

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКАЦІЇ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПСЕВДОПЛАСТИЧНИХ РІДИН

Безусов А. Т., д-р техн. наук, професор, Нікітчина Т. І., канд. техн. наук, докторант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі досліджена зміна структурно-механічних характеристик модельних розчинів цитрусового пектину від властивостей модифікованого пектину. Встановлено, що кількість іона кальцію, який вноситься, значною мірою впливає на ефективну в'язкість модельних зразків розчину цитрусового пектину. Досліджений прямий зв'язок між ефективною в'язкістю і напругою зрушення, які є основною характеристикою структурно-механічних властивостей дисперсних систем.

The paper investigates change of the structural and mechanical characteristics of model solutions of citrus pectin on the basis of properties of modified pectin. It has been determined that the amount of calcium ion, which is introduced, significantly influences effective viscosity of model samples of the citrus pectin solution. Direct relationship between effective viscosity and shear stress that are the main characteristic of structural and mechanical properties of dispersed systems is studied.

Ключові слова: реологія, розчин цитрусового пектину, ступінь етерифікації, іони кальцію, біотехнологія.

До основних реологічних властивостей харчових продуктів відносяться в'язкість, пружність, що мають тісний зв'язок в оцінці консистенції продукту. Консистенція багатьох фруктово-овочевих продуктів обумовлена наявністю в них пектинових речовин. Пектинові речовини розрізняються за молекулярною масою, ступенем етерифікації кислого полісахариду — полігалактуронана [1].

— Важливою властивістю пектинових речовин, яке має відношення до консистенції є здатність утворювати цукрово-кислотно-пектинові желе. Міцність зв'язків пектинового желе залежить від співвідношення вільних і етерифікованих карбоксильних груп. Желеутворення частково обмилених пектинів вище желуючої здатності пектину з високим ступенем етерифікації з яких вони отримані. При ступені етерифікації нижче 50 % система втрачає властивість утворювати цукрово-кислотне желе, але набуває здатність утворювати желе з Ca^{+2} . Як наслідок утворення іонних зв'язків між молекулами пектину безпосередньо через іони Ca^{+2} [2].

Утворення желе також зв'язують з наявністю зони зв'язування, між молекулами полігалактуронана (ПГ) і при її збільшенні відбувається утворення нерозчинного осаду. Нейтральні полісахариди — розгалужені ксилогалактуронан, апіогалактуронан, рамногалактуронан-I і рамногалактуронан-II можуть бути пов'язані з основним ланцюгом ПГ, утворюючи бічні відгалуження, які обмежують міру асоціації молекул ПГ. Зони зв'язування утворюються між регулярно нерозгалуженими молекулами пектинових речовин, в тих випадках, коли негативний заряд $-\text{COOH}$ груп нейтралізований кислотою. Зменшення міри гідратації молекул ПГ досягається додатковим внесенням в нього розчиненої речовини (головним чином цукру) [3].

Утворення желе можливе внесенням в розчин речовин, що утворюють місткові зв'язки між молекулами ПГ, в консервній промисловості використовують солі Ca^{2+} . Утворення таких зв'язків можливе за наявності великої кількості вільних $-\text{COOH}$ груп, характерних для низькоетерифікованих пектинових речовин (НПР) [4].

Метою роботи стало дослідження впливу ступеня етерифікації ферментативно модифікованих пектинових речовин на реологічні властивості розчинів цитрусового пектину.

Для дослідження впливу модифікованого пектину на зміну реологічних властивостей розчинів, готували модельні системи з цитрусового пектину з масовою часткою 0,1...1 %, ферментованого рослинною пектинметилестеразою до зниження ступеня етерифікації з 68 % до 32 %. Вимір реологічних параметрів отриманих розчинів цитрусового пектину проводили на приладі "Реотест-2". За отриманими результатами будували залежності швидкості деформації ϵ і в'язкості η від напруги зрушення P , P_a (реологічні криві в'язкості і плинності). Реологічна крива плинності розчинів пектину (з ступенем етерифікації 32 %) з різною його масовою часткою представлена рис. 1.

З експериментальних даних видно, що отримані системи структуровані і проявляють псевдопластичні властивості. Низькоетерифікований цитрусовий пектин із ступенем етерифікації 32 % утворює наймі-

цнішу структуру, коли масова частка пектину в розчині 0,8...1,0 %, яка поступово руйнується під впливом навантаження.

