

УДК 679.9:641

**Кондратюк Н.В.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

**Степанова Т.М.**

Сумський національний аграрний університет

**Толошній Д.В.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

**Поливанов Є.А.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

## ГЕЛІ ХАРЧОВІ ПЛІВКОУТВОРЮЮЧІ НА ОСНОВІ УРОНАТНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ У ВИРОБНИЦТВІ СУМІШЕЙ ДЛЯ ІН'ЄКТУВАННЯ М'ЯСОПРОДУКТІВ

*У статті розглянуто можливість використання гелів харчових плівкоутворюючих на основі альгінату натрію та пектину низькоетерифікованого амідованого (уронатних полісахаридів) під час виробництва сумішей для ін'єктування м'ясопродуктів. Подано матеріали, що описують можливість удосконалення технології м'ясопродуктів шляхом підвищення їх якості й харчової цінності за рахунок відкоригованої за складом функціональних інгредієнтів суміші для ін'єктування. Описано склад і наведено рекомендації з використання розроблених гелевих сумішей для ін'єктування м'ясопродуктів.*

**Ключові слова:** альгінат натрію, пектин, м'ясопродукти, суміші для ін'єктування.

**Постановка проблеми.** З розвитком ринкових відносин України з Європою та Азією дедалі більше уваги приділяється збільшенню обсягів виробництва високоякісної продукції. М'ясо й м'ясопродукти відрізняються від інших видів сировини не тільки високою харчовою та біологічною цінністю, а й наявністю екстрактивних речовин, які формують специфічний смак продуктів.

Харчова цінність м'яса має високі показники за рахунок достатнього вмісту м'язової тканини. Також цей показник указує на високий рівень засвоюваності нутрієнтів.

Харчову цінність м'яса оцінюють за співвідношенням триптофану, який міститься в м'язовій тканині до оксипроліну, що характеризує вміст сполучної тканини. Якщо співвідношення становить 1:6, то м'ясні продукти вважаються такими, що мають високу харчову цінність. Відомо, що м'ясопродукти з високою харчовою цінністю володіють широким спектром корисних властивостей, зокрема технологічних та органолептичних [1].

Однак останнім часом питання про м'ясопродукти з високою харчовою цінністю постає дуже гостро, оскільки частішають випадки потрапляння на м'ясопереробні комплекси сировини, у якій наявні значні відхилення від звичайного протікання автолітичних процесів. Від-

повідно до цього, сировину поділяють на PSE (з низьким показником рН після автолізу), DFD (з високим показником рН після дозрівання) та RSE (м'ясопродукти, що мають червону, в'ялу та водянисту м'язову тканину). Спричиняють низьку якість, по-перше, інтенсивне вигодовування тварин комбікормами, що містять велику кількість гормональних препаратів; по-друге, порушення умов передзабійного витримування й подальшої первинної переробки сировини [2; 5].

У зв'язку зі збільшенням кількості м'яса з показниками рН, що мають відхилення від дозволених значень, розроблено технологічне коригування за рахунок упровадження додаткових операцій: масажування, маринування, ін'єктування тощо.

Масажування й тумблювання сировини здійснювалось за наявності соєвих ізольованих білків, білкових гідролізатів з м'язової тканини інших тварин (птиці), водорозчинних фосфатів або комплексних синтетичних добавок [3]. На жаль, комплексну достовірну інформацію про дію цих речовин у складі сумішей для ін'єктування на різні види м'яса та м'ясопродуктів знайти досить складно. Тому аналіз наявної інформації щодо цього аспекту, а також питання еквівалентної та раціональної заміни складників є доцільним і необхідним у напрямі вдосконалення процесів

переробки м'ясної сировини й виробництва напівфабрикатів високої якості та харчової цінності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З аналізу останніх літературних джерел відомо, що сучасні дослідження полягають у розробці сумішей для ін'єктування, що містять набір стабілізуючих м'язове волокно речовин, які також регулюють автолітичні процеси [3; 4].

У таблиці 1 подано дані про речовини, які найчастіше використовують у складі сумішей, призначених для масажування та ін'єктування.

