

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Харківський торговельно-економічний коледж КНТЕУ

К.Б. Нечепуренко, П.П. Пивоваров, Л.О. Радченко

**ТЕХНОЛОГІЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНИХ ПРУЖНИХ ЕМУЛЬСІЙ
ДЛЯ ВИРОБІВ ІЗ ФАРШІВ**

Монографія

Харків
ХДУХТ
2019

УДК 664,324 – 027,267
ББК 36.80 – 1
Н – 59

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» **Т.В. Капліна**,
канд. техн. наук, доц. Дніпровського національного університету ім. Олесья Гончара **Ю.А. Мацук**

Рекомендовано до видання вченою радою Харківського державного університету харчування та торгівлі, протокол № 8 від 24.12.2018 р.

Нечепуренко К. Б. Технологія термостабільних пружних емульсій для виробів із фаршів : монографія / К. Б. Нечепуренко, П.П. Пивоваров, Л. О. Радченко – Електрон.данні.. – Х. ХДУХТ, 2019. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см, --

ISBN

У монографії теоретично та практично обґрунтовано доцільність використання термостабільної пружної емульсії на основі натрію альгінату в технології виробів м'ясних посічених.

Дослідження рекомендоване науковим працівникам, аспірантам, студентам та може бути корисним широкому загалу фахівців м'ясопереробної галузі та ресторанного господарства.

УДК 664,324 – 027,267
ББК 36.80 – 1

© Нечепуренко К. Б., Пивоваров П. П., Радченко Л. О., 2019

© Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2019

© Харківський торговельно-економічний коледж КНТЕУ, 2019

ISBN

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБІВ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ (ВМП) ..	6
1.1 Аналіз сновних трендів покращення якісних характеристик виробів із м'яса	8
1.2 Характеристика м'яса, як основної сировини для виробництва м'ясних посічених виробів	16
1.3 Обґрунтування використання натрію альгінату в технологіях харчової продукції з емульсійною структурою	23
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОДЕРЖАННЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНОЇ ПРУЖНОЇ ЕМУЛЬСІЙ (ТПЕ)	48
2.1. Інноваційна стратегія розробки напівфабрикату ТПЕ	48
2.2. Обґрунтування параметрів емульгування системи «олія – водні розчини натрію альгінату»	55
2.3. Розробка принципової технологічної схеми виробництва термостабільної пружної емульсії	77
2.4. Характеристика ТПЕ та прогнозування її впливу на технологію виробів м'ясних посічених	83
2.5. Обґрунтування технологічної схеми та технологічних параметрів виробництва термостабільних пружних емульсій	95
3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ	109
3.1. Визначення впливу ТПЕ у складі фаршів на стан вологи технологічної системи	110
3.2. Закономірності формування структурно-механічних властивостей виробів м'ясних посічених	114
3.3. Розробка технології ВМП із використанням емульсійних систем на основі натрію альгінату	122
3.4. Дослідження харчової та біологічної цінності біфштексів посічених з ТПЕ	138
4. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМОСТАБІЛЬНОЇ ПРУЖНОЇ ЕМУЛЬСІЇ ДЛЯ ВИРОБІВ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ	143
ВИСНОВКИ	152
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	153

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку науки про харчування пов'язані з підвищенням харчової цінності денних раціонів та необхідністю забезпечення населення України повноцінними продуктами харчування.

Для вітчизняних харчових і переробних підприємств характерним є використання інтелектуальних та фінансових інвестицій, що дозволяє запровадити сучасні процеси отримання харчової продукції. Однаковою мірою це стосується й технології виробництва м'ясних посічених виробів.

Споживання м'ясної продукції у формі виробів м'ясних посічених сприяє забезпеченню споживачів високоцінними білковими речовинами за доступною ціною, що сьогодні є дуже актуальним.

Серед м'ясної сировини все більша частка припадає на м'ясо птиці та свинину, виробництво яких підтримується інтенсивним розвитком індустріальних спеціалізованих комплексів. Самочинне збільшення споживання цієї сировини призводить до підвищення в добовому раціоні частки насичених жирів. Така тенденція разом зі зростанням споживання вуглеводів може чинити певний негативний вплив на здоров'я споживача. Тому покращення ліпідного складу посічених виробів завдяки використанню олії є одним зі шляхів регулювання якості денних раціонів.

Аналіз сучасного стану технологій виробів м'ясних посічених свідчить про недостатнє інформаційно-технічне забезпечення з цього питання, що є стримуючим фактором для широкого використання олій у цих технологіях. З іншого боку, висока рухливість олій під час нагрівання призводить до «відмаслювання» їх із виробу, що стримує їх пряме введення у склад виробів. Тому для більш ефективного впровадження рослинних олій у технології виробів м'ясних посічених необхідні наукове обґрунтування і розробка технологій у формі структурованих напівфабрикатів, де олії перебувають у стані структурованої емульсії, що суттєво зменшує їх рухливість.

До інноваційної стратегії дослідження належить наукове обґрунтування технології нового харчового напівфабрикату, а саме

термостабільної пружної емульсії на основі натрію альгінату та олії для використання у складі виробів м'ясних посічених (ВМП), що дозволить покращити органолептичні показники та харчову цінність виробів, забезпечити зменшення втрат під час теплової обробки.

Значний внесок у розвиток технології виробів м'ясних посічених зробили вітчизняні та зарубіжні вчені Пивоваров П.П., Москальцева М.Ю., Берестова А.В., Зинюхін Г.Б., Межуєва Л.В., І.А. Рогов, А.Б. Лісцин, М.М. Ліпатов та ін. Узагальнення досліджень вищезазначених науковців дозволили спрогнозувати отримання термостабільної пружної емульсії шляхом реалізації принципів іонотропного гелеутворення та виробів м'ясних посічених із їх використанням. Однак на сьогодні відсутня не тільки технологія отримання таких харчових систем, але й бракує технологій та рекомендацій із їх використання у складі виробів м'ясних посічених.

З огляду на зазначене, проведення комплексу аналітичних та експериментальних досліджень зі створення виробів м'ясних посічених із використанням термостабільної пружної емульсії є актуальним, а їх упровадження дозволить оптимізувати технологічний процес виробництва виробів м'ясних посічених, підвищити харчову цінність, зменшити виробничі втрати, собівартість продукції та відпускні ціни, що набуває особливого значення в умовах обмеженої платоспроможності населення України.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБІВ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ (ВМП)

Забезпечення якісного харчування населення є повсякденним завданням, яке за жодних умов не втрачає своєї актуальності, тому сьогодні одним із пріоритетів Державної політики є покращення структури харчування населення за рахунок збільшення споживання продуктів із високою харчовою цінністю [1]. Авторами [2] визначено, що окреме місце на ринку нових видів продукції займають структуровані продукти, виробництво яких має певні переваги порівняно з традиційними. Науковий та практичний інтерес до проблеми структуроутворення в харчових системах як методу ефективної переробки сировини в кінцеві продукти з контрольованою якістю є достатньо великим, свідомством чого є масштабні дослідження з цього напрямку та інтенсивно зростаючий ринок структурованих продуктів. Фахівцями передбачено, що перспективним є виробництво структурованих продуктів на основі альгінатів [3–6]. Окрему зацікавленість фахівців викликає галузь м'ясних та рибних фаршів, де отримання посічених виробів з емульсійною структурою має виражене практичне значення, оскільки продукти з емульсійною структурою мають великий потенціал за умови одержання продукції із заданими механічними властивостями, структурою та складом.

Станом на 2018 р. харчування різних груп населення України за калорійністю взагалом забезпечує основними нутрієнтами, але присутні певні структурні дисбаланси [7]: потреби в білках, у першу чергу тваринного походження, задовольняється лише на 80%, що, вірогідно, продиктовано їх ціновою недоступністю. Водночас у значній частині населення раціон відзначається надмірним споживанням жирів і вуглеводів, нестачею вітамінів та мінеральних речовин [8–10].

Суспільним результатом науково-технічного і соціального прогресу є різке зниження енерговитрат в основній масі населення як у сфері ресторанного господарства, так і у сфері домашнього господарства і побуту

[11]. Визначено, що енерговитрати людини зменшилися в 1,5...2 рази, тому сучасні вимоги нутриціології та технології виробництва повинні відреагувати на нові фізіологічні потреби професійних і вікових груп населення країни [12] з метою забезпечення адекватного задоволення потреби у повноцінному харчуванні.

Це стосується також технології виробів посічених м'ясних, потенціал яких на сьогодні не використовується повною мірою [13].

Для успішного просування на споживчому ринку продукт мусить максимально задовольняти вимоги споживача. Динамічне сучасне життя багатьох споживачів окрім традиційних вимог (якість, ціна) висуває такі побажання, як зручність використання [120], склад, харчова цінність.

Основною сировиною для виробництва виробів м'ясних посічених є м'ясо всіх видів худоби і птиці, оброблені субпродукти, білкові препарати тваринного і рослинного походження (кров, молоко та продукти його переробки, соєві ізоляти, концентрати), борошно, крупи, тваринні й рослинні жири, яйця і яйцепродукти, крохмаль, овочі, різноманітні стабілізатори, домішки та ін. У частці м'ясної сировини основне місце займають яловичина, свинина та м'ясо птиці через його невелику вартість. Яловичина, як м'ясо з підвищеною в'язкістю, є основою фаршу, а свинина, що є жирнішою і містить легкоплавкий жир, покращує смак готового посіченого виробу [14].

У виробництві м'ясних посічених напівфабрикатів як жировмісну сировину використовують свинячий шпик [15; 16], рецептурні компоненти якого багаті на насичені жирні кислоти, а у складі ліпідів є відносно високий рівень холестерину. Вочевидь, одним із напрямів підвищення поживної цінності є використання жирів не тваринного, а рослинного походження [17–19].

Технологія посічених виробів постійно вдосконалюється в харчовій галузі, але на цей час вона недостатньо розповсюджена в нашій країні так, щоб задовольнити потреби споживачів [25–28].

Доступність, повноцінність, технологічний потенціал, невибагливість до зберігання зазначеної вище сировини дозволяють вести пошукові дослідження з розробки нової кулінарної продукції з певними властивостями, яка б максимально задовольняла вимоги сучасного споживача.

1.1. Аналіз основних трендів покращення якісних характеристик виробів із м'яса

Аналіз літературних даних свідчить, що загалом формування асортименту харчової продукції на основі натуральних фаршів розвивається за рахунок використання різноманітних харчових добавок, у тому числі полісахаридної природи, використання яких у класичних рецептурах виробів м'ясних посічених покращує показники якості готової продукції [20–24].

Метою аналізу є технологічне вирішення проблеми харчування людей та наявність низки аліментарно-залежних захворювань. Це пов'язано зі способом життя, а більшою мірою зі споживанням продукції, не здатної повною мірою компенсувати ризики сучасного життя [29]. Найбільш актуальними, на нашу думку, невідповідностями в харчуванні є:

- фактичний дефіцит тваринного білка і рослинних жирів;
- недостатність вітамінів, мінеральних речовин, поліненасичених жирних кислот та ін., що має поліфункціональний і всесезонний характер;
- розбалансованість раціону за основними харчовими речовинами й енергії.

Важливо не тільки збільшити загальний обсяг виробництва м'ясопродуктів, але й забезпечити їх максимальне виробництво з кожної тонни сировини, що переробляється, і не тільки підвищити якість м'ясопродуктів, харчову цінність і товарні показники продукції, але й урізноманітнити асортимент продукції [84].

Аналіз сучасного стану переробки м'ясної сировини [93–95] показав зменшення загальних обсягів виробництва, що спонукає до розвитку

ресурсозберігальних технологій, зокрема технологій виробництва м'ясних посічених виробів.

Аналітичні дослідження ринку продукту-аналога зводяться до літературного огляду динамічної зміни виробництва та продажу м'ясної посіченої продукції за останні роки [96].

Із посіченої маси виробляють такі напівфабрикати: біфштекс посічений, лангет посічений, котлети натуральні посічені, шніцель натуральний посічений, ромштекс посічений, фрикадельки, люля-кебаб, биточки по-селянському, котлети полтавські.

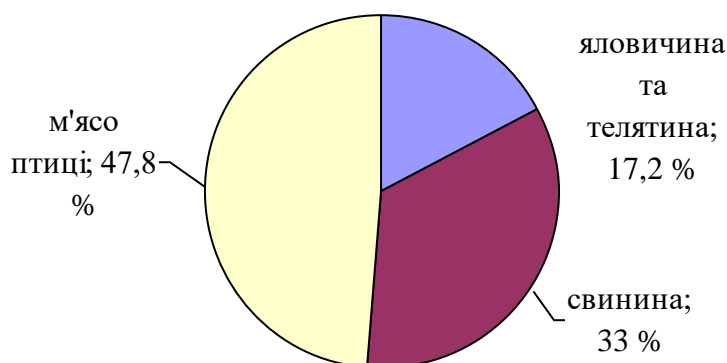


Рисунок 1.1 – Споживання м'ясної сировини населенням України

Аналіз публікацій виявив, що в зниженні за останні 5 років обсягів виробництва посічених м'ясних виробів в Україні спостерігається перелом – за останній рік спостерігається позитивна тенденція поступового зростання виробництва [87], що приведено у таблиці 1.2.

Проводячи підсумки 2018 року виробництва м'ясної посіченої продукції, можна зауважити, що загальний результат періоду, що аналізується вище, ніж у 2017 році на 3,84 тис. т чи на 4% [88]. Про обсяг виробництва м'яса і

Підприємства м'ясної промисловості переробляють тваринну сировину на харчові продукти, м'ясо, ковбаси, м'ясні консерви, концентрати та інші види продукції [89]. Головними підприємствами м'ясної промисловості стали великі м'ясні комбінати, на яких комплексно переробляється вся тваринницька продукція. Вони обладнані високопродуктивними машинами і застосовують сучасні технології виробництва різних м'ясопродуктів [90].

