

5. Шрамко Е. Уроки и техника кондитерского мастерства / Е. Шрамко. – М. : Ресторанные ведомости, 2005. – 159 с.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.
© Ж.А. Крутовой, Г.В. Запаренко, 2013.

УДК 543.421/424:664.38.001.57

М.Ф. Перцевой, асп. (ХДУХТ, Харків)

П.В. Гурський, канд. техн. наук, доц. (ХНТУСГ, Харків)

Т.О. Кузнецова, канд. хім. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)

ВИВЧЕННЯ ІЧ-СПЕКТРІВ СУХИХ ПЛІВОК МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЖЕЛАТИНУ

Для визначення впливу інгредієнтів продукту структурованого на міцність утвореної структури драглів було досліджено ІЧ-спектри сухих плівок модельних зразків драглів желатину з додаванням цих компонентів. У результаті вивчення спектрів зразки були розташовані в ряд за зростанням міцності утвореної структури.

Для определения влияния ингредиентов продукта структурированного на прочность образованной структуры студня были проведены исследования ИК-спектров сухих пленок модельных образцов студней желатина с добавлением этих компонентов. В результате изучения спектров образцы были расположены в ряд по возрастанию прочности образованной структуры.

In this work for the determination of impact of the formulation components of a structured product on the durability of the formed gel structure investigation of IR-spectrums of dry films of model samples of gelatin gels with the addition of these components was performed. As a result of IR analysis samples were set in order of increasing durability of the formed structure.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасні технології одержання комбінованих молочно-рослинних продуктів спрямовані на одержання продуктів профілактичної дії та зниженої енергетичної цінності. Додавання до молочної сировини натуральних компонентів (фрукти, овочі, злаки та ін.) дозволяє збалансувати й покращити харчову та біологічну цінність молочних продуктів завдяки введенню рослинних білків, амінокислот, вітамінів, мікро- та макроелементів [1; 2].

За останні роки споживання знежирених молочних продуктів із різними харчовими добавками значно зросло майже в усіх країнах світу [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливе місце серед джерел рослинних білків займає ядро соняшникового насіння. Воно містить 25,0...30,0% білка, який на одну третину складається з незамінних амінокислот, до 57% ліпідів, збагачених поліненасиченими жирними кислотами, до 7% вуглеводів, половину з яких складають харчові волокна, вітаміни, мікро- та макроелементи. Білок ядра соняшникового насіння порівняно з іншими рослинними білками є найбільш подібним до білка курячого яйця, що вважається стандартом [4].

Основною передумовою виробництва молочних виробів із використанням рослинної білкової сировини – ядра соняшникового насіння – стала потреба в продукті, який за біологічною цінністю еквівалентний коров'ячому молоку [5]. У зв'язку з цим нами було розроблено новий продукт структурований на основі сиру кисломолочного нежирного з додаванням концентрату ядра соняшникового насіння [6]. Концентрат ядра соняшникового насіння одержували методом холодного пресування олії з чистого ядра (без лушпиння) за температурного режиму в межах 45...50° С на спеціальному обладнанні. Для виробництва концентрату було обрано ядро соняшникового насіння кондитерського типу.

Мета та завдання статті. Метою даної роботи є дослідження впливу рецептурних інгредієнтів продукту структурованого на міцність його структури. Для цього проводили дослідження ІЧ-спектрів модельних зразків драглів желатину з додаванням таких компонентів: казеїнат натрію, цитрат натрію, концентрат ядра соняшникового насіння.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розташування характерних смуг поглинання ІЧ-спектрів желатину та їх інтенсивності визначаються природою атомних угруповань, які входять до складу макромолекул, і їх розташуванням однієї відносно іншої [7; 8]. Якщо до складу макромолекул входять іоногенні групи, то характерна смуга поглинання залежить також від природи та ступеня окиснення низькомолекулярних протиіонів. ІЧ-спектри можуть надавати додаткову інформацію відносно можливих взаємодій макромолекул із низькомолекулярними домішками з утворенням асоціатів. Аналіз спектрів також надає відомості відносно того, які атомні групування макромолекул беруть участь у молекулярній взаємодії, якщо враховувати, що вона дуже впливає на частоти коливань зв'язків [9].

