

Т.О. КУЗНЕЦОВА, канд. хім. наук, доц., ХДУХТ, Харків,
М.Ф. ПЕРЦЕВИЙ, асп., ХДУХТ, Харків,
С.В. ЖУРАВЛЬОВ, канд.техн. наук, доц., ХДУХТ, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЇ СТРУКТУРИ МОДЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ ХАРЧОВИХ РЕЧОВИН

В статті наведено результати досліджень надмолекулярної структури модельних розчинів складових речовин нового продукту структурованого на основі сиру кисломолочного нежирного з використанням концентрату ядра соняшникового насіння. Зроблені висновки стосовно механізму драг-леутворення в цих системах.

В статье представлены результаты исследований надмолекулярной структуры модельных растворов веществ, входящих в состав нового продукта структурированного на основе сыра кисломолочного нежирного с использованием концентрата ядра подсолнечника. Сделаны выводы о механизме гелеобразования в этих системах.

In article the results of investigation of supermolecular structure of the model solutions of substances, that are included in the new product structured on the basis of lactic acid non-fat curd with used sunflower seeds concentrate, are presented. Conclusions about the mechanism of gelation in these systems be presented be presented.

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями, аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні технології виробництва комбінованих молочно-рослинних продуктів спрямовані на одержання продуктів з профілактичною дією та зниженою енергетичною цінністю. Додавання до молочної основи таких натуральних компонентів, як овочі, фрукти, злаки, та ін., дозволяє збалансувати і поліпшити харчову та біологічну цінність молочного продукту завдяки введенню рослинних білків, амінокислот, вітамінів, макро- і мікроелементів та інших корисних речовин [1, 2].

До такого типу продуктів можна віднести розроблений нами новий продукт структурований на основі сиру кисломолочного нежирного з використанням концентрату ядра соняшникового насіння [3].

Метою досліджень, результати яких представлені в цій роботі, було визначення надмолекулярної структури модельних розчинів складових речовин цього продукту.

Виклад основного матеріалу досліджень. Відомо, що за певних концентрацій у розчині молекули білків, полісахаридів, таких структуроутворювачів, як желатин, агар, фуцеларан та ін., утворюють частинки, скупчення яких називають надмолекулярною структурою. Дослідження такої структури дозволить пояснити механізми драглеутворення в цих системах.

Особливий інтерес викликає дослідження надмолекулярної структури складних харчових об'єктів, які містять білки різного типу. До таких об'єктів відноситься й розроблений нами новий продукт. До його складу входять білки, які відрізняються просторовою структурною організацією – глобулярний казеїн та фибрилярний желатин. Для дослідження нами були обрані модельні розчини складових речовин продукту структурованого на основі сиру кисло-молочного нежирного з використанням концентрату ядра соняшникового насіння, склад яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Склад модельних розчинів харчових речовин

№ з/п	Желатин швидкорозчинний, г	Казеїнат натрію, г	Вода, мл
1	3,0	-	97
2	3,0	0,05	97
3	3,0	0,2	97

Для визначення розміру та кількості надмолекулярних часточок (НМЧ) у модельних розчинах харчових речовин нами використовувався метод спектру мутності, який пов'язаний з дослідженням розсіювання світла колоїдними розчинами та теорії Мі [4].

Застосування метода спектру мутності базується на теорії Мі.

Цей метод був детально розроблений Кленіним В.І., Щеголем С.Ю., Лаврушиним В.І. [5] і пов'язаний з одержанням інформації стосовно розміру НМЧ та їх кількості за допомогою простої експериментальної техніки, коли обмежені попередні дані про структуру системи, діапазон розмірів НМЧ, їх концентрацію, показники заломлення дисперсної фази і середовища та ін.

Під час проходження паралельним пучком світла відстані x у кюветі з колоїдним розчином зменшення його інтенсивності в зв'язку з розсіюванням ($-dI$) на шляху dx :

$$dI = -\tau \cdot I_x \cdot dx, \quad (1)$$

де τ – мутність.

Шляхом інтегрування одержуємо рівняння Бугера:

$$I = I_0 \cdot \exp(-\tau \cdot l), \quad (2)$$

де I_0 – інтенсивність падаючого світла, l – товщина кювети.