Сучасний м'ясокомбінат випускає за зміну до 150 т різних м'ясопродуктів від 100 до 150 найменувань. В Україні працює понад 100 м'ясокомбінатів. Зосереджені вони переважно у великих містах і в районах високоінтенсивного тваринництва. Найбільші з них в Києві, Полтаві, Харкові, Одесі, Донецьку, Луганську, Дніпропетровську, Львові, Запоріжжі, Волині, Чернігові, Черкасах [96].

м'ясопродуктів можна судити з даних таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 -- Виробництво м'яса і посічених виробів, тис. т.

Види продукції	Роки				
	2014	2015	2016	2017	2018
Яловичина і телятина	1236,2	984,0	672,0	292,0	276,0
Баранина	30,6	23,6	19,1	2,9	1,6
Свинина	98,5	72,4	69,2	54,3	75,4
М'ясо птиці	54,3	35,5	65,5	21,1	26,7
Ковбаси	620,4	500,2	277	155	175
Напівфабрикати посічені	--	45,0	48,7	56,1	65,4

Зменшення поголів'я великої рогатої худоби, овець, свиней і птиці призвело до скорочення сировинних ресурсів м'ясної промисловості [91].

Багато підприємців галузі тільки наполовину використовували свої потужності, окремі із них тимчасово припинили виробництво. Починаючи з 1990 р. виробництво всіх видів м'яса і м'ясопродуктів постійно скорочується, погіршується його якість [92].

Отже, проблема збільшення виробництва м'яса і м'ясопродуктів, підвищення поживної цінності і поліпшення їх цінності стає однією з найважливіших у справі розвитку харчової промисловості.

Аналіз сучасного стану переробки м'ясної сировини [93–95] показує зниження загальних об'ємів виробництва та спонукає розвиток ресурсозаощаджувальних технологій, зокрема технологій виробництва м'ясних посічених виробів.

Аналітичні дослідження ринку продукту-аналогу зводяться до літературного огляду динамічної зміни виробництва та продажу м'ясної посіченої продукції за останні роки [96].

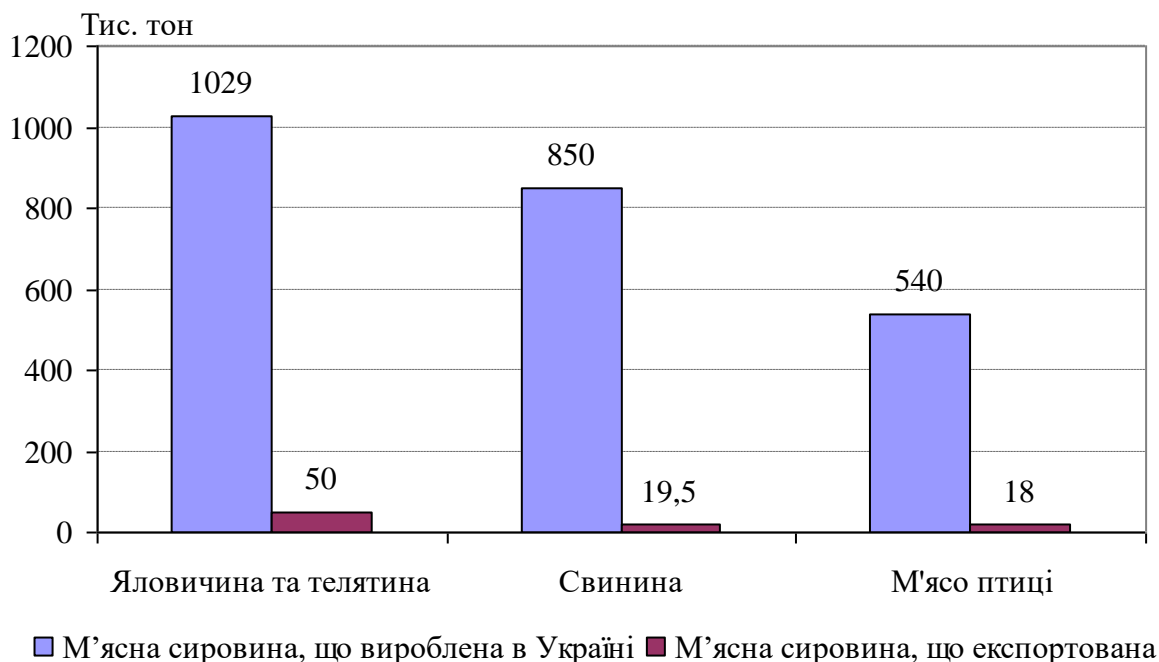


Рисунок 1.2 – Загальне споживання м'ясної сировини за рік

З посіченої маси виробляють такі напівфабрикати:

- Біфштекс посічений Шпик нарізають дрібними кубиками, з'єднують з січеною масою, розділяють на порції і надають виробам приплюснuto-округлої форми 2 см завтовшки. На порцію використовують 1 шт.
- Лангет посічений Січену масу розділяють на порції, надають виробам приплюснuto-округлої форми 1 – 1,5 см завтовшки. Використовують по 2 шт. на порцію.
- Котлети натуральні посічені М'ясу з баранини розділяють на порції, надають виробам овально-приплюснutoї форми, змочують у льезоні, обкачують у сухарях.
- Шніцель натуральний посічений Січену масу порціонують, надають овально-довгастої форми 1 см завтовшки, змочують у льезоні і обкачують у мелених сухарях.

- Ромштекс посічений Готують так само, як і шніцель натуральний посічений, але для його приготування використовують яловичину.

- Фрикадельки. М'ясо нарізають шматочками, пропускають 2 – 3 рази через м'ясорубку, з'єднують з ріпчастою цибулею, сирими яйцями, меленим перцем, сіллю, додають воду й все перемішують, порціонують у вигляді кульок масою 7 – 10г.

- Люля-кебаб. М'ясо баранини нарізають шматочками, з'єднують з сирою ріпчастою цибулею, баранячим (курдючним) салом, 2 – 3 рази пропускають через м'ясорубку, кладуть сіль, мелений перець і добре перемішують. Можна додати лимонну кислоту. Для маринування ставлять у холодильну шафу на 2 – 3 год., після цього порціонують (по 2 – 3 шт. на порцію), надають форми маленьких ковбасок, нанижують на шпажку.

- Биточки по-селянському. Для приготування натуральної посіченої маси використовують яловичину, додають також дрібно нарізану ріпчасту цибулю.

- Котлети полтавські. Яловичину пропускають 2 рази через м'ясорубку, додають воду, шпик, нарізаний дрібними кубиками, подрібнений часник, сіль, перець і перемішують. З цієї маси формують котлети і обкачують їх у сухарях.

Можна визначити, що на сьогоднішньому етапі розвитку технологій посічених виробів не відповідає вимогам, оскільки в складі виробів недостатньо використовуються добавки і науково-технологічні принципи, які здатні суттєво корегувати склад технологічної системи посічених виробів з м'яса та їх фізико-хімічні та структурно-технологічні показники.

З огляду на зазначене актуальним є корегування в структурі харчування населення вмісту дефіцитних нутрієнтів, у тому числі й за складом м'ясних продуктів [30]. Реалізація таких підходів [31] пов'язана з виробництвом посічених м'ясних напівфабрикатів із вмістом нутрієнтів, у тому числі тих, які містять різні види рослинної олії – джерела НЖК та ПНЖК – та до складу яких входять харчові волокна.

Створення технології структурованих напівфабрикатів у стані пружної емульсії, які придатні для використання у складі виробів м'ясних посічених і можуть бути джерелом нутрієнтів, є актуальним, а реалізація функціонально-технологічних властивостей ТПЕ дозволить оптимізувати нову продукцію і забезпечити високі органолептичні показники та конкурентноспроможність нового технологічного процесу.

Висунуті нами принципи нової технології взагалом збігаються з напрямами досліджень провідних наукових шкіл у галузі переробки м'яса (І.А. Рогов, А.Б. Лісіцин, М.М. Ліпатов [32–34]), згідно з якими перспективною є розробка проектів, які впроваджують у виробництво нові розробки та коригують властивості продукції, враховуючи вимоги ринку і науки про харчування.

Водночас потрібно враховувати аргументи, сформульовані В.Н. Гуляєвим, Л.Г. Вінниковою та Зайцевим А.Н. [35–38], що в харчуванні людини м'ясо і м'ясопродукти є джерелом повноцінних білків, жирів, вітамінів, мінеральних та екстрактивних речовин, які використовуються організмом для біологічного синтезу та покриття енергетичних затрат, тому зниження енергоємності м'ясної сировини в рецептурі має бути обґрунтованим.

Із метою поліпшення якості м'ясних посічених виробів і фаршу протягом десятиліть у всьому світі проводяться інтенсивні наукові розробки, результатом яких є величезний обсяг інформації у фундаментальних і періодичних виданнях. Дослідження проводяться в різних напрямках, кожен з яких має свої переваги і недоліки.

Очевидно, що нові рішення в технологіях посічених виробів є досить універсальними. Незважаючи на те, що способи з'єднання різних шматків м'яса воєдино існують вже більше 20 років, потреба ринку в нових рішеннях останні п'ять років постійно зростала. Запропонована технологія базується на структуроутворенні фаршевих систем за допомогою натрію альгінату. Проте не менш важливим показником біологічного ефекту в технології, що

розробляється, є використання рослинних жирів, що частково заміщають тваринні.

Удосконалення технології ВМП можливе за двома напрямками – удосконалення рецептурного складу завдяки введенню наповнювачів для покращення структури і збереження біологічної та харчової цінності сировини, або удосконаленням технологічного процесу та окремих операцій.

Для вдосконалення рецептурного складу перш за все використовуються речовини, що зв'язують воду в сирому фарші. До них належить і альгінова кислота та її солі[122]. Важливим є її властивість до структуроутворення, в т.ч. і в складі рецептурних сумішей.

Як визначено авторами [124], утворення гелевої структури в розчинах альгінатів відбувається за участю іонів бівалентного кальцію шляхом взаємодії молекул між собою в зонах кристалічності (іонотропного гелеутворення). У зв'язку з цим гелеутворююча здатність і міцність гелів безпосередньо пов'язані з кількістю і довжиною зон кристалічності. За властивостями гелі можуть бути пружними, або піддатливими з ефектом некучості текучими залежно від технологічного призначення [123].

Відомо, що при взаємодії іонів кальцію та розчину натрію альгінату, відбувається вирівнювання G-блоків з утворенням координаційних зв'язків, що призводить до зв'язування ланцюгів полімеру. Залежно від концентрації учасників процесу і їх співвідношення ці міжланцюгові асоціації можуть бути тимчасовими або постійними. За низьких концентрацій кальцію утворюються тимчасові асоціації, що веде до підвищення в'язкості розчину. За високих концентрацій кальцію утворюються постійні асоціації, що приводить до гелеутворення [125].

Як видно з літературних джерел [122–126], на практиці альгінові гелі отримують, використовуючи три основні методи: дифузне структурування (diffusion setting), структурування охолодженням (setting by cooling) і внутрішнє структурування (internal setting). Головна відмінність цих методів

– кінетика гелеутворення, відповідно формується і різна структурна сітка гелів [126].

Відзначено, що у Великобританії був розроблений спосіб отримання структурованих плодів і ягід, таких як агрус, вишня, чорна і червона смородина, чорниця, брусниця [127]. Продукти мали неоднорідну текстуру і являли собою плодово-ягідне пюре або пульпу, покриту щільною оболонкою гелю. Автори називали їх «simulated soft centered fruits». Технологія отримання таких продуктів включає змішування плодово-ягідної пульпи або пюре з водяним розчином натрію альгінату або пектину для отримання продукту з щільною оболонкою і м'яким внутрішнім середвищем. Отриманий таким чином продукт використовувався які наповнювач йогуртів, морозива, джемів та пирогів.

За подібною технологією отримують кільця цибулі. Цибулю гомогенізують, замочують у воді й додають альгінат натрію разом з іншими рецептурними компонентами. Пасту, що утворилася, формують у цибульні кільця, використовуючи спеціальне обладнання, і занурюють у ванну, що містить розчин CaCl_2 . За таких умов утворюється стійке гелеподібне покриття на поверхні кілець, чого цілком достатньо для подальшого смаження продукту [128].

Luh та Karell запропонували такий спосіб отримання структурованого плодово-ягідного продукту: желатиновий гелю, що містить фруктову пульпу й натрію альгінат, був заморожений, нарізаний на шматки і поміщений у розчин лактату кальцію для формування додаткової структурної сітки. Продукт отримав високу органолептичну оцінку і майже не поступався натуральним аналогам [127].

Ученими визначено, що під час структурування охолодженням уся реакційна суміш, що включає альгінат, сіль кальцію і супутні інгредієнти, розчиняється в гарячій воді. За підвищеної температури гелеутворення не відбувається, оскільки ланцюги альгінату знаходяться в тепловому русі (мають велику теплову енергію), що перешкоджає їх реакції з кальцієм.

Гелеутворення відбувається тільки в разі охолодження. Основна особливість отриманих таким чином гелів – їх стійкість за високих температур. Крім того, втрата води в результаті синерезису в таких системах мінімальна. Цей факт пояснюється тим, що кальцій, необхідний для утворення гелю, стає доступним у розчині одночасно для всіх молекул альгінату, у результаті чого утворюється термодинамічно стабільна структура [128].

За цих аналітичних передумов вважаємо за доцільне розробити та обґрунтувати технології напівфабрикату термостабільної пружної емульсії на основі натрію альгінату та рослинної олії із використанням його у складі виробів посічених м'ясних, який здатен суттєво покращити органолептичні показники та склад готової до споживання кулінарної продукції.