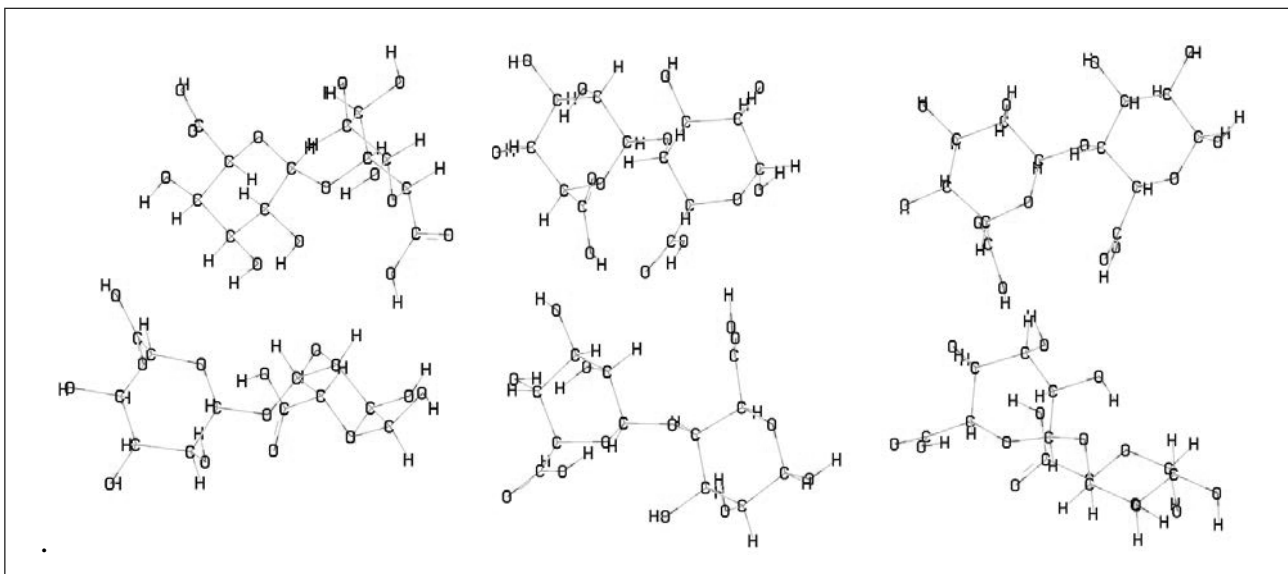
З наведених даних таблиці 1 наочно видно, що до сумішей, призначених до ін'єктування, входять полісахариди. Однак варто зауважити, що в наведеному переліку наявні лише макромолекули, які здатні до накопичення вологи, але позбавлені хімічної активності в напрямі накопичення мінеральних сполук (не стосується альгінату натрію).

Окрім наведеного переліку інгредієнтів, до складу сумішей для ін'єктування доцільно внести полісахариди, що мають високу вологоутримуючу здатність, добре взаємодіють з пептидами та мінеральними компонентами, покращують і стабілізують харчові системи тощо. Такими є полісахариди уронатної природи, зокрема альгінат натрію та пектин.

**Постановка завдання.** Основною метою статті є аналітичний огляд основних показників якості й характеристик інгредієнтів, що досить широко використовуються в складі рецептурних сумішей, призначених для ін'єктування м'яса і

м'ясопродуктів. Також у статті описується сутність технологічного рішення, що вважається альтернативою наявним сумішам для ін'єктування – розчинам уронатних полісахаридів, у матрицю гелю яких внесено смакоароматичні композиції, амінокислоти та мінеральні речовини. Останні виступають у ролі зшиваючих агентів і формують структуру гелю в просторі, суттєво покращують волоутримуючу здатність у м'ясних напівфабрикатах і готовій продукції на їх основі.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** До основних показників, що потребують корегування під час виробництва ін'єкційних сумішей, можуть бути зараховані діапазони варіювання компонентів, що становлять біологічну цінність, а саме: білків, пептидів та амінокислот, за якими визначають загальний вміст водо- й солерозчинних білків, частку білку сполучної тканини. Крім того, необхідно мати інформацію про кількісний і якісний вміст жиру та вуглеводів, наявність екстрактивних речовин (у тому числі й летких), вміст вологи, зольність тощо. Також важливо сформувати інформаційний блок, який містить відомості про такі технологічні характеристики: волого- та жирутримуюча здатність, здатність до гелеутворення. До цього комплексу показників варто долучити значення рН, показник активності водної фази та буферну ємність системи, а також структурно-механічні характеристики (в'язкість, напруга зсуву, зусилля зрізу, адгезійні властивості тощо). Крім того, необхідно постійно контролю-