Складність застосування ІЧ-спектроскопії під час дослідження драглів полягає в тому, що наявність значної кількості води призводить до перекриття практично всіх характеристичних смуг макромолекул. Тому в ІЧ-спектроскопії драглеутворювачів відається перевага методу одержання спектрів для зразків у вигляді плівок [10]. Під час виготовлення плівки полімери не підлягають деструкції, а в спектрах завдяки однорідності зразків, як правило, не спостерігаються порушення за рахунок нерівномірності розташування сполук.

Ураховуючи рецептурний склад продукту структурованого на основі сиру кисломолочного нежирного з використанням концентрату ядра соняшникового насіння, нами було виготовлено модельні зразки драглів желатину з добавками, склад яких наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Склад модельних зразків драглів желатину

№ з/п	Желатин, г	Казеїнат натрію, г	Цитрат натрію, г	Концентрат ядра соняшника, г	Вода, мл
1	3,0	-	-	-	97,0
2	3,0	7,7	-	-	97,0
3	3,0	-	2,0	-	97,0
4	3,0	-	-	5,0	97,0
5	3,0	7,7	2,0	-	97,0
6	3,0	7,7	-	5,0	97,0

Для одержання плівок зразки драглів тонким шаром наносили на поліетиленову основу та висушували за температури $(20 \pm 1)^\circ \text{C}$ в ексикаторі. Одержані плівки досліджували. ІЧ-спектри модельних зразків знімали на Фур'є-спектрофотометрі TENSOR 27. За допомогою цього спектрофотометра, у якому використовується поліхроматичне випромінювання та розраховується спектр у заданій області частот за допомогою перетворювань Фур'є вихідних даних, спектри записували в межах від 4000 до 400 см^{-1} . Для кожного зразка готували по п'ять плівок і проводили статистичну обробку результатів досліджень одержаних ІЧ-спектрів.

На рис. наведено ІЧ-спектр сухої плівки модельного зразка драглів желатину № 1 (відповідно до табл. 1).



Рисунок – ІЧ-спектр сухої плівки драглів желатину

На спектрі спостерігається характерна для всіх білків широка смуга за 3300 см^{-1} , зумовлена валентними коливаннями зв'язку N–H у групах $-\text{NH}_2$, які беруть участь в утворенні водневих зв'язків, і валентними коливаннями зв'язків у групах O–H за $3400\text{...}3200\text{ см}^{-1}$. Смуги поглинання $3100\text{...}3050\text{ см}^{-1}$ і $1650\text{...}1600\text{ см}^{-1}$ відповідають валентним та деформаційним коливанням зв'язку N–H у групах NH_3^+ . З валентними коливаннями зв'язку C–N пов'язані піки поглинання $1350\text{...}1300\text{ см}^{-1}$. Смуги в межах $1480\text{...}1430\text{ см}^{-1}$ зумовлені деформаційними коливаннями симетричних зв'язків CH_2 . Поглинання в діапазоні $1250\text{...}1220\text{ см}^{-1}$ може бути пов'язане з деформаційними коливаннями зв'язків C–H. Смуги поглинання, які розташовані в межах $1150\text{...}1075\text{ см}^{-1}$ і $1210\text{...}1100\text{ см}^{-1}$, пов'язані з валентними коливаннями зв'язків C–O у групах CH-OH і C–OH, які належать вторинним і третинним спиртам.

ІЧ-спектри сухих плівок драглів желатину з додаванням складових речовин продукту структурованого (табл. 1, зразки № 2–6) знімали відносно плівки желатину (зразок № 1). Порівняння цих спектрів між собою показало, що на кожному з них є дві області піків, які знаходяться в межах $3460\text{...}3142\text{ см}^{-1}$ і $1700\text{...}1516\text{ см}^{-1}$. Кількість піків у цих областях, інтенсивність поглинання та хвильові числа для кожного зразка відрізняються. У табл. 2 наведено характеристики піків з ІЧ-спектрів досліджуваних зразків.

Із результатів дослідження ІЧ-спектрів сухих плівок модельних зразків драглів желатину з добавками видно, що область 3460...3142 cm^{-1} відповідає валентним коливанням груп $-\text{OH}$ і валентним коливанням зв'язку $\text{N}-\text{H}$ у групах $-\text{NH}_2$, які беруть участь в утворенні водневих зв'язків. Інтенсивність цих смуг поглинання збільшується за рядом зразків № 2, 5, 6, 3, 4.

