

ӘОЖ 541.64  
ГТАМР 31.15.37

### **БИОПОЛИМЕРЛЕР, ҚАУЫН ЕЗБЕСІ ЖӘНЕ СҮЗБЕ НЕГІЗІНДЕГІ ТАҒАМДЫҚ СІРНЕЛЕРДІҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ**

*Б.Б. ТЮСЮПОВА<sup>1</sup>, Д.М. АРТЫКОВА<sup>1</sup>, С.М. ТӘЖІБАЕВА<sup>1</sup>, Қ.Б. МҰСАБЕКОВ<sup>1</sup>*

*(<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы)  
E-mail: baimuratovna78@mail.ru*

*Қауын концентраты негізінде құрылымданған жүйелердің құрылымдық-механикалық қасиеттеріне майлылығы төмен сүзбенің әсері анықталды. Жүйенің беріктігінің өсуі сүзбе құрамындағы ақуыз сарсуы мен кальций тұздары және қауын құрамындағы пектин қышқылдары арасында сутектік байланыстар түзілуімен негізделеді, бұл байланыстар осы молекулалардың полярлы емес бөліктерінің арасындағы гидрофобтық әрекеттесулермен нығаяды. Қауын концентраты негізінде алынған жүйелерге ірімшікті енгізуімен жүйенің серпімділік модулін, тепе-теңдік модулін, ағудың нақты шегін, созылғыштық, сонымен қатар, тұрақтылық коэффициенті, аққыштық мәндерін арттыру мүмкіндігі көрсетілді.*

**Негізгі сөздер:** құрылымдану, беріктік, агар, қауын концентраты, сүзбе.

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ, ДЫННОЙ МЯКОТИ И ТВОРОГА

Б.Б. ТЮСЮПОВА<sup>1</sup>, Д.М. АРТЫКОВА<sup>1</sup>, С.М. ТАЖИБАЕВА<sup>1</sup>, К.Б. МУСАБЕКОВ<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Казахский национальный университет им.аль-Фараби, Казахстан, Алматы)

E-mail: baimuratovna78@mail.ru

*Определено влияние количества творога с пониженной жирностью на структурно-механические свойства структурированных систем на основе концентрата дыни. Рост прочности системы обоснован формированием сетки Н-связей между белковой сывороткой и кальциевыми солями в твороге и пектинами дынный мякоти, стабилизированных гидрофобными взаимодействиями между их неполярными участками. Показана возможность увеличения модуля упругости, равновесного модуля, истинного предела текучести, пластичности, а также, значения коэффициента устойчивости, текучести, добавлением творога в систему, полученных на основе дынного концентрата.*

**Ключевые слова:** структурирование, прочность, агар, дынный концентрат, творог.

## RHEOLOGICAL PROPERTIES OF FOOD GELS BASED ON BIOPOLYMERS, MELON PULP AND COTTAGE CHEESE

B.B. TYUSSYUPOVA<sup>1</sup>, D.M. ARTYKOVA<sup>1</sup>, S.M. TAZHIBAYEVA<sup>1</sup>, K.B. MUSABEKOV<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty)

E-mail: baimuratovna78@mail.ru

*The influence of the amount of low-fat cottage cheese on structural-mechanical properties of structured systems based on melon concentrate is determined. The strength increase of the system is justified by the formation of a hydrogen-bond networks between protein whey and calcium salts in cottage cheese and pectin melon pulp, stabilized by hydrophobic interactions between their nonpolar areas. The possibility of increasing the elasticity modulus, the equilibrium modulus, the rational plastic yield point, plasticity, and also the values of the stability coefficient, yield is shown by adding in cottage cheese to the system obtained on the basis of melon concentrate.*

**Key words:** structurization, strength, agar, melon concentrate, cottage cheese.

### *Kіpіcne*

Қазіргі уақытта табиғи қоспаларды тағам ретінде қолдану қарқынды дамуда. Тағамтану адам ағзасының қалыптасуына және денсаулығының қалыпты жағдайда болуына үлкен әсерін тигізеді. ХХІ ғасырда адамның өмір сүру салтымен бірге, тағамтану құрылымы да өзгере бастаған. Қазіргі заманғы адамдардың ағзасындағы энергияны қалыпты ұстау үшін, тағам өнімдерінің мөлшері сәйкес келуі керек. Соңғы уақытта тірі ағзаға кері әсер ететін экологиялық жағдай аз мөлшердегі синтетикалық ингредиенттері бар тағам өнімдерін арттыруды қажет етеді. Мұндай өнімдердің біріне - табиғи сүттен дайындалған сүзбені жатқызуға болады. Сүзбенің құрамы дәрумендер, минералды заттар, ақуыздар және т.б. компоненттермен байытылған. Сүзбенің құрамында адам ағзасының қызметі үшін маңызды макро-микро элементтердің

барлығы бар. Сүзбе құрамындағы кальций тұздарының мол болуына байланысты одан дайындалатын тағамдар балаларға және диабетиктерге ұсынылады [1].