а б в  
Рис. 1. Квантово-хімічні моделі реакційноздатних блоків уронатних полісахаридів (верхні димери – пектинові; нижні – альгінатні): а – дигалактуронат-дигулуранат; б – дигалактуронат-димануронат; в – дигалактуронат-гулуранат-мануронат

**Характеристика складників сумішей, призначених для масажування та ін'єктування м'ясопродуктів**

Назва інгредієнта	Характеристика
Ксантанова камедь (E415)	Одержується шляхом ферментації глюкози або сахарози бактеріями виду <i>Xanthomonas campestris</i> . Дає змогу отримувати однорідний за консистенцією продукт. Виконує функції емульгатора і стабілізатора. Збільшує в'язкість рідких систем навіть при невеликому дозуванні (до 1%). Є стабільним у діапазоні температур (від -18°C до 120°C) і кислотності (від 2 до 12 pH).
Карбонати натрію (E500)	Використовуються переважно як розпушувачі та регулятори кислотності. За хімічним складом являють собою карбонати натрію – натрієві солі вуглецевої кислоти. У харчових продуктах переважно використовуються карбонат натрію (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – E 500i) – кальцинована сода; гідрокарбонат натрію (NaHCO <sub>3</sub> – E 500ii) – питна або харчова сода; суміш карбонату й гідрокарбонату натрію (E 500iii). Карбонати натрію запобігають злежуванню і грудкуванню сипких продуктів, є регуляторами кислотності.
Мальтодекстрин (E 459)	Гігроскопічний порошок, що є продуктом переробки крохмалю. Позбавлений смаку або помірно-солодкий. Має функції згущувача, розпушувача, антиокислювача, емульгатора, підсолоджувача й підсилювача смаку. Відіграє роль інертної допоміжної речовини. Уповільнює процеси зміни кольору продуктів у результаті окислення; використовується як розпушувач порошкоподібних сумішей; поліпшує засвоюваність їстівних компонентів і стимулює зростання корисної мікрофлори в кишечнику.
Клітковина (целюлоза) (E 460)	Використовується в розсільних сумішах, які потребують періодичного перемішування. Під час ін'єктування волокна, що потрапляють у м'язи, утримують деяку частину розсолу й унеможливають міграцію мінеральних і вітаміноподібних речовин під час термічних процесів, збільшуючи при цьому вихід готових виробів.
Ацетати натрію або натрієва сіль оцтової кислоти (E 262)	Порошок білого кольору або безбарвні кристали. Виступає в ролі харчового консерванту, регулятора кислотності та ароматизатора.
Альгінат натрію (E 401)	Полісахарид природного походження, що складається із залишків D-мануранової й L-гулуранової кислот. Порошок має добру розчинність у воді з утворення прозорих безбарвних гелів, утримує велику кількість вологи (до 99%), може виступати в ролі стабілізатора харчових систем.
Карагенан (E 407)	За своєю хімічною структурою є полімером лінійного типу, його застосування зумовлене здатністю до гелеутворення й набухання у воді. У харчових продуктах виконує функції емульгатора, згущувача, стабілізатора. Карагенан і його солі збільшують в'язкість харчових систем. Застосування розчину карагенану дає змогу суттєво збільшити обсяг м'ясних і ковбасних виробів, що знижує собівартість.
Пірофосфати (E 450iii)	Ефіри та солі пірофосфорної кислоти (H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) використовуються як стабілізатори, розпушувачі, регулятори кислотності, комплексоутворювачі й емульгатори. Мають високу вологоутримуючу здатність. Основне призначення в м'ясопереробній промисловості – збільшення об'єму м'язових волокон, що збільшує вихід готового продукту. Пірофосфати сприяють утворенню однорідної консистенції продукту. У виробництві м'ясних напівфабрикатів використовуються також з метою насичення продукту однорідним кольором; пригнічують процеси окислення; подовжують термін придатності напівфабрикатів і готових продуктів зі збереженням усіх смакових властивостей.
Трифосфати (E 451i)	Застосовуються як стабілізатори в'язкості й консистенції харчових продуктів. Мають властивість перешкоджати процесам окислення в м'язових тканинах і жири. Стабілізують забарвлення продуктів. Застосовуються під час виробництва ковбас і сосисок. Здатні збільшувати вихід готової продукції, оскільки мають функцію накопичення великої кількості води в м'язових тканинах.
Цитрат натрію (E331 iii)	Має виражений кисло-солоний присмак і добре розчиняється у воді. Застосовується як стабілізатор, емульгатор, регулятор кислотності, підсилювач смаку.
Натрієва сіль глутамінової кислоти (E 621)	Є широко розповсюдженою амінокислотою, що застосовується як підсилювач смаку.
Аскорбат натрію (E 301)	Антиоксидант, призначений для захисту продуктів від зміни кольору, окислення жирів, зміни нітратів і появи гіркоти. Є одним із видів вітаміну С. Добре розчиняється у воді. Має властивість подовжувати термін придатності продуктів.

