

УДК 664.934

**Пасічний В.М.**, д.т.н., доцент, (pasww1@ukr.net)  
Національний університет харчових технологій, Київ,  
**Ястреба Ю.А.**, к.т.н., © (yul-yastreba@yandex.ru)  
Полтавський університет економіки і торгівлі

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕЛІВ АЛЬГІНАТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ ТА М'ЯСОМІСТКИХ ПРОДУКТІВ

*У статті наведені результати досліджень структурно-механічних показників гелів альгінатів та підтверджена можливість їх використання в технології м'ясопродуктів.*

**Ключові слова:** гелі, реологія, альгінати, солі кальцію, гідратація.

**Вступ.** В останні роки на світовому ринку технологій продуктів харчування визначились тенденції до розроблення структурованих продуктів, які мають стабільні фізико-хімічні, органолептичні та реологічні властивості [1, 2]. Технологія виробництва структурованих харчових продуктів ґрунтується на реалізації функціональних властивостей інгредієнтів сировини, які в технологічному потоці здатні до утворення структурованих систем [3, 5, 6].

Слід зазначити, що вітчизняними і закордонними вченими на основі багаторічних досліджень доведена актуальність застосування в технології харчових продуктів добавок і наповнювачів, які модифікують і стабілізують їх структурно-механічні властивості (СМВ). Це достатньо велика група речовин різноманітної хімічної природи, як рослинного, так і тваринного походження, що мають полімерну природу. Класифікуються натуральні гідроколоїдні стабілізатори залежно від морфологічної належності: білкової природи (желатин, казеїнати, альбуміни) [3,4]; витяжки з рослин (гуміарабік, гхати, карайя, трагакантова камедь) [3]; камеді з насіння рослин (рожкове дерево, гуарова, псиліум); крохмаль і його модифіковані види; мікробні камеді (ксантан); екстракти водоростей (агар, альгінати, карагінан); пектини (низькомолекулярний і високомолекулярний метоксил); целюлози (карбоксиметилцелюлоза натрію, мікрокристалічна целюлоза, гідроксипропілцелюлоза, гідроксипропілметилцелюлоза, тощо).

До основних властивостей гідроколоїдних стабілізаторів відносять: здатність до гелеутворення; збільшення в'язкості продуктів і зниження ризику виникнення синерезису; направленої структуривання продуктів, поліпшення їх сенсорних і технологічних характеристик; регулювання харчової цінності продуктів з одночасним зниженням енергетичної цінності; зниженням витрат сировини, а тим самим зниження собівартості готової продукції [4].

В сучасній науковій літературі відмічається, що більш широке використання серед вищезазначених гідроколоїдів отримали полісахариди. Завдяки своїм іонообмінним властивостям і комплексоутворювальній здатності

полісахариди можуть формувати термостабільні гелі з заданими СМВ та гідродинамічними показниками. Серед них особливе місце займає полісахарид, отриманий з бурих водоростей – альгінат натрію (AlgNa) [1, 2].

Альгінат натрію складається із залишків D-маннуронової та L-гіалуронової кислот. Самі альгінові кислоти у воді нерозчинні, проте мають можливість її зв'язувати. Альгірати утворюються під час нейтралізації карбоксильних груп альгінової кислоти, вони розчинні в гарячій і холодній воді. Альгірати не засвоюються організмом людини, але сприяють зв'язуванню і виведенню з кишечника тяжких металів і деяких інших токсичних речовин [7].

Необхідно відмітити, що гелі альгінату натрію стійкі до дії низьких і високих температур, що позитивно вирізняє їх від гелів агар-агару, желатину, карагінану [3].

Відомо, що реологічні властивості гелів альгінату натрію можуть змінюватись в бажаному напрямі шляхом «зшивання» структури полісахариду, наприклад, за допомогою іонів кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

Здатність альгінату натрію (AlgNa) до ступеневого гелеутворення під час взаємодії з іонами кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ) стала основою для його широкого використання в технології структурованих харчових продуктів.

