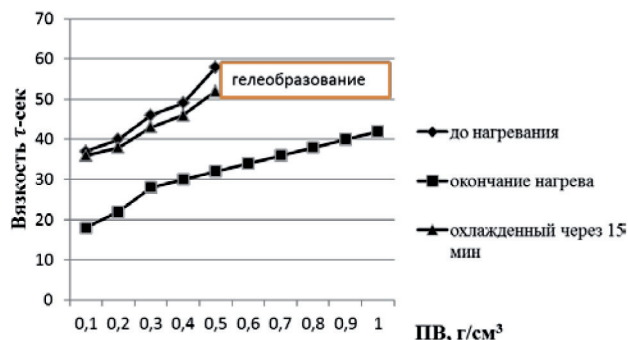


Рис. 4. Термообратимость модифицированного цитрусового пектинового раствора

Количество ионов кальция, требуемого для гелеобразования, определяется типом пектина. Добавленные ионы кальция влияют на температуру желирования и текстуру геля из низкоэтерифицированного пектина. С увеличением концентрации ионов кальция текстура становится более плотной и более хрупкой. В случае передозировки ионов кальция, пектинаты кальция осаждаются. Текстура становится вязкой и менее прочной.

Для получения качественного продукта 1 % модифицированный цитрусовый пектин с э. 38 % стандартизировался по реакционной способности к кальцию. Изменение ионной силы в растворе модифицированного пектина существенно влияет на поведение полимера, особенно на распределение полисахаридной цепочки и, соответственно, на его вязкость.

Результаты исследования влияния массовой доли ионов Ca^{2+} на изменение структурно-механических свойств растворов низкоэтерифицированных (с.э. 38 %) пектиновых веществ (рис. 5).

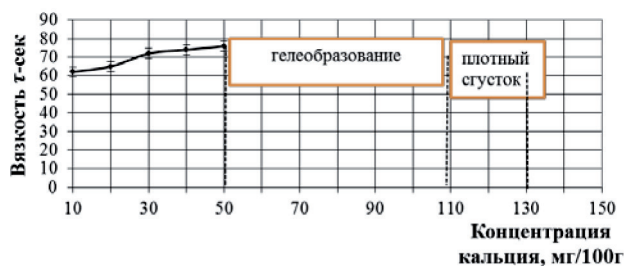


Рис. 5. Влияние массовой доли ионов кальция на вязкость модифицированного пектина

При более высоких концентрациях катионов кальция происходит тесное сближение пектиновых цепочек, в результате чего гель не образуется, и пектинаты кальция выпадают в осадок, образуя плотный стужок.

Проведенный анализ технологических свойств модифицированного цитрусового пектина показал, что на студнеобразующую способность влияет как природа солей кальция, так и их массовая доля.

5. Обсуждение результатов исследований влияния природы соли Ca на ферментативную дезэтерификацию и растворимость пектиновых веществ

Применение в современной пищевой технологии низкоэтерифицированных пектиновых веществ, степень этерификации, которых изменялась с использованием растительных пектолитических ферментов, позволяет создать ассортимент продуктов вязкой и гелевой природы (майонезы, соусы, пастила, зефир, мармелад, джемы, конфитюры и др.), структурированных и текстурированных, минуя жесткие тепловые процессы, такие как уваривание и концентрирование. При нагревании уже выше 60°C происходит деполимеризация пектиновых веществ как сырья, так и вносимого по рецептуре, при низком его содержании в сырье, и продукт теряет способность к структурообразованию. Полученные биотехнологическим способом низкоэтерифицированные пектиновые вещества в присутствии ионов кальция до $50\text{ мг}/100\text{ г}$ дают вязкие растворы, что важно для получения соусобразных продуктов. При концентрации $50\text{--}110\text{ мг}/100\text{ г}$ образуют устойчивые гели, что дает возможность получать железные структурированные продукты, а при концентрации ионов кальция $111\text{--}130\text{ мг}/100\text{ г}$ образуют гелеобразные стужки, что позволит в дальнейшем разработать способ холодного концентрирования целевого продукта.