Сонымен бірге, синтетикалық қоспаларды диеталық талшықтары, органикалық қышқылдары және басқа да көптеген табиғи заттары бар, биополимерлермен, бақшалық жемістермен алмастыруға болады. Айта кететін жайт, адам ағзасының ең үлкен тапшылығы - диеталық талшық, оның күнделікті тұтыну мөлшерлемесі 25-30 г. Дегенмен, бүгінгі күні талшықтың тұтынылуы орта есеппен 10-13 г құрайды [2,3]. Адам рационында диеталық талшықтың айтарлықтай жетіспеушілігін ескерсек, азық-түлік талшықтарының негізі полисахаридтермен байытылған тағамдардың ауқымын кеңейту өте өзекті мәселе. Жоғары сапалы тағам өнімдеріне қажеттілікті қанағаттандыру

қазіргі күннің негізгі әлеуметтік-экономикалық өзекті мәселелерінің бірі болып отыр.

Осыған орай, жұмыстың мақсаты табиғи талшықтармен құнарланған қауын концентраты, биополимерлер - агар-агар, желатин және дәрумендермен байытылған сүзбеде алынған сірнелердің құрылымдануын зерттеу және құрылымдық-механикалық сипаттамаларын анықтау, олардың нәтижесінде тағамның құндылығы артырылған диеталық аспаздық сірнелер алу.

#### ***Зерттеу нысандары мен әдістері***

Зерттеу барысында құрылым түзгіш компоненттер ретінде биополимер агар-агар, желатин, майлылығы 1,8% (майлы сүзбеге қарағанда, майлылығы төмен сүзбеде кальций мөлшері жоғары болады), ал дәмдік қасиет беретін және пектиндік заттар көзіне байытылған диеталық талшық ретінде қауынның концентраты қолданылды [5]. Құрылымданған жүйелердің беріктігі мен реологиялық қасиеттерін Вейлер-Рибиндер құрылғыларында тангенциалды жылжымалы табақша бойынша және конустық пластометр әдістерімен өлшенді [4].

#### ***Талдау нәтижелері***

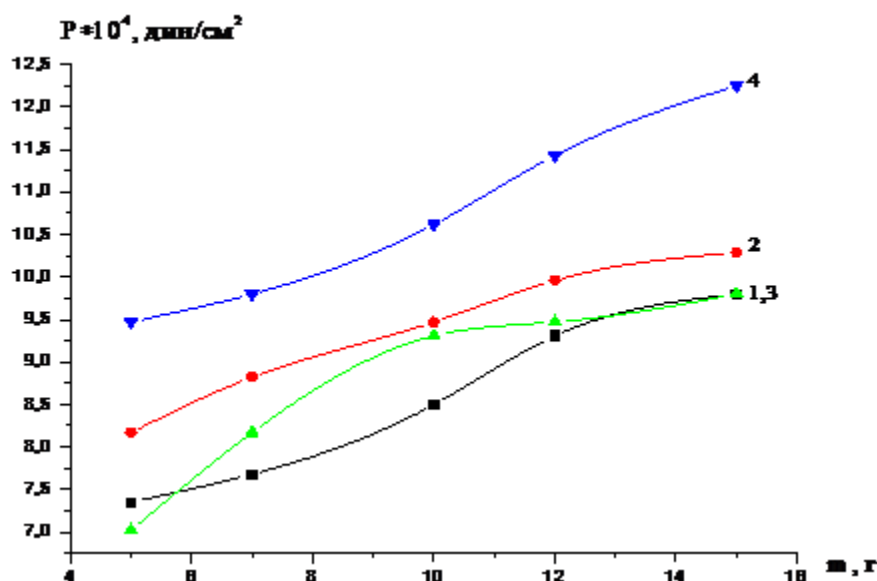
Қазіргі заманда жасөспірімдердің сүт өнімдерімен өте аз тамақтанатыны анықталған. Ал әрбір тәттілер, жылдам даярланатын фаст-фуд балалар арасында артық салмақ қосып, диабет, жүрек, қан тамырлары ауруына шалдыққандар санын соңғы кезде айтарлықтай арттырған. Бүгінгі таңда әрбір үшінші баланың салмағы артып және жасөспірімдер ағзасында дәрумендердің, кальцийдің жетіспеуінен сүйектің морт сынғыштығы алаңдатуда. Осыған байланысты, ағзаға әсері кері тағам өнімдерін жеміс-жидек пен сүт өнімдеріне алмастыру өте маңызды.