Аналіз публікацій, присвячених проблемі стуктурування харчових продуктів вказує на перспективність проведення подальших досліджень з застосування альгінатів у харчових технологіях.

**Мета та задачі досліджень.** Метою статті є висвітлення результатів досліджень СМВ гелів альгінатів з різним вмістом альгінату натрію та солей кальцію для встановлення оптимального діапазону концентрацій альгінатів і солей кальцію в складі м'ясних та м'ясомістких продуктів з заданими СМВ.

**Матеріали і методи.** В рамках плану експериментальних робіт були проведені дослідження СМВ гелів альгінатів, отриманих за різних концентрацій альгінату натрію (AlgNa) та іонів кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ), який входив до складу глюконату кальцію.

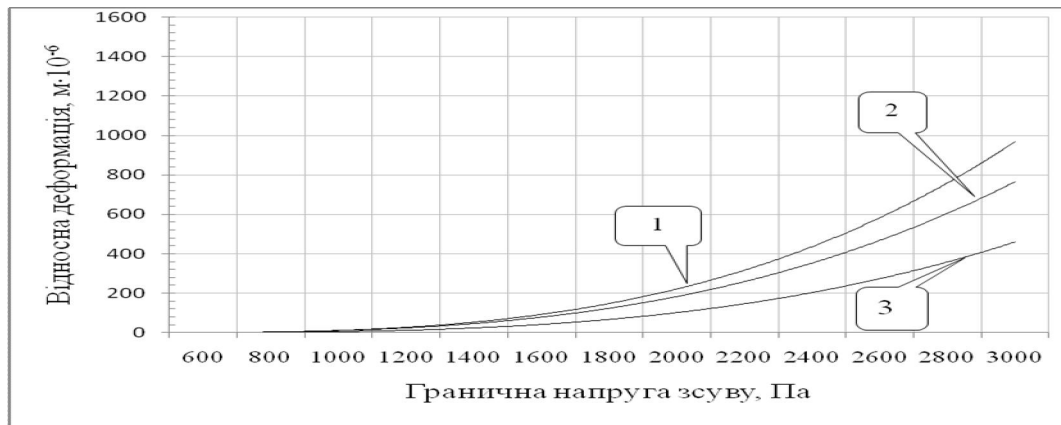
Визначали відносну деформацію, граничну напругу зсуву і компресійні характеристики гелів альгінату натрію з введенням іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та фаршевих мас з їх використанням.

Дослідження проводилось на приладі, розробленому науковцями ПУЕТ, для визначення відносної деформації твердо-рідких харчових продуктів, який дозволив виміряти відносну деформацію експериментальних зразків.

Відносна деформація фіксувалася вимірювальним приладом з точністю до 0,01 мм. За відомою товщиною та площею поверхні дослідного зразка визначали відносну деформацію та осьовий тиск.

**Результати досліджень.** Предметом дослідження були модельні гелі, виготовлені за наступних концентрацій рецептурних компонентів: AlgNa – 1,5...4,5 % та солей кальцію ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{CaO}_{14}$ ) – 0,1...0,35 %.

Отримані дані СМВ гелів альгінату натрію з вищезазначеними солями кальцію представлені на рис. 1.



**Рис. 1. Залежність відносної деформації гелів альгінату натрію з глюконатом кальцію від напруги зсуву**

Зразок: 1 – 1,5 % AlgNa + 0,10% C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>CaO<sub>14</sub>; 2 – 3 % AlgNa + 0,15 % C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>CaO<sub>14</sub>; 3 – 4,5 % AlgNa + 0,35 % C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>CaO<sub>14</sub>;

Встановлено математичний зв'язок між відносною деформацією експериментальних гелів альгінату кальцію (Y) та граничною напругою зсуву (x) який описується рівняннями:

$$Y_1 = 0,7792x^3 - 0,0592x^2 - 36,413x + 64,278; r^2 = 0,98$$

$$Y_2 = 0,4487x^3 + 6,8347x^2 - 65,749x + 95,098; r^2 = 0,98$$

$$Y_3 = 0,1237x^3 + 15,102x^2 - 108,44x + 143,85; r^2 = 0,98$$

Дані коефіцієнти апроксимації ( $r^2$ ) свідчать про високу достовірність рівняння, які описують даний процес для кожного експериментального зразка.