Полученные результаты исследований влияния природы солей кальция на ферментативную дезэтерификацию и растворимость пектиновых веществ необходимы для

расширения ассортимента структурированных пищевых продуктов с усиленными функциональными свойствами и создания альтернативы импортным загустителям и студнеобразователям, в связи с отсутствием отечественных производственных аналогов.

6. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Исследовано активирующее действие ионов кальция на пектолитический комплекс растительного сырья, используемый для снижения степени этерификации пектиновых веществ с 62 % до 38 % в течении 15–20 мин. Природа изученных автором данной работы солей кальция существенно влияет на студнеобразующую способность раствора модифицированного цитрусового пектина изменяя pH, что следует учитывать при использовании этих солей для получения желеобразных продуктов с нормируемыми уровнями pH и может снижать прочностные характеристики геля, а катион кальция позволяет получать разнообразные гелевые композиции с содержанием пектиновых веществ в диапазоне $0,7\text{--}1,0\text{ г}$ на 100 см^3 .

2. Установлены технологические параметры образования пектин-кальциевого комплекса при внесении от 10 до 150 мг ионов Ca^{+2} на 1 г пектина, что позволяет регулировать растворимость низкоэтерифицированных пектиновых веществ. Гелеобразование $0,7\text{--}1,0\text{ %}$ растворов цитрусовых модифицированных пектинов достигается в течение 15 мин при температуре 45°C с образованием пектин-кальциевого комплекса и массовой доле ионов кальция в количестве $50\text{--}110\text{ мг}$ на 1 г пектина, что дает возможность получать структурированные пищевые системы.

3. Исследована термообратимость раствора низкоэтерифицированного цитрусового пектина с массовой долей ионов Ca^{2+} $50\text{--}110\text{ мг}$ на 1 г пектина, которая показала способность к самовосстановлению структуры после термического разрушения.

4. Установлено, что в исследуемом растворе полисахарида соли кальция позволяют регулировать структурно-механические свойства пектиновых гелей. Введение в смесь ионов Ca^{2+} увеличивает способность к студнеобразованию почти в 2 раза. При низкой его концентрации в низкоэтерифицированных растворах пектина увеличивается вязкость, по мере увеличения его концентрации получается непрочный студень. Повышенное содержание ионов Ca^{+2} увеличивает ломкость (хрупкость) геля и способствует синерезису.

Литература

- Голубев, В. Н. Пектин: химия, технология, применение [Текст] / Н. В. Голубев, Н. П. Шелухина. — М.: Изд. АТН РФ, 1995. — 373 с.
- Heyraud, A. Structural characterization of alginates by liquid chromatographies [Text] / A. Heyraud, C. Leonard // Food Hydrocolloids. — 1990. — Vol. 4, № 1. — P. 59–68. doi:10.1016/s0268-005x(09)80328-7
- Akahane, T. Conductimetric titration of polyelectrolytes having sulfate and carboxyl groups [Text] / T. Akahane, S. Takeuchi, A. Minakata // Polymer Bulletin. — 1990. — Vol. 24, № 4. — P. 437–444. doi:10.1007/bf00294098
- Hyde-Smith, J. I. Pectin the fluid-based additive [Text] / John I. Hyde-Smith // Food Thade Rev. — 1988. — № 10. — P. 577–579.
- Osol, A. The Disrensatory of the United States of America [Text] / A. Osol, G. Farrar. — Philadelphia, Montreal: J. B. Zippincott company, 1995. — P. 979–980.