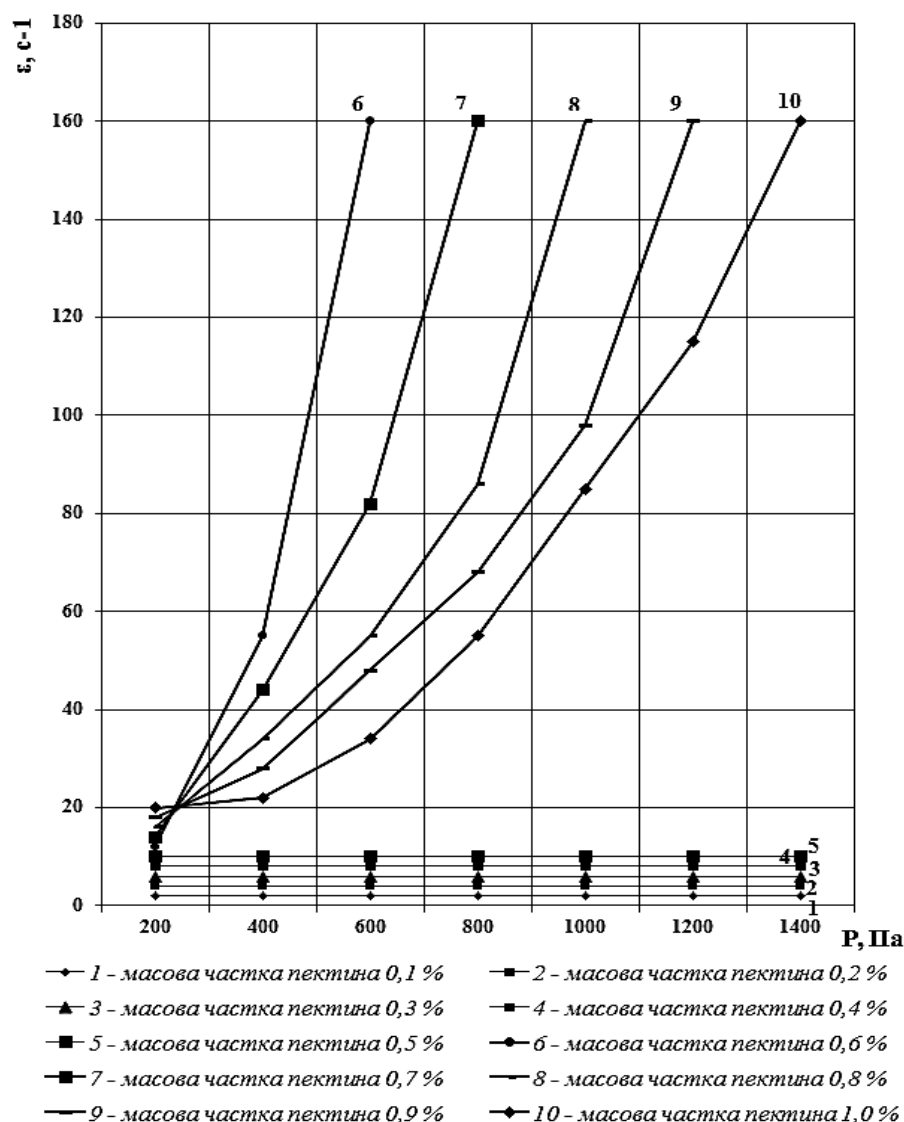


Рис. 1 — Реологічні криві плинності розчинів цитрусового пектину з НПР і різною масовою часткою пектинових речовин

У даному режимі деформації отримані повні реологічні криві для розчинів із ферментованим цитрусовим пектином із ступенем етерифікації 32 % з масовою часткою пектину 0,6...1,0 %. Для пектинових розчинів із ступенем етерифікації пектинових речовин 32 %, при відносно невеликому вмісті полігалактуронану 0,1...0,5 %, реологічні криві випрямляються та йдуть паралельно осі напруги зрушення, що свідчить про слабе зчеплення частка-полімер і низьку агрегативну стійкість (рис. 2).