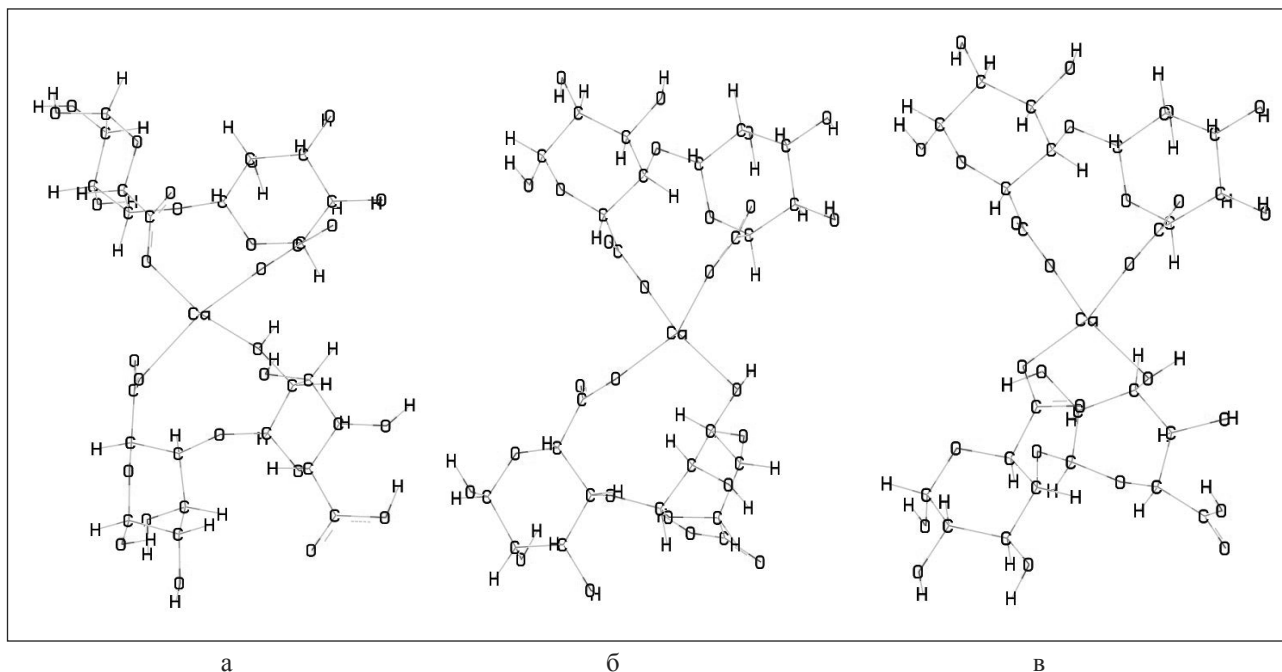


Рис. 2. Квантово-хімічні моделі реакційноздатних блоків уронатних полісахаридів, зшитих іоном  $\text{Ca}^{2+}$  (верхні димери – пектинові; нижні – альгінатні): а – диґалактуронат-Са-диґулуруонат; б – диґалактуронат-Са-димануруонат; в – диґалактуронат-Са-гулуруонат-мануруонат

вати показники якості в сировині й готових продуктах, що визначають їх безпечність.

Комплексне дослідження показників якості можливо лише за умов проведення моделювання. На першому етапі створено квантово-хімічні моделі, які дають змогу отримати інформацію про кількість потенційних центрів зв'язування біологічно активних речовин і води в матриці, на основі уронатних полісахаридів.

На рисунку 1 наведено зображення квантово-хімічної моделі двох димерів. Пектиновий модуль матриці зображується у вигляді залишків кислот галактуронової кислоти. Альгінатний модуль – у вигляді залишків кислот манурунової та гулурунової кислот у різних просторових варіаціях.