Осы мақсатпен табиғи ингредиенттер агар-агар, желатин, бақшалық өсімдік қауын концентраты және ірімшік жүйелерінің құрылымдануын Вейлер-Рибиндердің тангенциалды жылжымалы табақшалы құрылғысында зерттелінді. Тангенциалды жылжымалы табақша бойынша қозғалудың шекті кернеуін анықтау арқылы сірненің беріктігін шамалауға болады. Әдістің принципі құрылымданған жүйеге ба-

тырылған табақшаның қозғалуы үшін қажетті күштің өлшенуінде.

1-ші суретте желатин-қауын (1), желатин-қауын-сүзбе (2), агар-қауын (3) және агар-қауын-сүзбе (4) қоспаларының құрылымдану қисықтары келтірілген. Алынған нәтижелер бойынша, қауын концентраты қатысында агар және желатин сірнелерінің құрылымдануы жоғары. Негізі агар-қауын және желатин-қауын жүйелерінің құрылымдану механизмдері алдыңғы зерттеулерде егжей-тегжейлі қарастырылған [4]. Қауын қатысында жүйелердің берік құрылым түзуі, құрамындағы негізгі компоненттер пектинді талшықтардың әсері [4]. Пектин консистенцияны қалыптастырады, сонымен бірге радиопротекторлық және детоксикация қасиеттеріне ие. Сондықтан пектинді полифункционалды қоспаларға жатқызуға болады [8-10]. Сүт өнімдерін өндіруде пектиннің мұндай қасиеттері биологиялық құнды, бағалы және қауіпсіз функционалды қасиеттері бар тамақ өнімдерін алуға үлкен мүмкіндік туғызады. Пектиндер жасушалық қабырғада көптеген қасиеттер атқарады: жасушалық қабырға кеуегінің шамасын анықтайды; оның рН-ын және иондық балансын анықтайтын жасушалық қабырғада беттік зарядтың болуын қамтамасыз етеді; жасушааралық адгезияның біркелкілігін реттеуге және орталық пластинканың түзілуіне қатысады. Пектиндер жасушалық қабырғаның арнайы ферменттерін пектиннің зарядталған торында электростатикалық бекіту жолымен таратпай ұстап тұра алады [9].

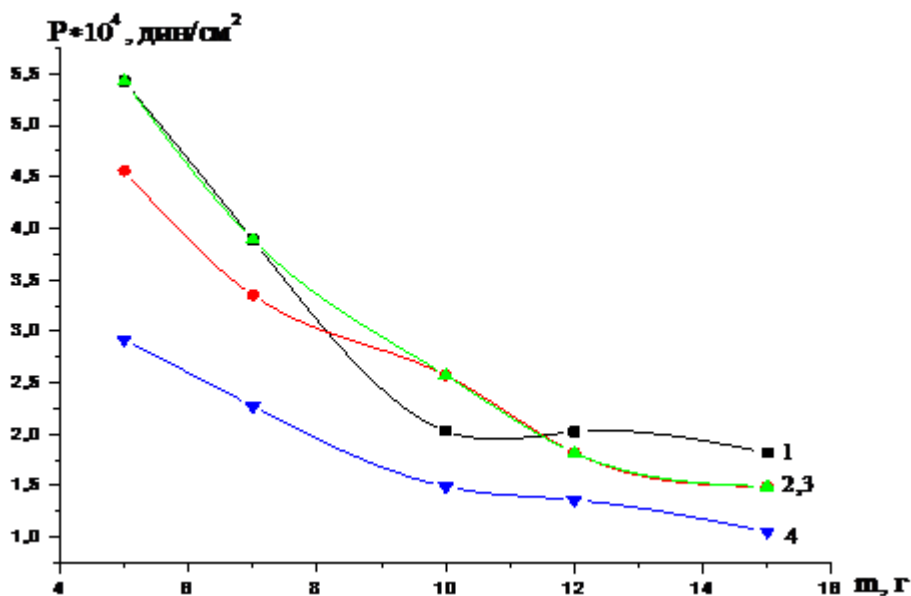
Ал 3-ші, 4-ші қисықтар бойынша, жалпы сірнелердің құрылымдануына сүзбенің әсері көрсетілген. Әсіресе, желатин-қауын концентраты-сүзбе қатысында, сүзбенің ең төмен мөлшерінде беріктілік мәні  $7,0 \cdot 10^4$  дин/см<sup>2</sup> болса, ал агар-қауын концентраты-сүзбе қатысында беріктілік мәні  $9,5 \cdot 10^4$  дин/см<sup>2</sup> жоғары болатындығын байқалды. Яғни, сірнелердің құрылымдануында сүзбе оң әсер көрсетті. Себебі, сүзбе құрамының негізгі бөлігі белоктардың сарсуынан және кальций тұздарынан тұрады [1]. Ал ақуыз сарсуы, сүзбе құрамындағы негізгі құрылым құрайтын агент болып табылады.