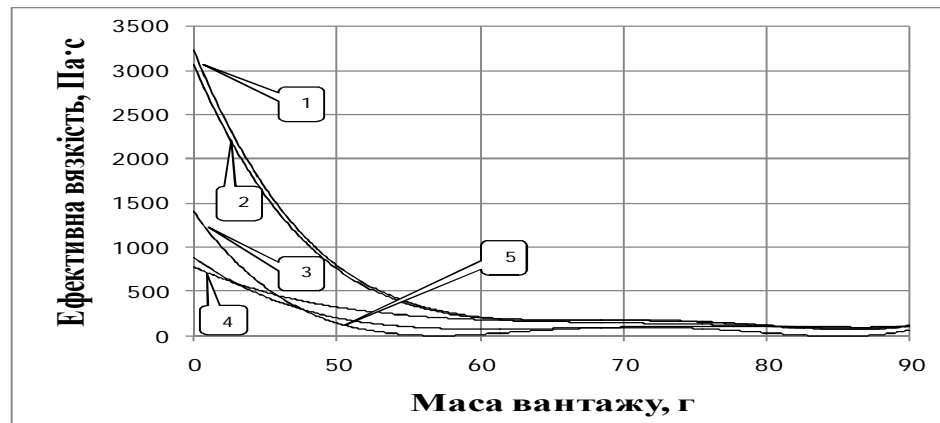
Аналізуючи дане графічне зображення, можна зробити висновок, що концентрація альгінату натрію та глюконату кальцію має суттєвий вплив на структурно-механічні властивості гелів альгінату кальцію. Збільшення альгінату натрію в рецептурі понад 4,5 % призводить до значного зменшення відносної деформації під дією такої ж граничної напруги зсуву. Альгінатові гелі мають більш пружну та щільну структуру, що підтверджується дослідженнями граничної напруги зсуву. Ущільнення структури також відбувається із збільшенням концентрації глюконату кальцію.

Вищезазначене стає теоретичним підґрунтям для прогнозування рецептурного складу м'ясопродуктів з заданими СМВ при використанні гелів альгінату кальцію.

Прогнозування СМВ продуктів передбачає попереднє комп'ютерне проектування рецептури комбінованого м'ясного продукту з заданим хімічним складом, що дало можливість теоретично обґрунтувати та обрати оптимальне співвідношення інгредієнтів рецептури.

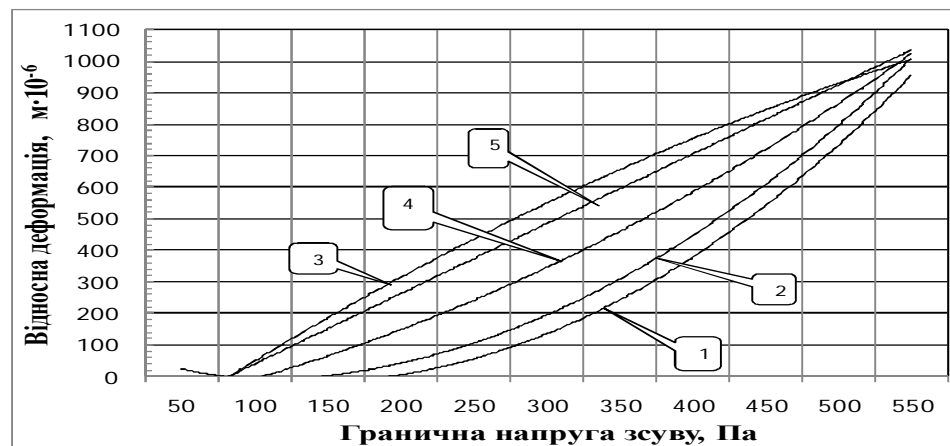
У ході експерименту були виготовлені варені ковбасні вироби з додаванням гелів альгінату кальцію та проведенні дослідження з визначення їх структурно-механічних властивостей. Компонентами в рецептурі є яловичина 1 гатунку, свинина жирна. В розроблених рецептурах здійснювалася заміна яловичини 1 гатунку на гелі альгінату кальцію в кількості від 2,5 до 10 %.