З рисунка 1 а-в можна встановити кількість центрів зв'язування води в одному модулі, а після цього, знаючи молекулярну масу полісахаридів, можна розрахувати й орієнтовну кількість внутрішньозв'язаної води в готовому продукті.

Так, з рисунку 1 наочно видно, що гідрофільних груп у кожній із наведених структур димерів міститься 18, із яких у пектинових та альгінатних модулях по 10 атомів гідрогену (-H); 6 гідроксильних груп (-OH), 2 карбоксильні групи (-COOH).

Варто зазначити, що на рисунку 1 а-в наведені лише найменші за розмірами функціональні модулі, але ті, що володіють усіма властивостями макросистеми. З огляду на те що альгінат і пектин мають полімерну структуру, кількість центрів

зв'язування води залежить від кількості мономерних ланок уронатів. Тому нами виведено формулу розрахунку загальної кількості таких центрів:

$$N_{\text{зв}} = 8 \cdot n + 2,$$

де  $N_{\text{зв}}$  – кількість центрів зв'язування води в макросистемі;

$n$  – кількість мономерів уронатів;

8 – кількість центрів зв'язування води в одній мономерній ланці;

2 – кількість кінцевих центрів зв'язування води в макросистемі.

На рисунку 2 наведено зображення квантово-хімічної моделі комплексних сполук (пектинового та альгінатного модулів, зшитих між собою іонами кальцію).

Так, з рисунка 2 наочно видно, що гідрофільних груп у наведених структур димерів, зв'язаних із кальцієм, міститься 16, із яких у димерах пектину 10 атомів гідрогену (-H); 6 гідроксильних груп (-OH), у димерах альгінату – 10 атомів гідрогену (-H); 5 гідроксильних груп (-OH), 1 карбоксильна група (-COOH).

Особливість розчинів уронатних полісахаридів накопичувати іони полівалентних металів, зокрема іонів кальцію, є більш енергетично вигіднішою, аніж властивість утримувати молекули води. Тому за умов реалізації процесу іонотропного гелеутворення деяка кількість молекул води, що втратили зв'язки, виходить із системи назовні й бере участь в інших процесах: зв'язування з

білками та пептидами, накопичення на поверхні, випаровування.

Одним із критеріїв оцінювання якості м'яса та м'ясопродуктів є показник кислотності (рН), який залежить від прижиттєвих факторів тварин, а саме: виду, умови транспортування, типу відгодівлі, а також від факторів, набутих у процесі технологічного оброблення, а саме: типу забою, рівня знекровлювання, виду охолодження, глибини й часу проходження автолітичних змін, типу знежилування. Крім наведених факторів, варто враховувати анатомічне походження м'яса. Відхилення від рекомендованих показників рН м'ясної сировини призводить до погіршення технологічних характеристик переробленої продукції, зокрема впливає на вологоутримуючу здатність сировини та напівфабрикатів. За рахунок використання уронатних полісахаридів, які мають значну кількість центрів зв'язування вологи (рисунок 1) навіть після реалізації процесів іонотропного гелеутворення (рисунок 2), нами проведено регуляцію вмісту вологи, незважаючи на показники рН, але такі, що знаходяться в допустимому діапазоні. Регуляцію проведено за рахунок використання кальцієвих солей ортофосфорної кислоти (гідроортофосфатів і дигідроортофосфатів), які виконували дві функції. По-перше, були компонентами, що містять «агенти зшивання» – іони кальцію. По-друге, мають кислотний залишок, який проявляє в разі зміни рН буферні властивості.

Розчини кальцієвих солей ортофосфорної кислоти внесені до ін'єкторної суміші шляхом аерозольного розпилення на поверхню м'ясних виробів. Завдяки запропонованому принципу внесення, реакція іонотропного гелеутворення протікала повільно, й утворення масиву комплексних сполук з кальцієм як координаційного центру зв'язування дало змогу сформувати міцний гель, уповільнити витікання м'ясного соку, а також звільнити аніонні залишки від катіону кальцію, що збільшило їх реакційну здатність у врегулюванні кислотності системи.

Утримання значення рН в ділянці оптимуму дало можливість покращити технологічні, структурно-механічні й органолептичні характеристики зразків. Крім того, внесення цих солей у матрицю уронатних полісахаридів забезпечило їх мікробіологічну стійкість протягом зберігання.