Таблиця 2 – Результати дослідження ІЧ-спектрів сухих плівок модельних зразків драглів желатину з добавками

Область піка, cm^{-1}	Сильний пік, cm^{-1}	Інтенсивність поглинань, %	Співвідношення смуг	Висновок
1	2	3	4	5
Зразок № 2				
3339...3271	3338,56 3202,50 3271,77	80 110 130	Валентні коливання груп $-\text{OH}$; валентні коливання зв'язку $\text{N}-\text{H}$ у групах $-\text{NH}_2$	Піки з більшою інтенсивністю відповідають валентним коливанням груп $-\text{OH}$.
1700...1534	1554,60 1546,05 1534,18	600 1180 1600	Деформаційні коливання $\text{N}-\text{H}$ у групах NH_3^+ і деформаційні коливання груп COO^-	Область розширена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Піки з більшою інтенсивністю відповідають деформаційним коливанням груп COO^-
Зразок № 3				
3332...3141	3316,75 3297,47 3141,39	400 400 400	Валентні коливання груп $-\text{OH}$; валентні коливання зв'язку $\text{N}-\text{H}$ у групах $-\text{NH}_2$	Розширення області свідчить про перерозподіл водневих зв'язків. Піки 3316,75 і 3141,39 відповідають валентним коливанням груп $-\text{OH}$

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
1685...1534	1684,78 1661,20 1534,01	8200 400 2500	Деформаційні коливання N–H у групах NH_3^+ і деформаційні коливання груп COO^-	Область розширена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Піки 1684,78 і 1661,20 відповідають деформаційним коливанням груп N–H
Зразок № 4				
3423...3196	3361,72 3337,18 3315,81	1200 3600 1300	Валентні коливання груп – OH; валентні коливання зв'язку N–H у групах – NH_2	Область розширена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Піки з більшою інтенсивністю відповідають валентним коливанням груп OH
1687...1516	1671,34 1556,78 1542,13	5000 4200 5600	Деформаційні коливання N–H у групах NH_3^+ і деформаційні коливання груп COO^-	Область розширена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Пік 1542,13 відповідає деформаційним коливанням груп COO^-
Зразок № 5				
3463...3220	3361,58 3348,28 3286,77	230 80 120	Валентні коливання груп – OH; валентні коливання зв'язку N–H у групах – NH_2	Область розширена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Піки з більшою інтенсивністю відповідають валентним коливанням груп OH

1	2	3	4	5
1686...1546	1626,10 1583,80 1546,59	100 120 550	Деформаційні коливання N–H у групах NH_3^+ і деформаційні коливання груп COO^-	Область зміщена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Пік 1546,59 відповідає деформаційним коливанням груп COO^-
Зразок № 6				
3440...3260	3336,50 3200,20 3267,67	70 100 140	Валентні коливання груп – OH; валентні коливання зв'язку N–H у групах – NH_2	Область зміщена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків
1687...1516	1674,57 1618,50 1620,61	40000 0 30000 0 25000 00	Деформаційні коливання N–H у групах NH_3^+ і деформаційні коливання груп COO^-	Область зміщена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Піки з більшою інтенсивністю зміщені в бік більших частот та відповідають деформаційним коливанням груп N–H

Розширення області $3332...3141 \text{ см}^{-1}$ для зразку № 3 свідчить про те, що відбувається перерозподіл водневих зв'язків. Зміщення області в бік більших частот коливань відповідає збільшенню міжмолекулярних зв'язків для зразків № 4, 5, 6. Область піків поглинання $1700...1600 \text{ см}^{-1}$ відповідає деформаційним коливанням N–H і для всіх досліджуваних зразків зміщена в бік більших частот коливань, що свідчить про збільшення міжмолекулярних зв'язків. Величина зміщення смуг у високочастотну область для зразків № 3–6 однакова, а для зразка № 2 більша на $13...15 \text{ см}^{-1}$. За інтенсивністю поглинання піків у цій області зразки розташовуються в ряд: № 2, 5, 4, 3, 6.

Область 1550...1500 см^{-1} відповідає деформаційним неплосинним коливанням груп COO^- у результаті дисоціації груп у водних розчинах. Сильні піки поглинання в цій області спостерігаються для зразків № 2, 4, 5. Для зразка № 6 піки поглинання, які відповідають деформаційним коливанням N–H, дуже сильні, тому внесок коливань груп COO^- незначний.

Для всіх зразків, окрім третього, відбувається збільшення міжмолекулярних зв'язків, про що свідчить сильне зміщення області валентних коливань груп –OH у бік більших частот.