1.2. Характеристика м'яса як основної сировини для виробництва м'ясних посічених виробів

Сучасні властивості м'яса суттєво змінюються з виникненням інтенсивних методів вирощування. Склад і властивості м'яса та інших продуктів забою залежать від біологічних характеристик тварин, умов вирощування та годівлі тих змін, які виникають у тканинах під впливом зовнішнього середовища та інших факторів [39], що визначають якісні характеристики м'ясної сировини.

Якість м'ясної сировини визначається кількісним співвідношенням тканин, їх фізико-хімічними та морфологічними характеристиками, що залежать від виду худоби, породи, віку і статі, умов утримання та відгодівлі тварини, анатомічних особливостей частин туші [40].

Як відомо з фахової літератури, продукти забою сільськогосподарських тварин і птиці є багатокомпонентними структурно-складними системами. Залежно від складу і властивостей їх використовують для виробництва харчових продуктів, кормової та технічної продукції, медичних препаратів [41].

За умов використання сучасних методів відгодівлі та вирощування склад м'яса залежить від виду кормів, способу вирощування та селекції.

Харчову цінність м'ясної сировини визначають від кількісного співвідношення вологи, білка, жиру, вмісту незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, мікро- і макроелементів, а також органолептичних показників м'яса [42].

Важливо встановити репрезентативні зв'язки між числовими значеннями властивостей і якісними показниками продукції на всіх стадіях технологічного процесу [43], що дозволяє постійно контролювати процес виробництва.

Як відомо з літературних джерел, до комплексу показників, що визначають харчову цінність м'ясної сировини, входять такі органолептичні показники: колір, смак, запах, консистенція, соковитість та ін. Жир, що входить до складу м'яса, за наявності каротиноїдних пігментів може набувати жовтого відтінку [44; 45].

Запах і смак м'яса залежать від кількості і складу екстрактивних речовин, наявності летких компонентів і тих перетворень у їх складі, які виникають у ході теплової обробки. На формування смако-ароматичних характеристик м'яса впливають глутатіон, карнозин, ансерин, глутамінова кислота, треонін, сірковмісні амінокислоти, продукти розпаду нуклеотидів, креатин, креатинін, вуглеводи, жири і широкий спектр летких компонентів (сірковмісні, азотовмісні, карбонільні сполуки, жирні кислоти, кетокислоти, продукти реакцій меланоїдиноутворення) [46].

Сучасна сировина характеризується недостатнім ароматом та смаком, оскільки інтенсивне вирощування та малорухливість тварин не стимулюють накопичення екстрактивних речовин.

Для технологічного використання однією з найважливіших властивостей м'ясної сировини є її консистенція (ніжність і соковитість), яка залежить від кількості сполучної тканини, вмісту внутрішньом'язового жиру, розміру м'язових пучків і діаметра м'язових волокон, стану м'язових білків –

ступеня їх гідратації, взаємодії міозину й актину, рівня деструкції. На ніжність м'яса впливає не тільки загальний вміст сполучної тканини, але і співвідношення в ній колагену й еластину, ступінь полімеризації основної речовини – мукополісахаридів [47; 48].

Аналітичні дослідження свідчать, що на сучасному етапі м'ясна сировина характеризується підвищеною вологістю, але зниженою соковитістю готової продукції. Так, у багатьох випадках вона має недостатньо високі значення ВУЗ. Саме тому емульгування, як технологічна операція, здатне покращити органолептичні показники кінцевої кулінарної продукції.

Поняттям «функціонально-технологічні, товарознавчі властивості м'ясної сировини» визначають сукупність властивостей, які характеризують харчову і біологічну цінність, органолептичні, структурно-механічні, функціонально-технологічні, санітарно-гігієнічні та інші ознаки продукту, а також ступінь їх вираженості. Найбільше технологічне значення мають м'язова, жирова та сполучна тканини, їх кількісне співвідношення, якісний склад та умови обробки [49]. Кількісне співвідношення тканин у м'ясі приблизно становить: м'язова тканина – 50...70%, жирова тканина – 3...20%, кісткова тканина – 15...22%, сполучна тканина – 9...14% [50].

Відомо, що м'язова тканина – це сполучення клітин (м'язових волокон) із неклітинною структурою (міжклітинною речовиною). М'язові волокна та сполучнотканинні прошарки утворюють каркас тканини, міцність якого визначає структурно-механічні властивості м'яса [51].

Сучасна м'ясна сировина, особливо птиця, характеризується зниженими значеннями структурно-механічних показників, що виявляється за зниженої гумоподібності під час розжовування. Вірогідно, це разм з іншими причинами є результатом селекції та інтенсивності досягнення товарної маси.

Технологічна функціональність стає все більш важливим фактором у переробці м'яса, оскільки вона впливає на структуру, зв'язувальну здатність,

хімічний склад і колір продукту.

Авторами [52] зазначено, що білки – другий, після води, за вмістом компонент м'ясної сировини. Головною ознакою повноцінних білків є те, що до складу їх молекул разом з іншими амінокислотами входять так звані незамінні амінокислоти (валіну, лейцину, ізолейцину, триптофану, метіоніну, лізину, фенілаланіну, треоніну).

Однак, під час оцінюванні біологічної цінності білків разом з урахуванням ступеня збалансованості незамінних амінокислот береться до уваги рівень та здатність до гідролізу білків ферментами ШКТ [54]. Харчову цінність м'яса оцінюють за якісним білковим показником, який являє собою відношення триптофану (як індексу повноцінних білків м'язової тканини) до оксипроліну (показника неповноцінних сполучнотканинних білків), тобто за значенням «триптофан-оксипролінового індексу». Якість м'яса характеризують також за співвідношенням вода–білок, жир–білок, вода–жир. Між вмістом вологи і жиру існує зворотна кореляційна залежність [55]. Такий підхід переносять і на натуральні посічені вироби.

Авторами [56; 57] зазначено, що всі білки м'язової тканини більшою чи меншою мірою беруть участь в утворенні структури фаршів, виявляючи при цьому властивості, характерні для високомолекулярних сполук. Так, у результаті взаємодії «білок–білок» відбувається утворення драглів, «білок–вода» – набрякання і розчинення білків, зв'язування вологи. Взаємодія в системі «білок–жир» призводить до жиропоглинання та зв'язування жиру, а в системі «білок–жир–вода» сприяє утворенню емульсій та піни, причому білки в цьому випадку виявляють поверхнево-активні властивості. Усі ці процеси відбуваються одночасно під час приготування фаршу, що підтверджується утворенням певної консистенції [58].

Проте утворення консистенції відбувається в результаті взаємодії макромолекул білків між собою. Наслідком цього є формування тривимірної просторової сітки, здатної утримувати в міжполімерному просторі вологу та інші компоненти фаршу [59]. Сучасна сировина через наявність значної

кількості вільної вологи і відносно низькі значення рН м'ясної сировини в багатьох випадках не відповідає чинним технологічним вимогам, тому технології приготування фаршів мають бути скореговані з урахуванням цих характеристик. Під час теплової обробки внаслідок термокоагуляції білків утворюється еластичний каркас, що зумовлює міцність структури готового виробу, який можна розглядати як термотропний гель. Стійкість його в основному залежить від драглеутворюючої здатності розчиненої частини міофібрилярних білків [60]. Однак вищезазначені драгли є нестійкими, як вологозв'язуючі агенти і за впливу високих температур термічної обробки втрачають вологу, зменшуючи вихід продукту.

Таким чином, із літературного огляду відомо, що драглеутворююча здатність білків залежить від концентрації та вигляду білка, рН середовища, температури, розмірів частинок, вмісту солей та інших речовин, як і структура та міцність білкового драглеутворювача.

Авторами [61] зазначено, що однією з найважливіших функцій білка у м'ясних системах є формування водозв'язуючої здатності в результаті взаємодії в системі «білок–вода». Швидкість та стійкість зв'язування води залежить головним чином від концентрації, властивостей та стану білкових речовин. Значній вплив мають і умови гідратації: величина рН середовища, що характеризує рівень іонізування аміногруп; ступінь денатураційних змін, що сприяють зниженню сорбції води білком унаслідок збільшення частки міжбілкових взаємодій; концентрація та властивості електролітів у системі [62].

Іншою важливою функціональною властивістю білків м'яса є емульгуюча здатність. Завдяки наявності гідрофобних груп білки утворюють на зовнішній поверхні краплинки жиру міцний адсорбційний шар, який відіграє роль бар'єра, що перешкоджає коалесценції жиру. Гідрофільні групи білків при цьому орієнтуються до води [63].

Вважаємо, що, незважаючи на високу емульгуючу здатність фаршевих систем, доцільно передбачити додаткові впливи, які б нівелювали знижені

технологічні властивості м'ясної сировини і забезпечили сталість технологічного процесу за всіх умов.

Іншим важливим показником якості м'яса є ізоелектрична точка основних білків міозину й актину, що становить відповідно 5,4 та 4,7, температура денатурації 40...50°C та 50...55°C [64]. Найважливішим у функціональному відношенні є білок міозин, переважна кількість якого міститься у м'язовій тканині (54...60%). Міозин має найкращі емульгуючі та драглеутворюючі властивості, що сприятливо позначається на структурі фаршу. До складу рідкої частини м'язової тканини – саркоплазми – входять білки: міоген, глобулін-Х, міоглобін. Це повноцінні водорозчинні такі білки, які мають високу водозв'язуючу здатність [65]. Міоглобін забезпечує формування кольору м'яса та м'ясопродуктів. Сарколема м'язового волокна складається з еластину [64].

Основою сполучної тканини є колагенові та еластинові волокна [74]. Основний білок сполучної тканини (колаген) підвищує жорсткість м'ясної сировини і знижує її біологічну цінність через те, що приблизно на 29% складається з проліну та оксипроліну. Нативний колаген не розчинний у воді, але здатний до набрякання [77]. Якщо у м'ясі міститься невелика кількість сполучної тканини (до 15%) вона не впливає негативно на якісні показники і ступінь засвоюваності посічених виробів. За досить високого ступеня подрібнення та під впливом термообробки колаген добре гідролізується з утворенням глютину та желатоз. Проте жиропоглинаюча здатність колагену надто низька [80], а для молодих тварин, з яких виробляється більшість м'яса, вона потребує додаткового корегування. Це є стимулом до використання додаткових речовин або технологічних систем, які покращують емульгуючі властивості.

Технологічною невідповідністю м'ясних протеїнів є те, що вони не можуть утримувати всієї зв'язаної води, не втрачаючи міцності своєї структури [66]. Це обумовлює втрату води, жиру, соковитості, а отже, несприятливо впливає на вартість та органолептичні показники готових

виробів.

Для сучасної м'ясної сировини ця проблема є важливою. У цілому, до складу м'яса входить від 52% до 73% води, що значною мірою впливає на властивості м'ясної сировини [68]. Вона є основним компонентом більшості харчових продуктів і чинить визначальний вплив на їх якісні характеристики [69].

Відомо, що за різних умов, додаткових рецептурних компонентів та видів технологічного впливу, наприклад емульгування, ступінь зв'язування вологи у м'ясній сировині може корегуватися залежно від технологічного призначення [75].

Компонентом, що кількісно переважає у складі м'ясної сировини, є жир, представлений в основному тригліцеридами, у структурі яких містяться здебільшого НнЖК [71].

Як відомо з літературних джерел, жирова тканина – це компонент, що визначає якість посічених виробів [72]. Жири характеризуються низькою полярністю і майже не розчинні у воді. За певних обставин жир із водою може утворювати досить стабільні емульсії, тому є дуже важливим структуруючим компонентом у виробництві посічених виробів. Здатність жирів до утворення емульсій залежить від природи жиру, температури його плавлення, ступеня подрібнення і наявності емульгаторів [73].

Проте недоліком тваринної жирової сировини є низький вміст НнЖК, оскільки згідно з формулою збалансованого харчування [74] добове споживання жирів дорослою людиною має становити 80...100 г (у тому числі 20...25 г рослинних) за вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот 2...6 г, олеїнової кислоти 35 г і насичених жирних кислот 20 г. Крім того, співвідношення між кількістю поліненасичених і насичених жирних кислот має становити 0,30...0,35% [76].

За таких передумов доцільним є залучення до складу виробів м'ясних посічених олій, що є джерелом ПнНЖК.

Іншими важливими елементами м'ясної сировини є вуглеводи, що становлять близько 1,0...1,5% [77]. Їх роль (глікогену і глюкози) визначається участю в біохімічних процесах дозрівання м'яса, формуванні смаку, аромату, зміні консистенції, величини рН, ніжності та соковитості, а не тривалістю зберігання [72; 73; 77]. Вітаміни, мікро- і макроелементи, речовини, що стимулюють секреторно-моторну діяльність травного апарату (екстрактивні речовини, ферменти), є необхідними складовими м'яса і їх надходження в організм – значуща умова його нормального розвитку та функціонування [77–79].

Мінеральні речовини м'язової тканини (сполуки К, Na, Ca, Mg, Fe, Zn) беруть участь у багатьох обмінних процесах, в утворенні буферних систем, впливають на ступінь розчинності й набрякання білків, отже, наявність їх також має значення при визначенні харчової цінності продукту, причому найбільший інтерес становить вміст натрію, кальцію і заліза [80].

За цих ознак використання кальцієвмісних солей у технології виробів м'ясних посічених може бути доцільним, для забезпечення добових норм споживання. Таким чином, м'ясо є біологічно повноцінною харчовою сировиною, що має великий потенціал використання в різноманітних технологіях м'ясних виробів. Очевидно, що в загальному обсязі м'ясної сировини основну частину становить свинина та птиця і є певний дефіцит яловичини. Тому, з одного боку, актуальними технологіями є ті, які покращують показники якості виробів із свинини та птиці, а з іншого – які дозволяють раціоналізувати використання яловичини.