Ще одним показником оцінювання якості м'яса та м'ясопродуктів вважається активність води. За виробничих умов цей показник є несуттєвим, однак його високі значення прогнозують активацію біохімічних, фізико-хімічних реакцій і процесів, що протікають у м'ясних продуктах і негативно впливають на терміни збереження м'яса та м'ясопродуктів, оскільки вода і зниження рН при цьому є умовами розвитку патогенних мікроорганізмів. Відомо, що із загальної кількості води, яка міститься в харчовому продукті, мікроорганізми споживають тільки її активну частину.

**Висновки.** Приведений у статті опис змін характеристик м'яса та м'ясопродуктів у ході зберігання доводить, що якість залежить від багатьох факторів: амінокислотного складу, кислотності, рівня активної вологи, кількості сухих речовин, жиру тощо.

Отже, за результатами аналітичного огляду за проблемою статті розроблено новий спосіб покращення якості м'ясопродуктів і підвищення їх біологічної цінності за рахунок унесення додаткових компонентів, що корегують автолітичні процеси в модельних системах. У статті наведені нові підходи до врегулювання показників якості м'яса та м'ясопродуктів, що мають допустимі відхилення. Регуляція відбувається шляхом прояву фізико-хімічних властивостей гелів уронатних полісахаридів, унесених до складу сумішей, призначених для ін'єкування.

Отже, підібрано компоненти й розроблено рецептурний склад суміші, призначеної для ін'єкування; визначено їх співвідношення та розроблено стратегію використання гелів харчових на основі уронатних полісахаридів у технологічному процесі переробки м'ясної сировини й виготовленні м'ясопродуктів високої якості та харчової цінності. Розроблено принцип внесення гідрогелю в товщу продукту з одночасним ін'єкуванням зразків розчином структуроутворюючого агента (фосфорнокислих солей кальцію).

Така взаємодія дає змогу створювати умови максимальної стабільності гідрофільних речовин – білків, поліпептидів, гідроколоїдів, підвищити вологоутримуючу здатність, знизити рівень активної води, що в подальшому знизить можливість накопичення патогенної мікрофлори тощо.

#### Список літератури:

1. Пасічний В.М. Харчова цінність та функціонально-технологічні характеристики тваринної і рослинної сировини, що визначають якість м'ясопродуктів. М'ясний бізнес. 2009. № 4. С. 77–79.
2. Зубар Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування. Київ: Центр учбової літератури, 2010. С. 336.

3. Баль-Прилипко Л.В. Актуальні проблеми галузі. Київ: Центр учбової літератури, 2010. С. 374.
4. Кишенько І.І. Використання гідроколоїдів в складі багатокомпонентних розсолів. Таврійський науковий вісник. 2008. № 56. С. 146–151.
5. М'ясо з ознаками PSE і DFD. ULR: <http://met-and-spices.com/myaso/84-myaso-s-priznakami-pse-i-dfd>.

#### **ГЕЛИ ПИЩЕВЫЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЕ НА ОСНОВЕ УРОНАТНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СМЕСЕЙ ДЛЯ ИНЪЕКТИРОВАНИЯ МЯСОПРОДУКТОВ**

*В статье рассмотрена возможность использования гелей пищевых пленкообразующих на основе альгината натрия и пектина низкоэтерифицированного амидованого (уронатных полисахаридов) при производстве смесей для инъектирования мясопродуктов. Приведены материалы, описывающие возможность совершенствования технологии мясопродуктов путем повышения их качества и пищевой ценности за счет откорректированной по составу функциональных ингредиентов смеси для инъектирования. Описан состав и приведены рекомендации по использованию разработанных гелевых смесей для инъектирования мясопродуктов.*

**Ключевые слова:** альгинат натрия, пектин, мясопродукты, смеси для инъектирования.

#### **FOOD FILM-FORMATED GELS ON THE BASIS OF URONATE POLYSACCHARIDES IN PRODUCTION OF MIXTURES FOR INJECTION OF MEAT PRODUCTS**

*The possibility of using food film-forming gels based on sodium alginate and low esterified amidated pectin (uronate polysaccharides) in production of mixtures for injection of meat products was considered. The materials describing the possibility of improving the technology of meat products by improving their quality and nutritional value due to the composition adjusted functional ingredients of the mixture for injection were given. Composition and recommendations on the use of the developed gel mixtures for the injection of meat products were described.*

**Key words:** sodium alginate, pectin, meat products, mixtures for injection.