Фізичний зміст мутності τ – кількість енергії світла, яка розсіюється за одиницю часу одним см^3 колоїдної системи у розрахунку на одиницю інтенсивності падаючого пучку світла. В результаті логарифмування рівняння (2) одержуємо:

$$\tau = \frac{\ln(I_0 / I)}{l} \quad \text{або} \quad \tau = 2,3 \cdot \frac{\lg(I_0 / I)}{l},$$

де $D = \lg \frac{I_0}{I}$ – оптична густина системи.

Підставив значення D у вище записане рівняння, маємо вираз для розрахунку τ :

$$\tau = 2,3 \cdot \frac{D}{l}. \quad (3)$$

У відсутності багаторазового розсіювання мутність дисперсної системи є сумою втрат мутності пучка світла на окремих часточках:

$$\tau = R \cdot N, \quad (4)$$

де N – число часточок в одиниці об'єму (см^{-3}), а $R(\lambda, \alpha, m)$ – кількість енергії, яка розсіюється за одиницю часу однією часточкою. R – функція довжини хвилі світлого потоку λ , відносного розміру часточок α , відносного показнику заломлення часточок m і називається оптичним перетином часточки.

$$\alpha = \frac{2\pi \cdot r \cdot \mu_0}{\lambda}, \quad (5)$$

$$m = \frac{\mu}{\mu_0}, \quad (6)$$

де r – радіус часточки, μ та μ_0 – показники заломлення часточок та дисперсного середовища.

З рівняння (5) одержуємо вираз для знаходження радіусу часточки:

$$r = \frac{\alpha \cdot \lambda}{2\pi \cdot \mu_0}. \quad (7)$$

Із рівняння (4) видно, що R має розмірність площини (см^2).

$$\frac{R}{S} = K(\alpha, m), \quad (8)$$

де $K(\alpha, m)$ – називається коефіцієнтом розсіювання або фактором інтенсивності розсіювання і є важливою характеристичною функцією світлорозсіювання, $S = \pi r^2$ – площа геометричного перетину сферичної часточки.

При об'єднанні рівнянь (4) та (8) одержуємо:

$$\tau = N \cdot \pi \cdot r^2 \cdot K(\alpha, m). \quad (9)$$

При розв'язанні рівняння (9) відносно N і враховуючи рівняння (5) маємо вираз:

$$N = 1,26 \cdot 10^{17} \cdot \frac{\tau}{(\lambda')^2 \cdot K(\alpha, m) \cdot \alpha^2}, \quad (10)$$

де $\lambda' = \lambda_{\text{ср}}/\mu_0$, $\lambda_{\text{ср}}$ – середнє значення довжини хвилі на ланці прямолінійної залежності $\lg D = f(\lg \lambda)$.

На невеличкому інтервалі $\Delta \lambda$ спектр мутності виражається співвідношенням Ангстрема:

$$\tau \sim \lambda^{-n}. \quad (11)$$

Хвильовий коефіцієнт n є безрозмірною функцією α та m [6] і може бути представлений в явному вигляді як:

$$n = \frac{d \ln \tau}{d \ln \lambda} \quad \text{або} \quad n = -\frac{d \ln D}{d \ln \lambda}. \quad (12)$$

Підставляємо рівняння (9) в (12), нехтуємо дисперсією m та μ_0 і одержуємо:

$$n = \frac{\alpha}{K(\alpha, m)} \cdot \frac{\partial K(\alpha, m)}{\partial \alpha}. \quad (13)$$

Рівняння (19) дає основу для визначення залежності характеристичної функції світлорозсіювання n од відносного розміру α і відносного показнику заломлення m дисперсних часточок. За калібрувальними залежностями n (α , m) складені таблиці характеристичних функцій світлорозсіювання [5].

Для того щоб визначити розмір НМЧ r та їх концентрацію N дослідним шляхом знаходимо відносний показник заломлення m і значення характеристичної функції світлорозсіювання n із графіків залежності $\lg D = f(\lg \lambda)$ і користуючись рівнянням (12). Далі за допомогою таблиць характеристичних функцій знаходимо відносний розмір НМЧ α та коефіцієнт розсіювання $K(\alpha, m)$ і за рівнянням (7) та (10) розраховуємо r та N .