6. Сливкин, А. И. Полиурони́ды. Структура, свойства, применение (обзор) [Текст] / А. И. Сливкин // Вестник ВГУ. Серия: химия, биология. — 2000. — С. 30–46.
7. Kohn, R. Ion binding on polyuronates — alginate and pectin [Text] / R. Kohn // Pure and Applied Chemistry. — 1975. — Vol. 42, № 3. — P. 371–397. doi:10.1351/pac197542030371
8. Гликман, С. А. Природа и свойства пектиновых студней [Текст] / С. А. Гликман, С. И. Орлов // Сборн. материалов Всесоюз. совещ. по вопр. Техн. и химии пектина. — М., 1962. — С. 55–56.
9. Безусов, А. Т. Влияние способов деэтерификации пектиновых веществ на их растворимость в кислых средах [Текст] / А. Т. Безусов, И. А. Белоусова, Т. И. Никитчина // Научно-производственный журнал. Харчова наука і технологія. — Одеса, 2008. — № 2(2). — С. 27–30.
10. Dangler, K. Texturing of gum and gel articles using classic apple pectin [Text] / Kai Dangler // Food Market and Technol. — 1993. — Vol. 7, № 4. — P. 22–28.
11. Никитчина, Т. И. Влияние природы солей кальция на технологические свойства биохимически модифицированных пектиновых веществ [Текст] / Т. И. Никитчина, А. Т. Безусов // Научно-производственный журнал. Пищевая наука и технология. — Одеса, 2014. — № 4(29). — С. 18–22
12. Нікітчина, Т. І. Одержання пектинметилестераз з відходів консервних підприємств [Текст]: збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції / Т. І. Нікітчина // Хімія, біо- і нанотехнології, екологія і економіка в харчовій і косметичній промисловості. — Х.: НТУ «ХПИ», 2014. — С. 124–129.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОХІМІЧНО МОДИФІКОВАНИХ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН

У роботі приведені результати експериментальних досліджень по регулюванню розчинності модифікованих низькоетерифікованих пектинових речовин шляхом внесення ефеторів — іонів кальцію, які дозволяють створювати структурні композиції гелів залежно від часу ферментативної деетерифікації і масової долі пектинових речовин в розчині.

Ключові слова: пектинові речовини, ступінь етерифікації, солі кальцію, ферментативна деетерифікація, гелеутворення.

Никитчина Татьяна Ивановна, кандидат технических наук, кафедра биотехнологии, консервированных продуктов и напитков, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, e-mail: nikitchinati@ukr.net.

Нікітчина Тетяна Іванівна, кандидат технічних наук, кафедра біотехнології, консервованих продуктів і напоїв, Одеська національна академія харчових технологій, Україна.

Nikitchina Tatiana, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: nikitchinati@ukr.net

УДК 687.03

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.40514

**Ріпка Г. А.,
Мазнев Е. О.,
Мичко А. А.**

ОБГРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ РУЙНУВАННЯ ЗРАЗКІВ МАТЕРІАЛУ ВИШИВАЛЬНИМИ ГОЛКАМИ

В роботі приведені результати досліджень, пов'язані з обґрунтуванням критеріїв оцінки руйнування зразків матеріалу вишивальними голками № 75; 80; 90 і 100. Для оцінки ступеня руйнування проб використовувались такі критерії, як зміна значень розривальних характеристик та коефіцієнта повітропроникності.

Ключові слова: ступінь руйнування матеріалу, плівка, вишивальна голка, крок стібка, критерії оцінки.

1. Вступ

На сьогоднішній день постає проблема передчасного руйнування дитячого одягу повсякденного призначення. На основі проведеного аналізу відносно умов та видів ігрових розваг дітей дошкільного віку, характерних рухів, активності, кількості часу, відведеного для прогулянок, місць їх проведення, метрологічних показників навколишнього середовища та інше, можна стверджувати про наявність небезпечних факторів побутового характеру в процесі вказаної діяльності. Ці фактори обґрунтовуються наявністю неконтрольованого та надмірного навантаження як на виріб в цілому, так і на його окремі деталі, що приводить до появи пружних, еластичних і пластичних деформацій. Механічні фактори, які оцінюються значеннями розривальних, роздиральних показників та стійкістю до стирання по площині характеризуються, в основному, локальним впливом на текстильний матеріал. Це приводить до концентрації та появи критичних деформаційних

напружень, які обумовлюють руйнування виробів в процесі їх експлуатації або передчасне зношування. Тому підвищення експлуатаційних властивостей одягу повсякденного призначення для дітей дошкільного віку засобами машинного вишивання є актуальною науковою задачею.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В процесі виконання робіт, при з'єднуванні деталей текстильних виробів швейною машиною обґрунтовано використовують оптимальний номер голки [1, 2]. Це, насамперед, пов'язано з наявністю теоретичних основ та об'єктивних експериментальних досліджень у даному напрямку, які проводились спеціалістами-технологами на протязі багатьох років. До цього додавались такі знання, як асортимент та природа швейних ниток, зміна розривальних характеристик та стійкість до стирання по площині, температурні границі використання в разі