Виробництво якісних м'ясних продуктів – це комплексне завдання. І рівень технології залежить як від удосконалення комплексної і безвідходної технології переробки сільськогосподарської сировини, так і від упровадження сучасних технологічних процесів [82; 83].

Можна відзначити, що на сучасному етапі розвитку технологій виробництво посічених виробів не відповідає вимогам, оскільки у складі виробів недостатньо використовуються добавки і науково-технологічні

принципи, які здатні суттєво скорегувати склад технологічної системи посічених виробів із м'яса, їх фізико-хімічні та структурно-технологічні показники.

1.3. Обґрунтування використання натрію альгінату в технологіях харчової продукції з емульсійною структурою

На основі аналізу досліджень науковців [96–108] та огляду ринку сучасних м'ясних посічених виробів можна зробити висновок, що ці вироби найширше представлені напівфабрикатами високого ступеня готовності, які здебільшого виробляються невеликими фірмами [97], що визначається, вірогідно, місцевим значенням розробок.

Як уже зазначено вище, м'ясна промисловість є однією з найбільших галузей харчової промисловості. Вона покликана забезпечувати населення країни харчовими продуктами, які є основним джерелом білків. Аналіз сучасного ринку [97; 104] продуктів цього сектору, зовнішній вигляд та первинна інформація про посічені вироби з м'яса наведені в додатку Б.

Із класичних рецептур відомо, що для приготування посіченої маси використовують яловичину – м'якоть шийної частини, пахвину та обрізки, а також пружок із туш II категорії, баранину, телятину, свинину – м'якоть шийної частини та обрізки. Усі шматки м'яса обов'язково зачищають від сухожиль [98].

Слід зазначити, що для поліпшення смаку і соковитості готових виробів до нежирного котлетного м'яса додають сало-сирець (5–10%). Зачищене м'ясо нарізають на шматки, з'єднують зі шпиком (салом), пропускають через м'ясорубку з решіткою з великими отворами, додають воду або молоко, сіль, перець і все добре змішують. Вміст жирової тканини в посіченій масі із свинини не повинен перевищувати 30%, із яловичини, баранини і телятини – не більш ніж 10% [99].

Відомо, що напівфабрикати з м'ясної котлетної маси мають пористо-губчасту структуру, добре прожовуються, проте характеризуються щільною консистенцією. Для того щоб одержати пухкі й соковиті вироби з посіченої маси, до неї слід додати хліб [100–103].

Слід зазначити, що традиційні технології посічених м'ясних виробів і фаршів часто не дозволяють отримувати вироби з високими показниками якості внаслідок використання сировини з великим вмістом сполучної тканини [105]. Протягом тривалого часу проблема подрібнення м'ясної сировини цікавить учених усього світу. Її вирішення залежить від низки факторів, що мають першорядне значення для формування якості як фаршу, так і готового кулінарного виробу. До них відносяться: характеристика вихідної сировини, способи подрібнення, компоненти що входять у рецептуру, температурні режими виробництва фаршу і його зберігання [106–108].

З іншого боку, подрібнена м'ясна сировина (фарш) являє собою однорідну полідисперсну систему, що складається переважно з білків, жирів та води. Вода, додана під час приготування фаршу, чи та, що міститься у м'ясі, з'єднується з білком, утворює водно-білкову основу. У ній містяться також розчини солей, фосфатів, цукрів та інших речовин. Ця водно-білкова суміш є постійним дисперсійним середовищем, тобто безперервною фазою. Другу фазу називають переривчастою. Вона складається з тонкоподрібнених частинок жиру, м'язової та сполучної тканин, диспергованих за умов безперервного перемішування в фазі [109].

Подрібнену м'ясну сировину (фарш) можна розглядати як емульсію жиру у воді, при цьому солерозчинні білки є стабілізаторами емульсії. Хоча класичне визначення емульсії – дві рідини, дисперговані в колоїдному стані – не зовсім підходить до фаршу посіченого біфштекса, фізична структура та характеристика основної маси фаршу настільки подібні, що цей термін став уживатися в промисловій технології м'яса [110]. Таким чином, емульговані продукти – це продукти, виготовлені шляхом подрібнення м'яса та жиру за

наявності води.

Як відомо, емульсія м'ясного фаршу може бути стійкою тільки за наявності речовин-емульгаторів, які, адсорбуючись на поверхні краплин жиру, перешкоджають їхньому злипанню [111]. У м'ясних системах такими емульгаторами з чітко вираженою поверхневою активністю є солерозчинні білки м'язової тканини та природні складові частини жирів – лецитин, холестерин, моногліцериди.

Ученими доведено, що отримання гелів, емульгування, покращення консистенції, структурування, клейкість і в'язкість залежать від використаних протеїнів у комбінації з процесом виробництва і складом сировини. Найбільше значення протеїнів виявляється в забезпеченні якостей продукту, таких як поліпшення структури, підвищення соковитості, водо- і жирозв'язуючих властивостей фаршу [112].

Однак слід зазначити, що термічне гелеутворення м'ясних протеїнів є важливою стадією процесу виробництва. Під час першого ступеня починається денатурація протеїнів [97]. У разі подальшого підвищення температури ($>60^{\circ}\text{C}$) відбувається збільшення міцності гелю і системи зв'язків. Після варіння міцність гелю підвищується ще більше і досягає в більшості випадків свого найбільшого значення. Денатурація гелю є необоротним процесом. Цей вид гелеутворення, якого досягають за допомогою нагрівання, є важливим для утворення структури і стабілізації м'ясних продуктів [113].

Структурно-механічні властивості фаршевих систем також істотно залежать від компонентів, що вводяться у фарш за рецептурою. Невелика кількість води, що додається, значно покращує частку зв'язаної води і, як наслідок, соковитість виробу [114]. Для формування належної консистенції фаршів із яловичини вищого, першого і другого гатунків, а також нежирної свинини у фарші додавали від 25% до 40% води. У ході досліджень виявлено, що зі збільшенням вмісту води в системі зменшується напруга зсуву та період релаксації. Ця залежність спостерігається у всіх зразків м'ясної

сировини. При цьому встановлено, що структурно-механічні властивості різних видів м'яса за однакової вологості й ступеня подрібнення мають однакові за величиною значення [111].

Однією з найважливіших характеристик, що дозволяють оцінити консистенцію готових посічених м'ясних виробів, є величина граничного напруження зсуву. Порівняно зі зміною величин інших реологічних властивостей (пластичної та ефективної в'язкості, липкості, об'ємних характеристик тощо) граничне напруження зсуву найбільш чутливе до зміни технологічних і механічних факторів. Тому цей показник використовують для оцінювання фаршу під час його виготовлення [115].

З іншого боку, як зазначили вчені [116], зміни граничного напруження зсуву, пластичної та ефективної в'язкості залежно від вмісту води у фарші спричинені збільшенням кількості зв'язаної з білковими макромолекулами води. Це підтверджують патологічні дослідження [117], які показали, що розмір м'язових волокон зростає зі збільшенням вмісту води за рахунок її осмотичної дифузії. Процес потовщення водяних прошарків, що спричиняє зменшення міцності структури, значно гальмується зворотним процесом – набуханням м'язових волокон, збільшенням їх поверхні та зв'язуванням води, яка сприяє зростанню міцності. Сумарний вплив цих процесів дає в підсумку порівняно невелике зменшення міцності фаршу [117].

Істотно впливає на зсувні характеристики продукту також вміст у масі водневих іонів, що характеризується значенням рН [95]. Зі зміною рН на одиницю в бік збільшення або зменшення від значення відповідного мінімуму в'язкості її величини можуть зростати в 4...5 разів. У кулінарній практиці великою популярністю користується процес маринування, який зводиться до зниження рН сировини і передбачає витримування м'яса в розчинах харчових кислот [118]. Крім того, будь-яке зміщення рН від значення його в ізоелектричній точці підвищує лабільність білків. Можливо, така нестабільність системи сприяє більшому утримуванню зв'язаної води [56].

Низку досліджень присвячено впливу кухонної солі на якість фаршевих мас. Доведено, що підвищений вміст солі в м'ясних продуктах взагалом приводить до підвищення вологозв'язуючої здатності, поліпшення смаку, зниження забруднення мікроорганізмами, поліпшення текстури, проте сприяє більш швидкому згірненню. Окиснююча дія кухонної солі збільшується з підвищенням її концентрації. Існує думка, що вміст кухонної солі не повинен перевищувати 1% [119].

Передбачається, що механізм дії кухонної солі полягає в руйнуванні іонами натрію і хлору актоміозинового комплексу. При цьому відбувається гідратація актину і міозину, їх набухання, що позитивно впливає на зменшення жорсткості м'язів. Хороші результати дає використання інших неорганічних натрійвмісних сполук – нітрату, фосфату, аскорбату або глютамату натрію з вмістом натрію в них [120].

Іншим важливим компонентом, що може вноситися до технології м'ясних посічених продуктів, є емульгатори. Це має важливе значення для підтримки гомогенного розподілу жирової фази в них, завдяки чому вони залишаються сухими без жирових відкладень. Відділення жиру приводить до утворення жирового глянцею на поверхні продукту [121].

Для реалізації низки технологічних процесів найбільш перспективним, на наш погляд, є метод внутрішнього структурування. Внутрішнє структурування проводять за кімнатної температури. Іони кальцію в цьому випадку вивільняються всередині системи за контрольованих умов, що досягається за допомогою обмеження розчинності солі кальцію або шляхом зміни рН [125]. При цьому молекули альгінату, найбільш близькі до мікроскопічних часточок розчиненого кальцію, реагують першими, у результаті чого утворюється однорідна по всьому об'єму структура гелю. Хоча детальна кінетика процесу дуже складна і ще не достатньо вивчена, нижче описана принципова схема, що дає якісне його розуміння, необхідне для досягнення практичних цілей [129].

Як джерела кальцію в цьому методі найбільш часто використовують такі його малорозчинні солі, як CaSO_4 ($K_S^0=2,5 \cdot 10^{-5}$), $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($K_S^0=10^{-5}$), CaHPO_4 ($K_S^0=2,7 \cdot 10^{-7}$), CaCO_3 ($K_S^0=3,8 \cdot 10^{-9}$) [91; 92]. Швидкість реакції іонів кальцію з альгінатом залежить від рН середовища та від власної розчинності солі кальцію, її кількості та розміру частинок. Крім того, має значення вміст вільної води у фазі, оскільки це безпосередньо пов'язано з розчинністю реагуючих речовин. Як показує практика, реакція краще відбувається за нейтральних значень рН і дрібного розміру частинок. Проте в науковій літературі говориться про можливість перебігу цієї реакції в кислому середовищі [130].

Авторами [131] визначено, що в більшості випадків вивільнення кальцію під час змішування інгредієнтів відбувається настільки швидко, що потрібно вводити спеціальну речовину – *séquestrant* (пасиватор), здатну контролювати реакцію гелеутворення за допомогою конкуренції з альгінатом за іони кальцію. У якості таких речовин використовують гідрофосфат натрію, гексаметофосфат натрію, пірофосфат тетранатрію, дифосфат натрію і цитрат натрію.

Це дає в результаті слабший гель, оскільки іони кальцію реагують переважно із аніонами розчинної солі, ніж альгінату. Таким чином, контроль реакції гелеутворення за допомогою допоміжних речовин необхідний тільки під час перемішування, для того щоб запобігти передчасному гелеутворенню.

Запропонована авторами [131] технологія отримання формованих харчових продуктів заснована саме на методі внутрішнього структуроутворення [132]. Вона може бути застосована до найрізноманітніших продуктів, таких як м'ясо, риба, морепродукти, овочі, фрукти, і не залежить від кислотності продукту та температури. Згідно з винаходом гомогенізовану сировину, що складається з одного або більше наведених вище компонентів, змішують з ефіром целюлози або альгінатом натрію, сіллю кальцію, наповнювачем, речовиною, що контролює рН, відповідним пасиватором та іншими добавками, такими як сіль,

підсолонувачі та барвники. Кислота в поєднанні з пасиватором регулює швидкість вивільнення іонів кальцію з солі CaCO_3 , у результаті чого відбувається контрольоване гелеутворення альгінату. Отримані формовані продукти можна варити, консервувати, смажити, заморожувати і потім пакувати. Якщо приготовлений таким чином продукт потім нагріти, він повністю зберігає свою форму, текстуру і смакові характеристики.

Науковці [131] також рекомендують додавати невелику кількість натрію альгінату в олію під час обсмаження деяких видів продуктів, наприклад цибулі. Тонкий шар олії, що містить альгінат, покриває продукт, і реакція гелеутворення з іонами кальцію відбувається на поверхні, у результаті чого на поверхні продукту утворюється захисна плівка. Однак слід зазначити, що вищенаведена технологія досить складна і для досягнення необхідної текстури використовується велика кількість інгредієнтів, внаслідок чого масова частка сировини становить менше 50%.

Запатентовано різні харчові желуючі речовини, у тому числі збагачені кальцієм, призначені для отримання на їх основі структурованих продуктів методом внутрішнього структурування [132–135]. Усі вони включають альгінат натрію, малорозчинну сіль кальцію, харчову кислоту і відповідний пасиватор.

У США та Західній Європі випускається фруктова начинка для пирогів і тортів, приготована за незвичної технологією. Спочатку готується структурований продукт з використанням гелеутворюючої системи на основі натрію альгінату. Потім отриманий гель обережно руйнують перемішуванням або іншим механічним способом. Продукт що утворився, зовні майже не відрізняється від натурального фруктового пюре, проте має низку переваг, зокрема термічну стійкість під час подальшої термічної обробки [136].

Існує ряд досліджень початкової стадії [137], коли розроблялася альгінова оболонка для великошматкових напівфабрикатів рибних сегментів чи м'ясних стейків. Згідно з технологією порційні шматки м'яса шпигували

розчином альгінатів та відмочували в розчині кальцієвмісної солі. Результатом таких досліджень було збільшення виходу готового виробу після термічної обробки на 20%, а при заморожуванні на – 27,4%.