У модельних системах з модифікованим цитрусовим пектином із масовою часткою пектинових речовин в розчині 0,8...1,0 % велика міцність структурних зв'язків і утвореної надмолекулярної структури, в порівнянні з аналогічними розчинами, але з масовою часткою пектину 0,1...0,6 %. Тому, ці системи більше проявляють пластичні властивості і поступово руйнуються при збільшенні навантаження.

Порівняльний аналіз регуляторів консистенції 1 % низькоетерифікованих розчинів пектину показав, що високу в'язкість і структуроутворюючу здатність мають лактат і глюконат кальцію (рис. 3).

Для розробки конкретних рекомендацій по введенню іонів кальцію в модельні композиції з масовою часткою 1 % НПР досліджували реологічні властивості бінарних систем отриманих при різних співвідношеннях цитрусового пектину із ступенем етерифікації 32 % і іонів кальцію.

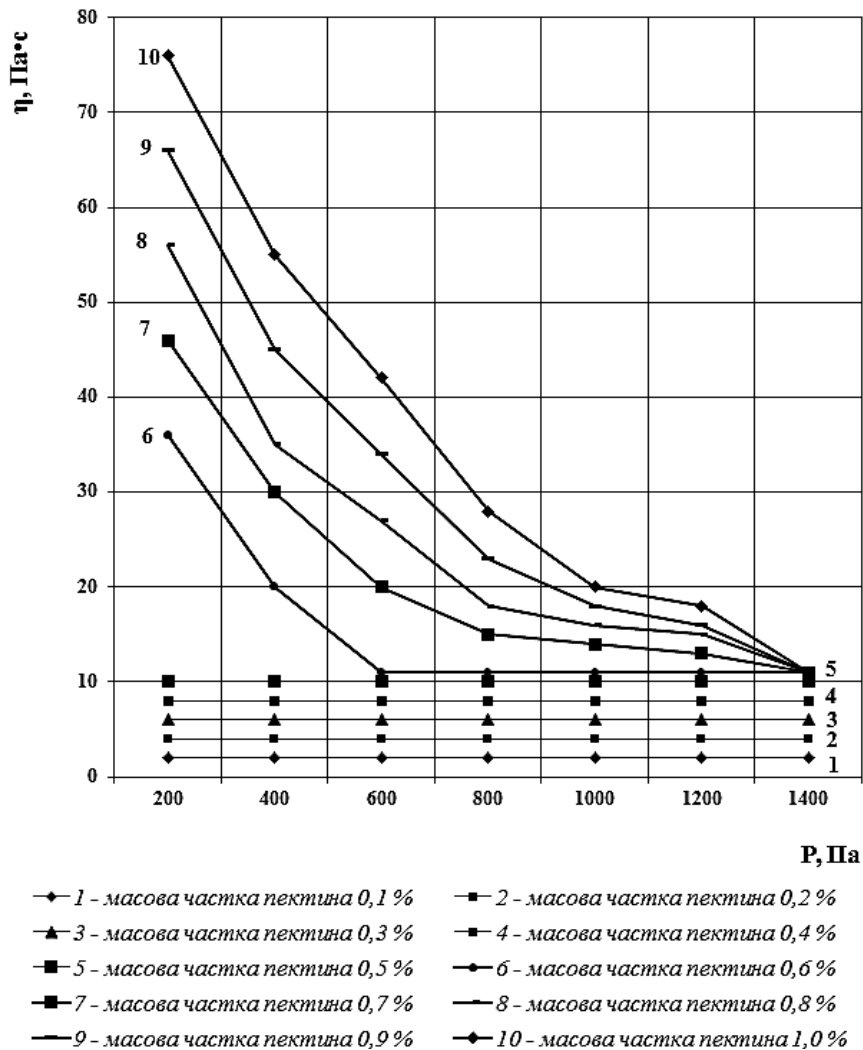


Рис. 2 — Реологічні криві в'язкості розчинів цитрусового пектину з НПР і різною масовою часткою пектинових речовин