Таким чином, у результаті аналізу ІЧ-спектрів сухих плівок модельних зразків драглів желатину з добавками досліджувані зразки за міцністю утвореної структури можна розмістити в ряд: № 3, 2, 5, 4, 6 (відповідно до табл. 1).

Висновки. 1. Дослідження сухих плівок модельних зразків драглів желатину із додаванням рецептурних компонентів продукта структурованого показали наявність двох областей піків, одна з яких відповідає валентним коливанням груп –OH і валентним коливанням зв'язку N–H у групах – NH_2 , а друга – деформаційним коливанням N–H у групах NH_3^+ і деформаційним коливанням COO^- .

2. Порівняння хвильових чисел піків поглинання, їх інтенсивності та кількості на ІЧ-спектрах сухих плівок драглів желатину з добавками дозволило дати якісну характеристику міжмолекулярним взаємодіям у цих системах і оцінити їх вплив на зміну міцності драглів зразків із додаванням кожного компонента.

3. За зростанням міцності утвореної структури модельні системи було розташовано в ряд: № 3, 2, 5, 4, 6. Визначено, що більш міцну структуру має модельна система, яка містить желатин, казеїнат натрію та концентрат ядра соняшникового насіння.

Список літератури

1. Горелова Н. Ф. *Натуральные сыры с использованием сырья немолочного происхождения* / Н. Ф. Горелова, В. П. Головков, А. В. Чубенко // Сыроделие. – 1999. – № 1. – С. 12–13.
2. Васильев Д. С. *Подсолнечник* / Д. С. Васильев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 174 с.
3. Попкова Г. Ю. *Творожные изделия и новые технологии* / Г. Ю. Попкова, В. А. Могильный // Молочная промышленность. – 2008. – № 8. – С. 12–13.
4. Неумывакин И. П. *Подсолнечник. На страже здоровья* / И. П. Неумывакин. – М. : Диля, 2010. – 121 с.
5. Іхно М. П. *Науково-практичні основи отримання та використання харчового безлушинного ядра соняшника* : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.06 / Іхно Микола Петрович. – Харків, 2004. – 255 с.

6. Technologies of Food Products on Base of Milk Protein : The monograph / F. V. Pertcevoi [et al.]. – Kh. : ChSUFT, 2009. – 204 p.

7. Цендровский В. А. Влияние дейтерирования на некоторые ИК-спектральные характеристики желатина / В. А. Цендровский, И. Ф. Мишунин, А. С. Циперов // Украинский биохимический журнал. – 1977. – № 49 (4). – С. 108–112.

8. Derrick Michele R. Infrared Spectroscopy in Conservation Science / Michele R. Derrick, Dusan Stulik, James M. Landry. – Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1999. – 236 p.

9. Чиргадзе Ю. Н. Инфракрасные спектры и структура полипептидов и белков / Ю. Н. Чиргадзе. – М. : Наука, 1965. – 36 с.

10. Sherman Hsu C.-P. Infrared Spectroscopy. Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry / C.-P. Sherman Hsu. – New Jersey : Prentice-Hall, 1997. – 262 p.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.

© М.Ф. Перцевой, П.В. Гурський, Т.О. Кузнецова, 2013.

УДК 66.011;664.002.5

Л.М. Мостова, канд. техн. наук (*ХТЕІ КНТЕУ, Харків*)

Л.Г. Мартиненко, канд. техн. наук (*ХТЕІ КНТЕУ, Харків*)

М.О. Комарова (*ХТЕІ КНТЕУ, Харків*)

І.В. Галясний (*ХТЕІ КНТЕУ, Харків*)

РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВІТАМІНУ С У ХАРЧОВОМУ ПРОДУКТІ ПІД ЧАС ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Побудовано диференційне рівняння, яке описує зміну вітаміну в харчовому продукті за рахунок дифузії та хімічних перетворень. Отримано розв'язок такого диференційного рівняння. Досліджено зміну концентрації вітаміну С у картоплі залежно від координати та часу під час термічної обробки.

Построено дифференциальное уравнение, которое описывает изменение витамина в пищевом продукте за счет диффузии и химических преобразований. Получено решение такого дифференциального уравнения. Исследовано изменение концентрации витамина С в картофеле в зависимости от координаты и времени при термической обработке.

A differential equation which describes the change of a vitamin in a food product at the expense of diffusion and chemical transformation has been built. The