Виходячи з проведеного аналізу літературних даних, на сьогодні відсутня інформація про отримання структурованої продукції з м'ясної (чи рибної) сировини і кулінарної продукції на її основі, не досліджені функціонально-технологічні властивості подібних напівфабрикатів, не визначено їх взаємодію із зовнішніми технологічними середовищами, якими можуть бути желеподібні системи, заливки, соуси та ін. Крім того, встановлено, що властивості кінцевого структурованого продукту визначаються властивостями вихідної сировини – м'ясної сировини та продуктів її переробки, які містять кислоти, різні іони, зв'язану і вільну воду, мають властивості та інші емульсійні цього виду продукції.

На підставі аналізу літературних даних та експериментальних досліджень нами планується розробка двох принципів отримання структурованих продуктів на основі виробів м'ясних посічених [107–109] із використанням як рецептурних компонентів натрію альгінату та олій. Обидва способи засновані на методі внутрішнього структуроутворення і використовують сировину, що має значення рН, близьке до нейтрального. Вони характеризуються простотою виконання, а отриманий продукт може містити до 80% структурованої емульсії на основі рослинних олій. Запропоновані способи розрізняються механізмом гелеутворення та способом уведення емульсії [71].

З урахуванням того, що отримання структурованих продуктів на основі м'ясної сировини в цей час є перспективним, таким що швидко розвивається напрямом харчових технологій, а використання натрію альгінату як структуроутворювача емульсійної структури дозволить отримати кінцевий продукт із заданими показниками, утворення високобіологічних структурованих емульсій, збагачення м'ясних посічених виробів рослинними жирами, що легко засвоюються організмом, і проведення контрольованого

структурування в суміші – усе це відкриває перспективи з отримання принципово нового напівфабрикату високого ступеня готовності, використання якого в технології кулінарної продукції дозволить істотно розширити асортимент, ефективно використовувати м'ясну сировину і поліпшити структуру харчування населення України [138].

Продукти харчування, що містять у складі емульсії, мають значну питому вагу в широкому асортименті сировини, що зараз існує на ринку харчових продуктів. У фаховій літературі докладно висвітлюються питання щодо можливості створення емульсій для м'ясних, рибних, молочних продуктів, соусів, кремів, солодких страв, кондитерських виробів та ін. [161]. Стійкий інтерес до питань удосконалення технологій отримання продуктів з емульсійною структурою залежить від того, що харчові продукти, до складу яких входить жировий компонент, який був попередньо емульгований, мають високі споживчі властивості та харчову цінність [162].

Науковцями [163] визначено, що основою технології отримання продуктів емульсійного типу є отримання високодисперсної емульсії через диспергування жирової фази в дисперсійному середовищі. При цьому, змінюючи в широкому діапазоні співвідношення жирової та водної фаз, регулюючи консистенцію за допомогою різних комбінацій емульгаторів та стабілізаторів, уводячи до складу дисперсної фази чи дисперсійного середовища фізіологічно цінні функціональні інгредієнти, можна створити багато різноманітних харчових продуктів з емульсійною структурою за заданих технологічних властивостей.

Слід зазначити, що процес емульгування складається з власне диспергування, тобто утворення крапель дисперсійної фази в дисперсійному середовищі, та їх стабілізації в результаті адсорбції на поверхні емульгатора. На результат емульгування впливає ряд факторів, зокрема природа емульгатора, вид механічного впливу, температура, кількісне співвідношення фаз [164].

Технологічні аспекти отримання харчових структурованих емульсій пов'язані зі створенням високодисперсних, стійких упродовж тривалого часу систем. Проблема стійкості дисперсних систем і сьогодні лишається в центрі уваги дослідників. Цьому питанню присвячено чимало праць, проте причини стійкості та стабілізації емульсійних структурованих систем до цього часу не можуть вважатися остаточно визначеними [167].

Велику групу продуктів з емульсійною структурою становлять соуси емульсійного типу, що являють собою дрібнодисперсну емульсію типу «олія у воді», яку виготовляють із рафінованої дезодорованої рослинної олії з додаванням стабілізатора, молочних та яйцепродуктів, смако-ароматичних компонентів, прянощів [168], та пастоподібні емульсійні продукти з різноманітними смаковими характеристиками, що містять зменшену кількість жиру, до складу яких входять жирозамінюючі речовини, здебільшого полісахаридної природи. Пастоподібної консистенції досягають уведенням комбінації гідроколоїдів та жирових сумішей на основі пальмової олії [169]. Авторами [169; 170] досліджено способи отримання емульсійних продуктів у формі паст зі зменшеною кількістю жирів із використанням гідроколоїдів. У зазначених працях наведено результати досліджень з використання білків та зернобобових як основних компонентів продуктів із структурою емульсії.

Привертає до себе увагу той факт, що на сучасному етапі склалася стійка тенденція до виробництва продуктів з емульсійною структурою зі зменшеною калорійністю [171]. Зниження біологічної цінності емульсійних продуктів за рахунок зменшення вмісту тваринного жиру та часткової заміни його в технології на рослинні олії є складною проблемою, адже ці продукти повинні мати достатньо високі смакові характеристики та переваги, харчову цінність та стабільні структурно-механічні властивості, таким чином, відповідати традиційним вимогам і звичкам харчування, що склалися у громадян певного регіону. Водночас практичне вирішення питання виробництва емульсійних продуктів зі знизеним вмістом «шкідливого»

жирового компонента пов'язане з необхідністю підвищення ефективності використання структуроутворювачів.

Аналіз літературних даних [170; 172] виявив, що розвиток виробництва емульсійних продуктів зі зменшеною кількістю холестерину має важливе соціальне значення. З одного боку, це крок до оптимізації раціонів харчування населення за рахунок зниження калорійності зі збереженням харчової цінності продуктів, з іншого – отримання значного економічного ефекту від виробництва.

Іншим важливим моментом технології, що розробляється, є використання рослинних олій, що частково заміщують тваринні жири. Харчова цінність і біологічні властивості олій не обмежуються лише жирнокислотним складом. Велике значення має вміст в олії супутніх речовин, серед яких особлива роль належить антиоксидантам – токоферолам, які не лише захищають олію від окиснювального псування, але і є природними джерелами надходження в організм вітаміну Е [184].

Антиоксидантами є β -, γ - та особливо δ -токоферолі. Вони захищають внутрішньоклітинні ліпіди від надлишкового окиснення, яке призводить до утворення токсичних для клітин пероксидів ліпідів, та перешкоджають накопиченню в тканинах вільних радикалів [185].

Як сировину для нової технології термостабільної пружної емульсії обрано поширені в харчовому раціоні населення України види олій, отримані за технологією холодного пресування першого віджиму: соняшникову, оливкову, кукурудзяну, соєву, ріпакову, лляну, гірчичну, а також нетрадиційні види олій – рижієву, конопляну, амарантову, кунжутну, кедрову, гарбузову, волоського горіха, зародків пшениці, плодів обліпихи та виноградних кісточок.

Таким чином, доведено доцільність виробництва і споживання харчових олій підвищеної біологічної цінності та створення повноцінних харчових продуктів, якими є структуровані емульсії, що мають функціональне призначення.

Після введення натрію альгінату в технологію посічені вироби із м'яса набувають ознак гетерогенних та грубо-подрібнених систем.

Продукти відрізняються один від одного використаною сировиною, методами технологічної обробки, органолептичними показниками. Однак основою технологічного процесу виробництва всієї групи виробів є отримання стабільних емульсій [174].

Відомі різні способи виробництва таких продуктів [175]. Усі вони передбачають формування подрібненої сировини з додаванням різних гелеутворюючих речовин, у тому числі шляхом екструзії або іншим механічним способом, а також можуть включати термічну обробку, таку як нагрівання або охолодження. Багато з цих способів засновані на використанні гелеутворюючих систем, що включають альгінат натрію і бівалентний катіон, такий як іон кальцію. При цьому склад і концентрації рецептурних компонентів вибирають відповідно до особливостей певної харчової системи та поставленої технологічної мети. Хоча реакція натрію альгінату з іонами кальцію добре відома, її справжній потенціал як структуроутворюючого агента для харчових систем, у тому числі для переробки цієї сировини, ще повністю не реалізований [176]. Особливий інтерес для цього дослідження становить досвід переробки продуктів на основі м'ясної сировини, зокрема м'ясних посічених виробів [160]. Шляхом аналітичних досліджень встановлено, що це найменш розроблений напрям у галузі структурованих продуктів. Це пов'язано з тим, що хімічний склад сировини в зазначеному випадку є різноманітним, що значно ускладнює створення єдиної теорії гелеутворення в таких системах. Усі існуючі в цей час розробки мають в основному емпіричний характер. В Україні розробки в цій галузі майже відсутні, що робить подібні дослідження особливо актуальними.

Основні переваги структурованих продуктів із використанням альгінатів полягають у тому, що їм можна надавати необхідної форми і

текстури, вони стійкі під час нагрівання й охолодження, мають високі смакові й лікувально-профілактичні властивості [177].

Огляд літературних даних визначив, що тенденцією сучасного ринку харчових продуктів є збільшення сектору натуральних та так званих «продуктів для здоров'я», або функціональних продуктів [139]. Ці продукти характеризуються підвищеною біологічною активністю, яка нормалізує мікроекологічний статус організму споживача, мають оздоровчі властивості (наприклад, альгінат натрію виводить з організму солі важких металів), завдяки чому успішно виходять на ринок споживача [140].

Авторами [141, 142] визначено, що для забезпечення якісних показників м'ясних посічених виробів вагому роль грає подрібнення м'ясної сировини. На м'ясопереробних підприємствах широко використовують різні типи подрібнювачів, мають рухомі органи у вигляді ножів різних конструкцій, ножових решіток, перфорованих барабанів і інших конструктивних виконань, які дозволяють виробляти тонкодисперсні м'ясні фаршеві системи зі стандартної м'ясної сировини [142].

Однак вищезазначене обладнання є вузькоспеціалізованим і призначене для переробки широкого спектру сировини на великих м'ясопереробних підприємствах. Використання цих систем на підприємствах харчування недоцільно виходячи з техніко-економічних міркувань. Тому ряд авторів пропонує для цієї мети використовувати кутери [143]. Але і ці агрегати не універсальні, вони придатні тільки для тонкого подрібнення, крім того, у них висока питома енергоємність процесів подрібнення.

Кінематичні і динамічні характеристики системи «інструмент – матеріал» позначаються на якість і властивості готової продукції, визначають витрату енергії на тертя і пластичні деформації. При дрібному і тонкому подрібненні близько 80...90 % загальної витрати енергії витрачається на подолання тертя. Температура в певних точках ріжучої частини інструменту досягає більш ніж 100 °С. Це призводить до часткової денатурації білку та істотно змінює властивості продукції [144].

Відомо, що розширення діапазону функціональних можливостей ріжучого механізму здійснюється шляхом розробки спеціальних конструкцій ножів і решіток, а також за рахунок використання додаткових елементів і пристроїв. При диспергуванні м'язової тканини певна група білкових речовин звільняється для зв'язування з водою, підвищуючи вологозв'язуючу здатність фаршу. При подрібненні м'язова тканина руйнується значно легше, ніж сполучна. Тому залежно від сорту м'яса і ступеня його диспергування в подрібненій масі міститься більше або менше великих часток сполучної тканини [145].

На думку деяких дослідників для отримання продукту необхідної консистенції різні м'язи повинні піддаватися певним прийомам механічної обробки [146]. Ніжні ділянки м'язів з невеликим вмістом жирової та сполучної тканини можуть подрібнюватися відразу, а м'язи з великим вмістом сполучної тканини тільки після достатньої механічної обробки (наприклад, розрив або розрізання сполучної тканини в шматку м'яса).

Хороші результати показало використання вакууму при подрібненні м'яса – зниження тиску істотно впливає на характер структуроутворення фаршу і на енергетичні витрати, які знижуються, інгібує ріст бактерій і значно покращує властивості продукту. Застосування вакууму при перемішуванні фаршу сприяє виходу розчинних білків з клітин. Це дозволяє поліпшити консистенцію. Вміст кисню при цьому зменшується, що призводить до уповільнення окислювальних процесів в масі субстрату [147].

Особливу групу способів поліпшення споживчих характеристик фаршевих систем складають способи попереднього механічного пом'якшення (тендеризації) м'ясної сировини підвищеної жорсткості. До них відносяться відбивання, масування, надрізання, розпушування або проколювання. В результаті відбивання у шматку м'яса створюються різкі деформації, внаслідок котрих порушується нативна структура м'язової, сполучної і жирової тканини, відбувається перерозподіл вологи, змінюється консистенція продукту [148].

Автором [149] зазначено, що важливе значення для отримання якісного продукту має і стану вихідної сировини. Поведінка м'язової тканини в умовах напруженого стану визначає її фізико-механічні властивості. Важливими показниками міцності м'яса, що значно впливає на ефективність подрібнення, служать напруга розтягування, зрізу, вигину, а також твердість і опір удару (для замороженого м'яса і кістки).

У технологічних процесах подрібнення м'ясної сировини на якісні характеристики продуктів великий вплив робить час його витримки. Після механічного впливу на сирий продукт для поліпшення його якостей необхідно надати відпочинок з метою відновлення структури. У перші дві години старіння фаршу величини його зсувних характеристик незмінні. Подальша витримка викликає зменшення значень всіх характеристик, що пояснюється ослаблення структури або її елементів під впливом комплексу мікробіологічних і біохімічних процесів [150].