1 сурет – Желатин-қауын (1), агар-қауын (2), желатин-қауын-ірімшік (3) және агар-қауын-ірімшік (4) қоспаларының құрылымдану қисықтары

Осы жүйелердің құрылымдануына сүзбенің оң әсерін нақты анықтау үшін, тәжірибе П.А. Ребиндердің конустық пластометр приборында жүргізілді. Ребиндер конустық пластометрі дисперсті жүйелердің шекті ығысу кернеуін өлшеуге негізделген және үлкен дискке асылулы металдық жіпке байланған конуспен

сипатталады. Бұл әдістің принципі ыдысқа салынған зерттелетін затқа белгілі бір жүкпен енгізілген конус тереңдігімен анықталуында. Бұл әдістің зерттеу нәтижесінде де, сүзбе әсерінен сірнелердің құрылымдануы жоғары мәндерге ие болатындығы байқалды (2 сурет).



2 сурет – Желатин-қауын (1), агар-қауын (2), желатин-қауын-ірімшік (3) және агар-қауын-ірімшік (4) қоспаларының құрылымдану қисықтары

Тағам өндіріс саласы конкуренциясының күшеюіне байланысты өнімнің дәмдік қасиеттерінің талабымен бірдей оның құрылымдық

сипаттамаларына да айтарлықтай қатаң талап қойылады.

Тағамдық массалардың ішінде өзінің реологиялық қасиеті бойынша әр түрлі материалдар кездеседі. Өнімді технологиялық өңдеу процесінде бір реологиялық күйден екінші бір күйге ауысатын, оның ішінде көбінесе бастапқы зат қасиетіне қарама-қарсы қасиетке ауысу жағдайлары жиі болатыны белгілі. Мысалы, мармеладты қалыпқа құйғанда салқындату әсерінен жүйе тұтқыр (аққыш) күйден қатты (сынғыш) күйге ауысады [6-9].

Материалдардың негізгі реологиялық физика-механикалық қасиеттеріне: серпімділік, пластикалықтылық, тұтқырлық және беріктілік жатады.

Дисперстік жүйелер мен полимерлердің концентрлі ерітінділерінің бұзылмаған құрылымының серпімді-пластикалық-тұтқыр қасиеттерін анықтау үшін белгілі бір тұрақты ығысу кернеуінің  $P = \text{const}$  әсерінен жүзеге асатын ығысу ( $\varepsilon$ ) – уақыт( $\tau$ ) деформация қисықтарын тәжірибе жүзінде зерттеу ұсынылған.

Зерттеу нәтижесі бойынша 1-ші кестеде агар, агар-қауын, агар-қауын-ірімшік, желатин-қауын және желатин-қауын-ірімшік жүйелерінің құрылымдық-механикалық константалары және сипаттамалары келтірілген.