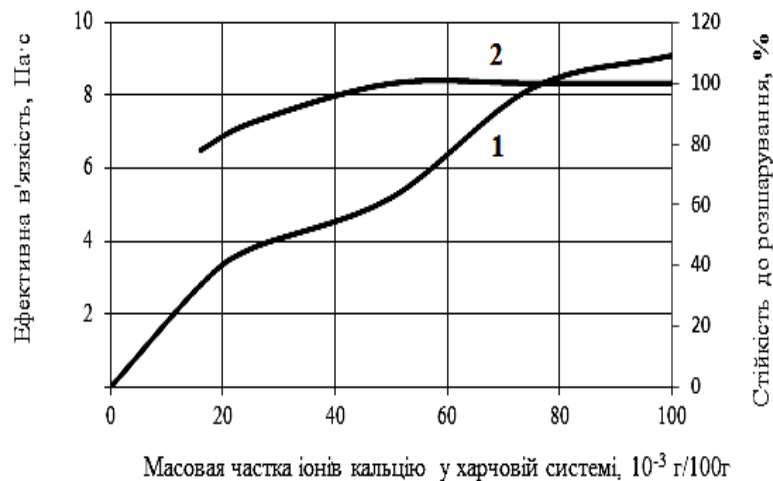
Рис. 3 — Реологічні криві в'язкості розчинів цитрусового пектину з НПР (зі ступенем естерифікації пектинових речовин 32 %) і різною масовою часткою іонів кальцію

в'язкість бінарної системи знижується, що, ймовірно пов'язано зі зменшенням поверхневого натягнення розчину структуроутворювачів.

Висока в'язкість і найкраща стійкість до розшаровування забезпечуються при вмісті іонів кальцію у бінарній системі від $50 \cdot 10^{-3}$ до $100 \cdot 10^{-3}$ г/100 г (рис. 4).

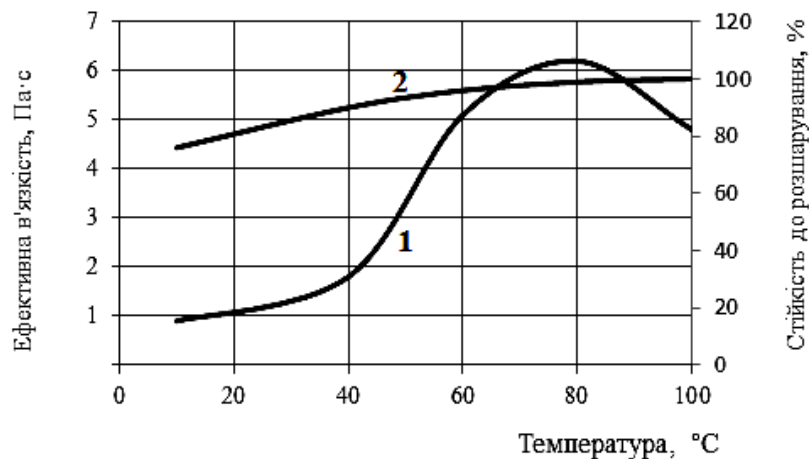
З метою обґрунтування оптимальних температурних режимів відновлення композиції полімер—іони кальцію досліджували залежність стійкості до розшаровування і в'язкості харчової системи від температури відновлення (рис. 5).

Виявлено, що зі збільшенням температури збільшується в'язкість бінарної системи, оскільки при нагріванні покращується процес розподілу дисперсної фази в дисперсному середовищі. Проте при температурі вище 85°C



1 — ефективна в'язкість; 2 — стійкість до розшарування

Рис. 4 — Залежність ефективної в'язкості і стійкості до розшаровування від складу бінарної системи «низкоетерифікований цитрусовий пектин—іони кальцію»



1 — ефективна в'язкість; 2 — стійкість до розшарування

Рис. 5 — Залежність ефективної в'язкості і стійкості до розшаровування бінарної системи «низкоетерифікований цитрусовий пектин—іони кальцію» від температури

Висновок. Проведені дослідження дозволили встановити, що з метою забезпечення необхідних реологічних властивостей відновленого пектинового желе раціональним є введення в рецептуру бінарної композиції «низкоетерифікований цитрусовий пектин—іони кальцію» з масовою часткою пектинових речовин не менше 1 % та іонів кальцію у межах 50...100 мг/100 г. Отримані дані реологічних властивостей стабілізаційних систем на основі низкоетерифікованого пектину одержаного біохімічним способом дають можливість спрогнозувати структурно-механічні властивості термостабільних гелів для структурованих продуктів з розширенням їх функціонального призначення.