Відомо, що не менше значення має і температура проведення операції подрібнення [149]. Збільшення температури викликає зниження значень всіх реологічних характеристик. З підвищенням температури зв'язку в водно-білково-сольових прошарках послаблюються в результаті зменшення в'язкості розчинника, що веде до ослаблення структури в цілому.

Величезне значення для якості готових фаршевих виробів має теплова кулінарна обробка сировини, як до подрібнення, так і після. Так, ряд дослідів провели ретельне вивчення впливу тривалості теплової обробки при низьких температурах на скорочення м'язів яловичини [150]. Органолептична оцінка результатів показала, що м'ясо, піддане обробленні в парному стані через годину після забою, після кулінарної обробки було дещо менш ніжним в порівнянні з м'ясом, обробити через 48 годин після забою.

Також відомо, що теплова обробка знижує вологозв'язуючу здатність м'яса [151]. Вільний сік у великих кількостях витікає назовні. При цьому звільнення соку відбувається дуже швидко і залежить головним чином від досягнутої температури нагріву м'яса. Зв'язок між швидкістю втрати рідини і

температурою нагрівання обумовлюється як структурними змінами, так і зниженням в'язкості м'ясного соку. Максимальні значення відповідали температурі 80°C. Було також встановлено, що значення температури усередині маси різні як для цілісного шматка м'яса так і для фаршу [150].

Було вивчено також вплив способу теплової обробки і природи матеріалу обладнання на смако-ароматичну гаму готового продукту [152]. Однакову кількість екстрактивних речовин утворилося при смаженні м'ясних продуктів на сковородах з металевим і тефлоновим покриттям. У посуді з емальованому і керамічною поверхнею тривалість процесу теплової обробки скорочувалася і зменшувалася кількість екстрактивних речовин. Найбільш вираженою смаковою гаммою володіють зразки м'ясних продуктів, які містять велику кількість білка і вологи [153]. Наявність жиру у виробках не робить істотного впливу на аромат.

Відомо також позитивний вплив низької температури на підвищення ніжності м'яса. Так, наприклад, криогенна обробка м'яса рідким азотом при температурі -196°C з наступним тонким подрібненням і відтаюванням значно покращує якість продукту [154].

Як зазначено вище, м'ясна сировина є нестійкою однорідною системою, що при подрібненні частково переходить у стан гомогенної емульсії. Оскільки наша розробка стосується стабілізування колоїдного стану структурованих емульсій, надалі доцільно розібрати теоретичні властивості емульсій взагалом.

Емульсіями називаються дисперсні системи, в яких дисперсійне середовище і дисперсна фаза знаходяться в рідкому стані. Емульсії є зазвичай грубодисперсними системами. На практиці найчастіше зустрічаються водні емульсії, тобто емульсії в яких однією з двох рідин є вода. Такі емульсії поділяються на два типи: олія у воді (о/в) і вода в олії (в/о). У емульсіях першого типу (прямих) олія є дисперсійним фазою, а вода-дисперсійним середовищем. У емульсіях другого типу (зворотних) вода є

роздробленою у вигляді крапельок дисперсної фазою, а масло – дисперсійним середовищем [155].

Вже давно науковцями визначено механізм отримання емульсії, який полягає у тому, що дві рідини, які не змішуються піддають процесу емульгування – механічним струшуванням, розбиванням особливими лопатевими мішалками або продавлювання через вузькі щілини рідини роздроблюються одна в одній. Існує велика кількість механізмів, де диспергування здійснюється або завдяки простому розбиванню порівняно великих крапель на більш дрібні, або розтягуванням рідини в плівку, яка, розриваючись, дає масу дрібних крапельок [156]. Для одержання особливо високодисперсних емульсій застосовується ультразвуковий метод [157].

Емульсії, отримані з чистих рідин, зазвичай дуже нестійкі, крапельки при зіткненні один з одним зливаються, і дисперсна система поступово розшаровується на дві незмішувані рідини. Нестійкість емульсій пояснюється наявністю надлишкового запасу вільної поверхні на межі фаз, що виражається великим поверхневим натягом [158]. Що і призводить до процесу мимовільного злиття рідких крапель, який закінчується розшаруванням емульсії на складові її рідини та називається коалесценція [157].

Подібно до колоїдних систем, отримання стійких емульсій можливо тільки в присутності речовин – емульгаторів, які абсорбуються на поверхні крапельок, перешкоджаючи їх злиттю і надають системі агрегатну стійкість (стабільність) емульсії [159]. За своїми властивостями, в першу чергу по агрегатній стійкості, емульсії поділяються на дві групи: емульсії розбавлені, в яких концентрація дисперсійної фази менше 1%, та емульсії концентровані, в яких концентрація дисперсної фази значна (об'ємна концентрація перевищує 1%) [160].

Продукти харчування, що мають у складі емульсії займають значну питому вагу у широкому асортименті сировини, що зараз існують на ринку харчових продуктів. У літературі широко висвітлюються питання з вивчення

можливості створення емульсій для м'ясних, рибних, молочних продуктів, соусів, кремів, солодких страв, кондитерських виробів і т.д. [161]. Стійкій інтерес до питань удосконалення технологій отримання продуктів з емульсійною структурою залежить від того, що харчові продукти, до складу яких входить жировий компонент, що був попередньо емульгований, мають високі споживчі властивості та харчову цінність [162].

Науковцями [163] визначено, що основу технології отримання продуктів емульсійного типу складає отримання високодисперсної емульсії через диспергування жирової фази у дисперсійному середовищі. При цьому, змінюючи у широкому діапазоні співвідношення жирової та водної фаз, регулюючи консистенцію за допомогою різноманітних комбінацій емульгаторів та стабілізаторів, вводячи у склад дисперсної фази чи дисперсійного середовища фізіологічно цінні функціональні інгредієнти, можливо створити цілий спектр різноманітних харчових продуктів з емульсійною структурою за заданих технологічних властивостей.

Слід зазначити, що процес емульгування складається власне з диспергування, тобто утворення крапель дисперсійної фази у дисперсійному середовищі, та їх стабілізації у результаті адсорбції на поверхні емульгатора. На результат емульгування впливає ряд факторів, зокрема природа емульгатора, вид механічного впливу, температура, кількісне співвідношення фаз [164].

З літературних даних відомо, що високостійкі емульсії можуть бути отримані шляхом утворення на поверхні крапель емульсії з боку дисперсійного середовища, що стабілізує колоїдно-адсорбційну дифузійну оболонку і що механічно перешкоджає процесу агрегації і коалесценції крапельок [165].

Для отримання стійких емульсій емульгатори повинні мати одночасно поверхневу активність та властивість утворювати структуровані колоїдно-адсорбційні шари. Стабілізуюча дія емульгатора включає в себе не тільки в зниженні натягу на межфазовому кордоні, скільки у утворенні структурно-

механічного бартеру, що забезпечує стійкість емульсії. Це положення підтверджується при розгляді дії так званих структурованих систем [166].

Технологічні аспекти отримання харчових структурованих емульсій пов'язані зі створенням високодисперсних, стійких з плином часу систем. Проблема стійкості дисперсних систем і в теперішній час продовжує лишатися у центрі уваги досліджень. Цьому питанню присвячено чимало праць, проте причини стійкості і стабілізації емульсійних структурованих систем до цього часу не можуть вважатися остаточно визначеними [167].

Велику групу продуктів з емульсійною структурою представляють соуси емульсійного типу, що мають різноманітний вид та консистенцію – від текуче-в'язкої рідини до густої, пасто- чи гелеподібної; при цьому вміст жирової фази в соусах може варіюватися від 5...10% до 80%. Соуси з емульсій являють собою дрібнодисперсну емульсію типу «олія у воді», що виготовляють з рафінованої дезодорованої рослинної олії з додаванням стабілізатору, молочних та яйцепродуктів, смако-ароматичних компонентів, прянощів та ін. [168].

Велике поширення отримали пастоподібні емульсійні продукти з різноманітними смаковими характеристиками, що містять знижену кількість жиру. До складу таких продуктів входять так звані «жирозамінюючі» речовини, здебільшого, полісахаридної природи. Пастоподібна консистенція досягається введенням комбінації гідроколоїдів та жирових сумішей на основі пальмового масла [169].

Авторами [169, 170] досліджено способи отримання емульсійних продуктів у вигляді паст зі зниженою кількістю жирів з використанням гідроколоїдів. Дослідниками запропоновано спосіб виробництва спредів за вмістом жирової фази 0...12%, до складу яких входять пектин, пахта, гідроколоїди. У роботах наведено результати досліджень по використанню білків та зернобобових у якості основних компонентів продуктів з структурою емульсії.

Звертає на себе увагу той факт, що на сучасному етапі склалася стійка тенденція до виробництва продуктів з емульсійною структурою зі зменшеною калорійністю [171]. Зниження калорійності емульсійних продуктів за рахунок зменшення вмісту тваринного жиру та частковою заміною у технології на рослинні олії є складною проблемою, адже ці продукти повинні володіти достатньо високими смаковими характеристиками та перевагами, харчовою цінністю та стабільними структурно-механічними властивостями і таким чином, повинні відповідати традиційним вимогам і звичкам харчування, що склалися. Тоді як практичне рішення питання виробництва емульсійних продуктів зі зниженим вмістом «шкідливого» жирового компонента пов'язана з необхідністю підвищення ефективності використання структуроутворювачів.

Аналіз літературних даних [170, 172] виявив, що розвиток виробництв емульсійних продуктів у напрямку зниження кількості холестерину у харчових продуктів має велике соціальне значення. З одного боку, це крок до оптимізації раціонів харчування населення за рахунок зниження калорійності при збереженні харчової цінності продуктів, з іншого – отримання значного економічного ефекту від виробництва.

Виробництво структурованих харчових продуктів з м'яса, риби, морепродуктів, зернових, а також овочів, плодів і ягід є поширеною практикою в харчовій промисловості США і країн Західної Європи [170].

Створення структурованих продуктів на основі емульсій з альгіновим структуроутворювачем дозволить отримати продукцію не тільки зі стандартизованими властивостями, але і володіти структурно-механічними властивостями [173].

Категорію емульгованих продуктів, до яких традиційно відносять посічені вироби з м'яса та ковбаси, в західних технологіях розглядають за наступними класифікаційними ознаками:

- гомогенні (тонкоподрібнені, однорідні за структурою та виглядом на розрізі;

- гетерогенні (що містять переважно тонкоподрібнену сировину з додаванням шматків сировини) типу січеного біфштексу або варених ковбас з шматочками шпику, шротованим м'ясом, шматочками субпродуктів, овочів тощо;

- грубоподрібнені (з частковим руйнуванням м'язових волокон);

- крупноподрібнені (що містять переважно шматки сировини з додаванням гомогенізованого фаршу) вироби типу шинково-посічених виробів.

Введення натрію альгінату у технологію посічених виробів з м'яса якраз підпадають під ознаки гетерогенних та крупноподрібнених систем.

Продукти відрізняються один від одного використаною сировиною, методами технологічної обробки, органолептичними показниками. Однак, основою технологічного процесу виробництва всієї групи виробів є отримання стабільних емульсій [174].

Відомі різні способи виробництва таких продуктів [175]. Всі вони передбачають формування подрібненої сировини з додаванням різних гелеутворюючих речовин, у тому числі, шляхом екструзії або іншим механічним методом, а також можуть включати термічну обробку, таку як нагрівання або охолодження. Багато з цих способів засновані на використанні гелеутворюючих систем, що включають альгінат натрію і бівалентний катіон, такий як іон кальцію. При цьому склад і концентрації рецептурних компонентів вибирають відповідно з особливостями конкретної харчової системи та поставленої технологічною метою. Хоча реакція натрію альгінату з іонами кальцію добре відома, її справжній потенціал як структуроутворюючого агента для харчових систем, у тому числі для переробки даної сировини, ще повністю не реалізований [176].

Особливий інтерес для цього дослідження представляє досвід переробки продуктів на основі м'ясної сировини, зокрема м'ясних посічених виробів [160]. Шляхом аналітичних досліджень встановлено, що це найменш розроблене напрямком в області структурованих продуктів. Пов'язано це з

тим, що хімічний склад сировини в даному випадку є різноманітними, що значно ускладнює створення єдиної теорії гелеутворня в таких системах. Всі існуючі в даний час розробки мають в основному емпіричний характер. В Україні розробки в цій області практично відсутні, що робить подібні дослідження особливо актуальними.

Основні переваги структурованих продуктів з використанням альгінатів полягають в тому, що їм можна надавати необхідну форму і текстуру, вони стійкі при нагріванні і охолодженні, мають високі смакові достоїнства і характеризуються лікувально-профілактичними властивостями [177].

Виробництво таких продуктів можливе на комбінатах, що переробляють м'ясну сировину, що дозволить значно підвищити загальну ефективність виробництва.

Іншим важливим моментом технології, що розробляється є використання рослинних олій, що частково заміщують тваринні жири у технології.

Збереження здоров'я та збільшення тривалості життя людини – одна з актуальних проблем сучасності. Одним із ключових напрямків вирішення цієї проблеми є створення та активне впровадження у структуру харчування продуктів масового споживання, у тому числі і олієжирових, як функціональних за призначенням, так і лікувально-профілактичних [178].

Олієжирові продукти повинні бути не тільки носієм енергії та пластичного матеріалу, але і важливим джерелом фізіологічно функціональних інгредієнтів: поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), жиророзчинних вітамінів, фосфоліпідів та інших біологічно активних компонентів. Особливе значення надається присутності в продуктах есенціальних (незамінних) полінасичених жирних кислот, до яких у першу чергу слід віднести лінолеву (C18:2) та ліноленову (C18:3) кислоти. Лінолева кислота є основним представником довго ланцюг-ових жирних кислот родини омега-6 (ω -6), а α -ліноленова кислота – еквівалентом

довголанцюгових жирних кислот родини омега-3 (ω -3). Поліненасичені жирні кислоти виконують 2 функції: вони є компонентами фосфоліпідів усіх клітинних мембран, від яких залежить передача імпульсів і робота рецепторів, та попередниками для синтезу ліпідних медіаторів (ейкозаноїдів), які є важливими в регулюванні низки фізіологічних процесів. Жирні кислоти ω -6 і ω -3 конкурують за метаболізацію ферментними системами і можуть заміщувати один одного [179].