1 кесте – Жүйелердің құрылымдық-механикалық сипаттамалары

| Құрылымдық-механикалық сипаттамалары | Агар-қауын            | Агар-қауын-ірімшік   | Желатин-қауын        | Желатин-қауын-ірімшік |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| құрылымдық-механикалық константалар  |                       |                      |                      |                       |
| $E_1, \text{H/M}^2$                  | $1,02 \cdot 10^5$     | $1,6 \cdot 10^5$     | $2,58 \cdot 10^5$    | $5,27 \cdot 10^5$     |
| $E_2, \text{H/M}^2$                  | $7,43 \cdot 10^5$     | $4,8 \cdot 10^5$     | $4,58 \cdot 10^5$    | $2,56 \cdot 10^5$     |
| $E, \text{H/M}^2$                    | $8,95 \cdot 10^3$     | $1,2 \cdot 10^5$     | $1,65 \cdot 10^5$    | $4,62 \cdot 10^5$     |
| $P_{к1}, \text{H/M}^2$               | 500                   | 2100                 | 750                  | 2000                  |
| $\eta, \text{пз}$                    | $9,9 \cdot 10^9$      | $3,7 \cdot 10^9$     | $5,34 \cdot 10^9$    | $1,45 \cdot 10^8$     |
| құрылымдық-механикалық қасиеттері    |                       |                      |                      |                       |
| $\Theta, \text{с}$                   | 110677,18             | 3083,04              | 3327,27              | 313,85                |
| $\lambda$                            | 0,12                  | 0,25                 | 0,171                | 0,36                  |
| $1/E_1$                              | $9,8 \cdot 10^{-7}$   | $6,23 \cdot 10^{-7}$ | $3,87 \cdot 10^{-7}$ | $1,9 \cdot 10^{-7}$   |
| $1/E_2$                              | $1,35 \cdot 10^{-7}$  | $2,09 \cdot 10^{-7}$ | $2,18 \cdot 10^{-7}$ | $3,91 \cdot 10^{-7}$  |
| $1/E$                                | $1,12 \cdot 10^{-5}$  | $8,32 \cdot 10^{-7}$ | $6,06 \cdot 10^{-7}$ | $2,16 \cdot 10^{-7}$  |
| $1/\eta, \text{пз}^{-1}$             | $1,01 \cdot 10^{-10}$ | $2,7 \cdot 10^{-10}$ | $1,8210^{-10}$       | $6,910^{-9}$          |
| $P, \text{сек}^{-1}$                 | $5,05 \cdot 10^{-7}$  | $5,68 \cdot 10^{-6}$ | $1,37 \cdot 10^{-6}$ | $1,4 \cdot 10^{-4}$   |
| $K_y, \%$                            | 1,59                  | 1,99                 | 11,99                | 14,8                  |

Бұл мәндерден сүзбені агар-қауын және желатин-қауын жүйелеріне енгізу серпімділік модулін, тепе-теңдік модулін, ағудың нақты шегін, созылғыштық, сонымен қатар тұрақтылық коэффициенті, аққыштық мәндерін арттыратыны байқалды. Сүзбе тұтқырлық, Максвелл релаксация периоды шамаларын төмендетеді. Бұл құбылыстар тамақ өнеркәсібінде сірне алудың технологиялық процестерін оңайлатады.

Сонымен, агар-қауын концентраты және желатин-қауын концентраты жүйелерінің құрылымдануына сүзбенің оң әсері анықталды. Және сүзбені енгізу жүйелердің құрылымдық-механикалық сипаттамаларын реттеу мүмкіндігі көрсетілді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Крупин А.В. Физико-химические процессы при гелеобразовании молочной сыворотки // Техни-

ка и технология пищевых производств. – 2009. – Т.14, №3. – С. 79-82.

2. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2004. – 548 с.

3. Банковская Н.В. Значение пищевых волокон для профилактики неинфекционных заболеваний. [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: <http://www.niipitan.com.ua/files/1287407682.pdf> (дата обращения 14.02.2018 г.).

4. Tazhibayeva S., Tanybayeva A., Tyusyupova B.B., Musabekov K., Zhumabayeva A. Structure formation in food systems based on agar-agar and melon pulp // Biotechnology and Environment Management. – 2014. – №4. – P. 52-56.

5. Макаров В.Н., Влазнева Л.Н., Миронов А.М., Черенкова Т.А. Пектинсодержащие желе и витаминизированные соусы на основе натурального плодовоовощного сырья // Пищевая промышленность. – 2008. – № 8. – С. 18-19.

6. Мухамеджанова М.Ю., Филатова А.В., Джурабаев Д., Тураев А.С. Процессы гелеобразования и реологические свойства умеренно-концентрированных водных растворов цитрусового пектина в присутствии ионов поливалентных металлов // Химия растительного сырья. - 2012. - №1. - С. 51-60.

7. Пивоваров Е.Р., Кондратюк Н.В., Степанова Т.М. Особенности разработки технологии низкокалорийных желе на основе полисахаридов // Технологии бизнеса и сервиса. – 2016. - Т.13. - №3. - С.45-49.

8. Сенахов А. В., Садов Ф.И. Исследование структурно-механических и реологических свойств

водных растворов неизменных загустителей // Коллоидн. журнал - 1979. - № 4. - С. 103-109.

9. Колмакова Н. Пектин и его применение в производстве специальных фруктовых наполнителей // Пищевая промышленность. - 2003. - № 7. - С. 58-60.

10. Пивоваров П.П., Пивоваров Е.П., Кондратюк Н.В., Степанова Т.М. Перспективы использования агаро-пектиновой смеси в технологии желе // Новое в технике и технологии пищевых производств. - 2013. - №2. - С. 142-148.