Для визначення відносного показника заломлення m ми проводили дослідження 0,5 %, 1 %, 2 % і 4 % водних розчинів желатина за температури 30 °С на рефрактометрі УРЛ. Відносний показник заломлення розраховували за рівнянням (6). Для одержання залежності $\lg D = f(\lg \lambda)$ проводили вимірювання оптичної густини досліджуваних модельних розчинів харчових речовин при різних довжинах хвиль $\lambda = 400 - 750$ з використанням фотоелектроколориметра КФК-2. Результати розрахунків радіусу НМЧ та їх концентрації у модельних розчинах наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунків радіусу НМЧ та їх концентрації у модельних розчинах харчових речовин

№ з/п	Радіус НМЧ, r , см	Концентрація НМЧ, N , част/см ³
1	$5,5 \cdot 10^{-6}$	$1075 \cdot 10^7$
2	$8,8 \cdot 10^{-6}$	$290 \cdot 10^7$
3	$122,2 \cdot 10^{-6}$	$0,37 \cdot 10^7$

З результатів, наведених у табл. 2, видно, що при додаванні казеїнату натрію до розчину желатину, розмір часточок збільшується, а їх концентрація різко зменшується.

Це свідчить про взаємодію між молекулами глобулярного казеїнату натрію та фібрилярного желатину.

В результаті чого в розчинах, які містять желатин і казеїнат натрію, при охолодженні буде утворюватися просторова міцна структура білкового гелю.

Висновки.

1. Доведено існування взаємодії між молекулами глобулярного казеїнату натрію та фибрилярного желатину у модельних розчинах харчових речовин. В результаті чого в розчинах, які містять ці компоненти, при охолодженні буде утворюватися просторова міцна структура білкового гелю.

2. Встановлено, що, змінюючи концентрацію і співвідношення казеїнату натрію та желатину, можна керувати процесом драглеутворення харчових систем.

Список літератури: 1. Горелова Н.Ф. Натуральне сыры с использованием сырья немолочного происхождения / [Н.Ф. Горелова, В.П. Головков, А.В. Чубенко и др.] // Сыроделие. – 1999. – № 1. – С. 12 – 13. 2. Васильев Д.С. Подсолнечник / Д.С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 174 с. 3. Pertseviy F.V. Technologies of Food Product on the Base of Milk Protein: monograph / [F.V. Pertseviy, P.V. Hurskyi, S.L. Yurchenko at. all.]. – К.: ChSUFT, 2009. – 204 p. 4. Mie G. Beitrage zur Optik triiber Medien speziell kolloidaler Metallosungen / G. Mie // Ann. Phys. – 1908. – Vol. 25. – P. 377. 5. Кленин В.И. Характеристические функции светорассеивания дисперсных систем / В.И. Кленин, С.Ю. Щеголь, В.И. Лаврушин. – Саратов: Узд. СГУ, 1977. – 176 с. 6. Rees D.A. Structure, conformation, and mechanism in the formation of polysaccharide gels and networks / D.A. Rees // Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. – 1969. – Vol. 24. – P. 267 – 332.

Надійшла до редколегії 23.10.11

УДК 621.794.4:546.87'24

Е.А.БОГДАН, инж. исслед. 1 кат., ННЦ ХФТИ, Харьков,
Л.А. ПИРОЖЕНКО, руковод. группы, ННЦ ХФТИ, Харьков,
Д.В. НАКОНЕЧНЫЙ, младш. научн. сотрудн., ННЦ ХФТИ, Харьков,
А.А. ВЕРЕВКИН, младш. научн. сотрудн., ННЦ ХФТИ, Харьков,
Н.Е. ПОЛЯНСКИЙ, ст. научн. сотрудн., ХНУ им. Каразина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ ВЫСОКООМНОГО CdZnTe В ЙОДСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ

Детектори γ -випромінювання на основі CdTe проходять ряд попередніх операцій, одна з яких хімічне травлення та полірування. В роботі досліджено процес хімічного травлення кристалів CdZnTe в розчинах I₂-ДМФА. Встановлено залежність швидкості травлення від концентрації йоду. Визначені діапазони концентрацій йоду для полірування та селективного травлення.

Детекторы γ -излучения на основе CdTe проходят ряд предварительных операций, одна из которых химическое травление и полирование. В работе исследован процесс химического травления кри-