Результати досліджень СМВ ковбасних виробів представлені на рис. 2 та 3



**Рис. 2. Ефективна в'язкість ковбасних виробів**

1 – контроль ; 2 – зразок I (2,5 % AlgCa); 3 – зразок II (5 % AlgCa); 4 – зразок III (7,5 % AlgCa); 5 –IV зразок (10 % AlgCa);



**Рис. 3. Залежність відносної деформації ковбасних виробів від напруги зсуву**

1 – контроль ; 2 – зразок I (2,5 % AlgCa); 3 – зразок II (5 % AlgCa); 4 – зразок III (7,5 % AlgCa); 5 –IV зразок (10 % AlgCa);

На основі отриманих експериментальних даних встановлені гранична напруга зсуву, величина відносної деформації та ефективна в'язкість (рис. 2 та 3), які свідчать про збільшення пластичності ковбасних виробів і покращення структури готового продукту порівняно з контролем.

Аналіз представлених даних свідчить, що модельні ковбасні вироби, виготовлені з додаванням гелів альгінату кальцію, мають СМВ, характерні для ковбас традиційного асортименту при використанні в рецептурі альгінату натрію до глюконату кальцію у співвідношеннях останніх 1:7...1:20, яке залежить від вмісту в сухих речовинах продукту білків тваринного походження та органічного фосфору.

**Висновки.** Результати проведених досліджень підтверджують можливість ефективного використання гелів альгінату кальцію в технології м'ясних та м'ясомістких продуктів зі стабільними структурно-механічними властивостями при раціональному підборі рецептурних компонентів.

#### Література

1. Авдєєва О. Вивчення структурно-механічних показників гелів альгінату кальцію для отримання капсульних продуктів / Олеся Авдєєва, Євгеній Пивоваров // Обладнання та технології харчових виробництв Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2007. – № 16. – С. 112-118.

2. Пивоварова О. Дослідження стану води та вологоутримуючої здатності структурованих систем на основі альгінату натрію / Ольга Пивоварова, Євгеній Пивоваров // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі Харк. держ. ун-т. харчування та торгівлі. – 2009. – Вип. № 2 (10). – С. 170-177.

3. Пищевая химия / [Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А., Колпакова В. В., Витол И. С., Кобелева И. Б. ] ; под. ред. А. П. Нечаева. – [4-е.]. – СПб. : ГИОРД, 2007. – 640 с.

4. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: энциклопедия [2-е изд., испр. и доп.] / Сарафанова Л. А. – СПб: ГИОРД. 2004. – 808 с.

5. Ячнева М. Теоретические и практические аспекты производства инъектированных и реструктурированных мясopодуКТов/ Марина Ячнева, Анна Ярмолюк // Мясной бизнес. – 2009. – №8. – С. 40-41.

6. Сучков В. В. "ЭлайТ-мит" и "ЭлайТ-ПФ" – новые структурирующие комплексы для рубленых полуфабрикатов / В. В. Сучков, В. В. Сучков // Мясной бизнес. – 2008. – № 7. – С. 30-31

7. Булдаков А. С. Пищевые добавки. Справочник / Булдаков А. С. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 435 с.

#### Summary

*In the articles are resulted results of researches of structural mechanical indexes of gels of alginate of calcium and meat products.*

Рецензент – к.вет.н., професор Козак М.В.