Дослідженнями вчених [180, 181] встановлено, що живий організм не синтезує лінолеву і ліноленову кислоти, вони можуть надходити лише з їжею. Залежно від вихідної жирної кислоти синтезовані ейкозаноїди мають різну структуру і біологічну дію на організм, часто прямо пропорційну. Ейкозаноїди, утворені з ω -3 жирів, а саме з ейкозапентаєнової кислоти, мають протизапальну, протиалергійну дію, розріджують кров і попереджають утворення тромбів, покращують кровообіг, розширюють кровоносні судини та знижують артеріальний тиск. Навпаки, ейкозаноїди, синтезовані з арахідонової кислоти (ω -6), сприяють розвитку запалення, алергії, злипанню тромбоцитів і утворенню тромбів, звужують судини. Виключенням є простагландин E1, який утворюється з γ -ліноленової кислоти (ω -6) і має протизапальну дію, уповільнює визволення гістаміну, зменшуючи алергійний компонент запалення. Клінічними дослідженнями доведено, що дефіцит у клітинах есенціальних поліненасичених жирних кислот (особливо ω -3) формує високий потенціал запалення [182].

Тому дуже важливим є введення до складу харчових раціонів таких жирових продуктів, які забезпечать необхідний фізіологічних потреб організму баланс есенціальних кислот ω -6 та ω -3. Важливим аргументом на користь рослинних олій є їх безпечність, тому що вони містять α -ліноленову кислоту, яка є попередником, необхідним для метаболізму організму, і може накопичуватися в організмі та витратитися за потребою [183].

Харчова цінність і біологічні властивості олій не обмежуються лише жирнокислотним складом. Велике значення має вміст в олії супутніх

речовин, серед яких особлива роль належить антиоксидантам – токоферолам, які не лише захищають олію від окислювального псування, але є і природними джерелами надходження в організм вітаміну Е. Він має властивість впливати на розвиток ембріону, попереджає утворення тромбів, сприяє укріпленню стінок кровоносних судин, м'язової системи та нервових клітин. Встановлено тісний зв'язок токоферолів із функцією і станом ендокринних систем [184].

Найбільшу вітамінну активність має α -токоферол, який переважає в соняшниковій олії. Але він не має антиоксидантних властивостей і тому α -токоферол може бути окиснювачем внутрішньоклітинних ліпідів, а також усього організму. Це призводить до утворення токсичних для клітин пероксидів ліпідів та накопичення в тканинах вільних радикалів, які мають дуже високу агресивну активність та пригнічують біологічно активні компоненти – вітаміни і ферменти і, як наслідок, можуть призвести до загибелі клітини [184, 185].

Антиоксидантами є β -, γ - та особливо δ -токофероли. Вони захищають внутрішньоклітинні ліпіди від надлишкового окиснення, яке призводить до утворення токсичних для клітин пероксидів ліпідів, та перешкоджають накопиченню в тканинах вільних радикалів [185].

Таким чином, основне фізіологічне значення вітаміну Е полягає в його антиокислювальній дії на внутрішньоклітинні ліпіди і попередженні ліпідів мітохондрій або мікросом від пероксидації. Антиоксиданти захищають організм від багатьох хвороб, канцерогенів і передчасного старіння [180].

Олії, одержані холодним пресуванням першого віджиму, можна розглядати як харчові функціональні продукти, тому що вони збагачені біологічно активними речовинами. Олії холодного пресування у своєму складі зберігають всі корисні людині речовини і тільки цей процес залишає всі характеристики олії у первісному вигляді, тому що температура процесу повинна бути від 40°C до 50°C. Теплове оброблення олій під час виробництва істотно знижує рівень токоферолів [186].

Як сировину у нову технологію структурованих емульсій обрано поширені в харчовому раціоні населення України олії, отримані за технологією холодного пресування першого віджиму: соняшникова, оливкова, кукурудзяна, соєва, ріпакова, лляна, гірчична, а також нетрадиційні види олій – рижієва, конопляна, амарантова, кунжутна, кедрова, гарбузова, волоського горіха, зародків пшениці, плодів обліпихи та виноградних кісточок.

Очевидно, що можливо довести доцільність виробництва і споживання харчових олій у складі структурованих емульсій, використання яких в технологіях ВПМ може мати виражений функціональний вплив..

Виробництво таких продуктів можливе на підприємствах, які переробляють м'ясну сировину, що дозволить підвищити загальну ефективність виробництва.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОДЕРЖАННЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНОЇ ПРУЖНОЇ ЕМУЛЬСІЇ (ТПЕ)

2.1. Визначення інноваційної стратегії розробки напівфабрикату ТПЕ та розробка інноваційного резюме продукту

Сьогодні обов'язковою умовою розробки нової чи вдосконалення існуючої технології харчових продуктів є визначення інноваційної стратегії, яка може бути представлена трьома складовими, а саме: характером сутності інновації, видом технології та типом ринку. Вважаємо за доцільне конкретизувати вищезазначені складові в контексті розробки технології термостабільної пружної емульсії.

Відповідно до основних положень інноваційного менеджменту на сучасному етапі розвитку ЗРГ та харчової промисловості до технологічного процесу виробництва продукції висувається низка вимог як із боку споживача, так і з боку виробника. Для споживача, безумовно, важливими є якість та ціна продукції, для виробника – гнучкість та стабільність, керованість технологічного процесу, стабільність забезпечення технологічного процесу, сировинних ресурсів, доцільність за економічними показниками тощо. усі ці фактори слід урахувувати розробникам нових технологій.

На підставі проведеного аналізу літературних джерел визначено, що ефективність потенціалу сировини з посіченого м'яса (технологічний, фізіологічний, економічний), у складі якого планується використання

термостабільної пружної емульсії (ТПЕ), на сьогодні не використовується повною мірою. Існує значна за ємністю маркетингова ніша для посічених напівфабрикатів та готової продукції на основі посіченого м'яса.

За цих передумов наукове обґрунтування та розробка технологій виробів м'ясних посічених із використанням термостабільної пружної емульсії, яка керує впливає на ціноутворення та забезпечує високу харчову цінність та хороші органолептичні показники, є актуальними і доцільними.

У цей час виробництво продуктів харчування характеризується вираженим прагненням до дотримання високої якості продукції та досягнення результатів, що забезпечуються переходом до моделювання і проектування рецептур, технологічних процесів [12]. Зазначений тренд ураховано в межах цієї розробки.

Інноваційною стратегією дисертаційної роботи є розробка напівфабрикатів термостабільної пружної емульсії на основі іонотропних полісахаридів та виробів м'ясних посічених з їх використанням. Для реалізації принципів іонотропного гелеутворення жирових емульсії дисперсійним середовищем обрано водяний розчин натрію альгінату.

Суть інноваційної складової полягає в обґрунтуванні використання для переробки м'ясної сировини з отриманням посічених гетерогенних харчових систем ТПЕ як наповнювача, а також фаршевих систем, здатних до керуваного гелеутворення за рахунок диспергування у фарші розчинів натрію альгінату й олій, що дає можливість створити виріб із пружною структурою в разі введення кальцієвмісної солі.

Як основну сировину для виробництва посічених виробів передбачено використати м'ясо різних видів худоби і птиці. Для виготовлення виробів м'ясних посічених як жиромісну сировину заплановано використовувати технологію ТПЕ на рослинних жирах (оліях) замість традиційного використання свинячого шпику, жиру-сирцю яловичого, свинячого, баранячого, кінського чи інших. Заплановано переважне використання олії рафінованої, дезодорованої із соняшнику (або олії рафінованої). Проте можливе

використання й інших рафінованих та дезодорованих видів олії, що збільшує ефект та технологічні можливості розробки.

Необхідною умовою створення структурованої продукції на основі м'ясної посіченої сировини є надання готовим виробам пружної структури із заданими структурно-механічними властивостями. Аналіз літературних джерел (розділ 1) дозволяє стверджувати, що технологія виробництва структурованих продуктів базується на реалізації функціонально-технологічних властивостей сировини та/чи харчових інгредієнтів білкової або вуглеводної природи, які в технологічному потоці, унаслідок впливу певних факторів, здатні до утворення структури.

Основою структури такої продукції є переважно термотропні та іотропні гелі, яким притаманні певні функціональні властивості.

Отже, суть технологічної складової полягає в застосуванні в технології напівфабрикатів термостабільної пружної емульсії у структурованих харчових системах, у яких як реакційні рецептурні компоненти використовують гідрофільний полісахарид – натрію альгінат та малорозчинну сіль – кальцію сульфат.

Для отримання харчових систем на основі натрію альгінату необхідно не тільки здійснити хімічну іонообмінну реакцію, але й забезпечити формування потрібних технологічних показників готової продукції, таких як фізико-хімічні (густина, ВУЗ, відсутність пористості), структурно-механічні (пружність, еластичність, міцність) та органолептичні (зовнішній вигляд, текстура, смак тощо). Оскільки іотропне гелеутворення передбачає структурування системи за об'ємом, то малорозчинність кальцію сульфату дозволяє контролювати етапи формування структури в кожний момент часу [9]. Отримання драглів кальцію альгінату, яким не властивий синерезис, потребує визначення раціонального співвідношення між двома компонентними реагентами, оскільки абсолютні значення кількісних величин будуть визначати конкретні технологічні параметри структурування.

Вищезазначені інноваційні складові стали передумовою для визначення

резюме нового продукту – ТПЕ (табл. 2.1), а саме його форми, методу структурування, виду структуроутворювача, харчової та біологічної цінності, органолептичних показників тощо.

Напівфабрикат ТПЕ, який за органолептичними показниками являє собою емульсію, характеризується термостабільністю (здатністю до нагрівання чи охолодження), а використання інших рецептурних компонентів (солі кухонної, цукру білого, смако-ароматичних композицій) дозволяє надати готовим виробам ніжної, соковитої структури, приємного вираженого смаку і запаху тощо.

Таблиця 2.1 – Резюме нового продукту

Найменування показника	Характеристика
Найменування продукту	Термостабільна пружна емульсія
Концепція продукту	ТПЕ характеризується високими органолептичними показниками та харчовою цінністю, вона є напівфабрикатом високого ступеня готовності, технологічні властивості якого дозволяють використовувати його у складі страв, що підлягають термічній обробці. Характеризується термостабільністю
Органолептичні показники продукту	Зовнішній вигляд: напівфабрикат високого ступеня готовності у формі пласта, поверхня глянцева, однорідна Консистенція: еластично-пружна, ніжна, однорідна, можливі вкраплення бульбашок повітря. Колір: білий, може коливатися від жовтуватого до світло-сірого залежно від кольору основної сировини. Запах: чистий, нейтральний, без сторонніх запахів, допускається слабо виражений запах олії залежно від виду сировини, що використовується. Смак: чистий, нейтральний, без сторонніх присмаків
Маса продукту (упаковка)	Від 0,1 кг до 3,0 кг, залежно від технологічного призначення напівфабрикату
Асортимент	Формується шляхом використання рослинної сировини – рослиної олії (соняшникова, кукурудзяна, оливкова та ін.) та тваринної сировини (різні види м'ясного фаршу)
Строки зберігання	3 доби від дати виготовлення за температури $t=4...6^{\circ}\text{C}$; у замороженому стані – 6 місяців за $t=-18...-24^{\circ}\text{C}$

Відсутність системних наукових досліджень визначає необхідність обґрунтування параметрів структуроутворення за умови використання малорозчинної солі кальцію сульфату, вибору рецептурних компонентів, хімічний потенціал яких не впливатиме на якість кінцевих виробів, визначення раціонального співвідношення рецептурних компонентів, тобто стехіометрії, що описує умови та швидкість гелеутворення, та забезпечення готовим напівфабрикатам структурованим високими споживчих характеристик протягом тривалих строків зберігання.

Розробка інноваційного резюме продукту стала передумовою аналітичного та технологічного обґрунтування трикомпонентної системи «AlgNa–CaSO₄–вода» та способів і методів переробки м'ясної сировини.

Особливості перерозподілу речовин у системі й набуття нових властивостей визначає необхідність вивчення параметрів підготовки натрію альгінату до використання. При цьому важливим аспектом є регулювання функціонально-технологічних властивостей харчових систем із використанням натрію альгінату, що може бути досягнуто шляхом їх обробки.

На рис. 2.1 показано основні технологічні етапи, які визначають логіку досліджень технологічного процесу виробництва структурованих пружних емульсій.