Література

1. Матц, С. А. Структура и консистенция пищевых продуктов [Текст]: переводное издание / С. А. Матц; пер. с англ. под ред. А. Ф. Наместникова. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 239 с.

2. Warrand, J. Structural investigations of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seed mucilage [Text] / J. Warrand., P. Michaud., L. Picton at all // Int. J. Biol. Macromol – 2005. – Vol. 35, Issue 3–4. – P. 121–125.
3. Голубев, В. Н. Пектин: химия, технология, применение [Текст] / В. Н. Голубев, И. П. Шелухина. – М.: Изд-во АТН РФ, 1995. – 387 с.
4. Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов [Текст] / Л. В. Донченко – М.: Изд-во Дели, 2000. – 255 с.

УДК 641.521:639.211.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ИМИТИРОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ

¹Маноли Т. А., канд. техн. наук, доцент, ¹Глушков О. А., канд. техн. наук, ассистент,¹Барышева Я. О., магистр, ²Чибиц Н. В., ст. преподаватель¹Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса²Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь

Основным условием производства имитированных балычных изделий является наличие сырьевых источников, которые отвечают ряду требований, прежде всего размерам мышечного волокна, химического состава и способности к созреванию. В работе исследованы основные морфологические признаки мышечной ткани и ее биохимические особенности: определены условия интенсификации процесса созревания, формирующие вкус, аромат и консистенцию мышечной ткани.

The main condition for production of the cured fillet products is availability of sources of raw materials that meet a number of requirements, primarily, of size of muscle fibers, chemical composition and ability to mature. The paper investigates main morphological characteristics of the muscle tissue and its biochemical features: conditions of intensification of the maturation process that form taste, aroma and consistence of the muscle tissue were determined herein.

Ключевые слова: лосось, имитированные рыбные продукты, пиленгас, толстолобик

Рыбное хозяйство занимает важное место в экономике Украины и представляет собой многоотраслевой комплекс с различными предприятиями как по роду деятельности, так и по формам собственности.

Существующий объем уловов биоресурсов составляет 91,2 тыс. тонн, что обеспечивает среднелюдское потребление всего 2 кг в год при рекомендуемом ФАО ВОЗ объеме потребления на уровне 23 кг [1].

Потребление рыбы и рыбных продуктов населением Украины

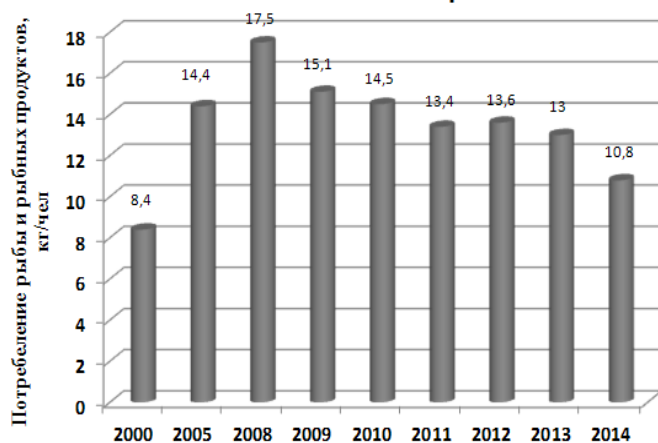


Рис. 1 — Потребление рыбы и рыбных продуктов населением Украины

При этом в США этот показатель составляет 22,6 кг, в Китае — 25,7 кг, в Норвегии — 47,4 кг, Японии — 64,7 кг. В настоящее время отечественное рыбное хозяйство обеспечивает менее 10 % потребности населения в рыбе и морепродуктах [2]. Остальную часть обеспечивает импорт, в основном в замороженном виде. С каждым годом украинцы все меньше потребляют рыбу (рис. 1).

Прогнозируется, что в 2015 году этот показатель сократится до 9,9 кг на человека против 10,8 кг в 2014 году [3]. Один из самых популярных видов импортной рыбопродукции — лососевые. Представленные на рынке Украины лососевые, в основном, являются видами, выращенными в искусственных условиях. В настоящее время имеется целый ряд исследований, посвященных изучению отличий химического состава диких лососевых и выращенных в искусственных условиях.