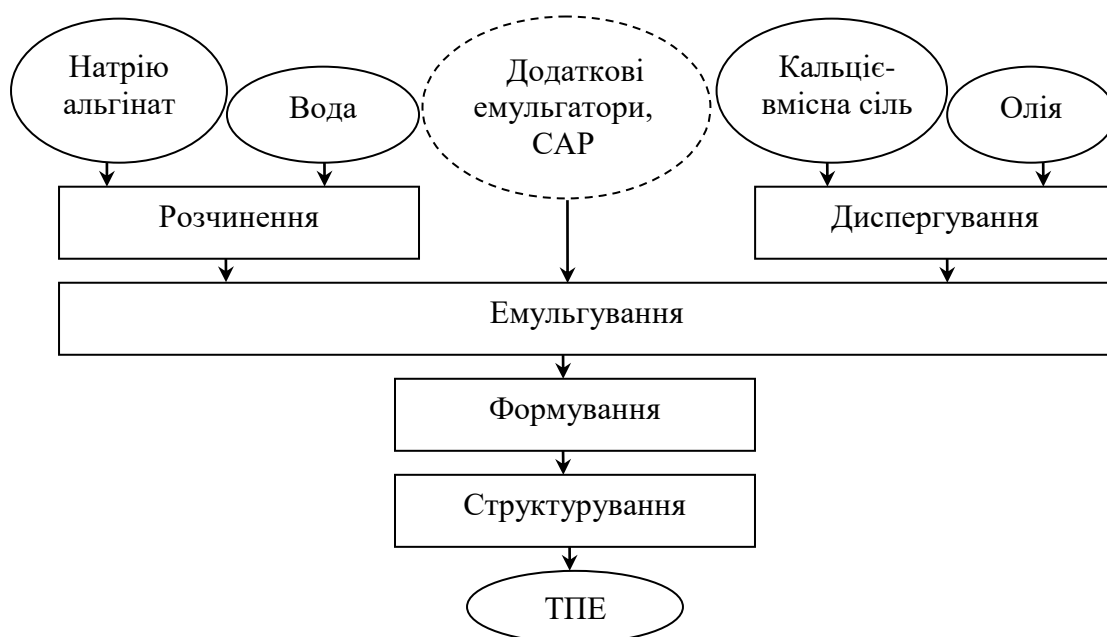


Рисунок 2.1 – Структурно-логічна схема отримання напівфабрикату ТПЕ

Згідно з моделлю технологічного процесу утворення термостабільної пружної емульсії показано на рис. 2.2, де початковим етапом є утворення дисперсії з порошку CaSO_4 (а) та рослинної олії (б) диспергуванням порошку в олії (в). Такий підхід дозволяє рівномірно розподілити незначну (за масою) кількість солі в значній кількості дисперсійного середовища, у ролі якого використовується фарш м'ясної сировини, у дисперсійному середовищі якого розчинено натрію альгінат, або безпосередньо у водяному розчині натрію альгінату.

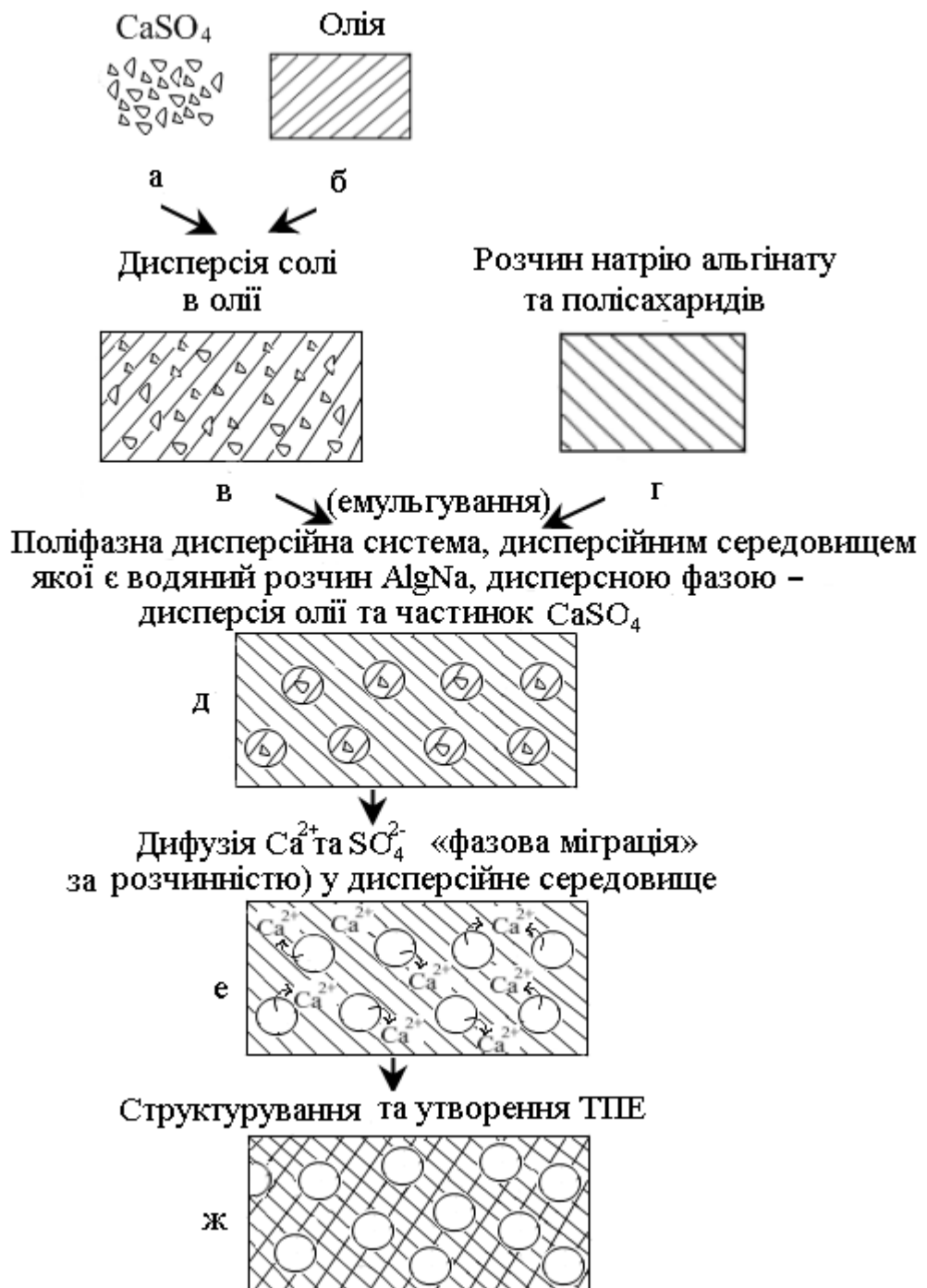


Рисунок 2.2 – Модель технологічного процесу отримання ТПЕ

Такий підхід дозволяє одночасно гальмувати процес гелеутворення за рахунок тимчасової ізомерії хімічноактивних компонентів у неспоріднених фазах. Олійну дисперсію солі емульгують у водяному розчині натрію альгінату та полісахаридів (г) шляхом уведення олійної дисперсії у водяний розчин полісахариду або безпосередньо в м'ясному фарші, у дисперсійному середовищі якого знаходиться розчинений натрію альгінат, у результаті чого

отримуємо емульсію підсистеми «олія–CaSO₄» у підсистемі розчину натрію альгінату та полісахаридів (д). Протягом певного визначеного часу відбувається «фазова міграція», що забезпечує хімічну реакцію внаслідок переходу іонів кальцію в дисперсійне середовище (е), у результаті чого відбувається структурування дисперсійного середовища та утворення термостабільної пружної емульсії (ж). За умови реалізації такої моделі відбувається структуроутворення з отриманням ТПЕ або структуроутворення безпосередньо м'ясного фаршу з отриманням напівфабрикатів та виробів із пружною консистенцією.

Каркас структури такої продукції складають переважно термотропні та іотропні гелі, яким притаманні певні функціональні властивості [7].

У ході моделювання структури технологічної схеми виробів м'ясних посічених нами передбачено дотримання двох незалежних принципів: створення технологічної системи для структурованих безпосередньо в дисперсійному середовищі м'ясного фаршу (спосіб 1) із подальшим структуруванням емульсії у складі м'ясного напівфабрикату та отримання термостабільної пружної емульсії у формі напівфабрикату (спосіб 2). Напівфабрикат після необхідної технологічної підготовки вводиться в систему «Посічені м'ясні фарші». За першого способу волога м'ясної сировини використовується як рідина для розчинення натрію альгінату і є основою дисперсійного середовища для м'ясного фаршу та полісахаридів, що розчиняються.

Малорозчинна сіль кальцію вводиться до технологічної системи обов'язково після попереднього диспергування в рослинній олії, що стримує на певний час структуроутворення і дозволяє в певному проміжку часу виконувати необхідні технологічні операції з фаршевою системою або водяним розчином натрію альгінату. Уведення суспензії у фарш із розчином полісахариду за умови безперервного перемішування сприяє виникненню пружної емульсії «дисперсійне середовище (фарш–полісахарид) : олія рослинна (олія–CaSO₄)», у якій іотропний полісахарид, що має великий

хімічний потенціал до іонотропного гелеутворення (розділ 1) знаходиться певний час в інертному стані з сіллю, яка без води (дисперсійного середовища) не здатна утворити іони кальцію.

Під час поступового розчинення солі та її виходу із жирової фази в дисперсійне середовище (рис. 2.2, е.) відбувається процес утворення хелатних сполук «полісахарид–сіль» з утворенням гелю, пружні властивості якого будуть виражатися масовими частками компонентів гелеутворення.

Наявність молекул малорозчинного сульфату кальцію в жировій фазі також є фактором пасивації гелеутворення, що визначає виникнення технологічного періоду в технології м'ясних посічених виробів, які сприяють необхідному часу для пересування, структуроутворення, формування виробу та організації стадії додаткових технологічних операцій, зокрема транспортування, панірування.

Згідно з даними схеми (рис. 2.1) доцільним є визначення параметрів функціонування окремих сегментів розробленої структурно-логічної схеми, які будуть покладені нами в основу технологічної схеми виробництва ТПЕ та фаршевих виробів. Слід зазначити, що кожен етап є важливим і загалом потрібен для покращення споживчої та технологічної якості кінцевого продукту.

2.2. Обґрунтування параметрів емульгування системи «олія – водні розчини натрію альгінату».

Очевидно, що емульгування олії в розчинах натрію альгінату залежить від багатьох факторів, серед яких основними є властивості розчину та їх залежність від концентрації, а також виробничі параметри технологічного процесу. Оскільки натрію альгінату не притаманні властивості ПАР, то емульгування олії у водяному середовищі розчину натрію альгінату за своєю суттю буде диспергуванням рідини в розчині з утворенням квазіемульсії, стійкість якої і дисперсність фаз будуть залежати від структурно-механічних

властивостей компонентів, здебільшого від в'язкості. Це спонукає до встановлення залежності в'язкості дисперсійного середовища від параметрів технологічного процесу.

Вид альгілату, що використовується в технологічному потоці, визначає фізико-хімічні властивості розчинів натрію альгілату. В'язкість водяних розчинів натрію альгілату значною мірою обумовлена наявністю в розчині електролітів. Закономірності процесів, що відбуваються з розчинами натрію альгілату, досліджувалися багатьма вченими [3; 8; 36; 130]. Проте більш детальні й системні дослідження були проведені В.А. Большаковою та О.П. Неклесю [5; 6], експериментальні дані яких і стали найважливішою теоретичною передумовою представленої роботи. У розчинах альгілат діє як сильний згусник – збільшує в'язкість до 50 разів. Однак при цьому розчини відносно інших згусників, за своїми властивостями залишаються ближче до ньютонівських рідин (ступінь показника n за Оствальдом близький до 0,8...1,0 – рис. 2.3): реограма за температури 68°C майже лінійна і ньютонівська ($n \approx 1$).

Натрію альгілат має у складі багато полярних зв'язків С-ОН, С-СООН, які характеризуються дипольним моментом через несиметрично розподілену електронну густину. Під дією полярної сили розчинника, що також характеризується наявністю диполів, клубок полімеру «розгортається», що визначає процес розчинення з подальшим набуханням. Розчини натрію альгілату – це двокомпонентні системи «полімер–розчинник», що мають просторову сітчасту структуру, утворену сольватованими макромолекулами та їх агрегатами, з розподіленими в них молекулами розчинника [132].

Науковцями [134–136] доведено, що полімеризація натрію альгілату за вмісту кальцієвмісних солей вірогідно утворюється завдяки наявності кристалітів, якими в зазначеній системі виступають правильно упаковані ділянки М- та G-уронатів із нерегулярною структурою. Ланцюги альгінових кислот зазвичай побудовані за блочним принципом: у них сегменти регулярної структури, що складаються з мануронатів або гулуруонатів чергуються з сегментами, у яких залишки обох типів уронових кислот розподілені більш-

менш випадково. Регулярні ділянки, що мають транс-конформацію, здатні асоціювати кристаліти, які надалі відіграватимуть роль потенційних центрів хелатоутворення. Для нерегулярних ділянок правильна упаковка не можлива, тому вони утворюють у сітці альгінатного гелю проміжки між вузлами, у яких утворення ковалентних полярних та іонних зв'язків є атиповим. Водночас такі «порожнини» стають центрами гідратації під час набухання полімеру.

На рис. 2.3 показано залежності в'язкості водяних розчинів альгінатів за температур $(21\pm 1)^\circ\text{C}$ та $(67\pm 2)^\circ\text{C}$. У дослідженнях ці температури визначено нами такм чином: як реальна в технологічних приміщеннях (нижня) і та, яка забезпечує коагуляцію білків м'ясної сировини (верхня) в технологічному потоці. Очевидно, що здатність до емульгування водяних розчинів альгінатів залежатиме від концентрації, оскільки відповідно до цього показника розчини будуть характеризуватися як ньютонівські або неньютонівські, про що можуть свідчити параметри консистенції. Отже, в'язкість розчинів залежить як від концентрації, так і від температури.

Технологічна можливість отримання емульсій залежить від в'язкості дисперсійного середовища. На рис. 2.3. наведено залежності напруження зсуву (θ) від швидкості зсуву за температур $(21\pm 2)^\circ\text{C}$ (1) та $(67\pm 2)^\circ\text{C}$ (2). Визначено, що еквіконцентровані розчини характеризуються зниженням напруження зсуву під час нагрівання, що може бути використано для отриманні емульсій.

Визначено, що консистенція розчинів з концентрацією натрію альгінату зростає майже експоненційно у 25 разів, одночасно згідно з даними температурної залежності в'язкість 2,5% розчину в інтервалі температур $21\div 67^\circ\text{C}$ знижується у 5 разів.

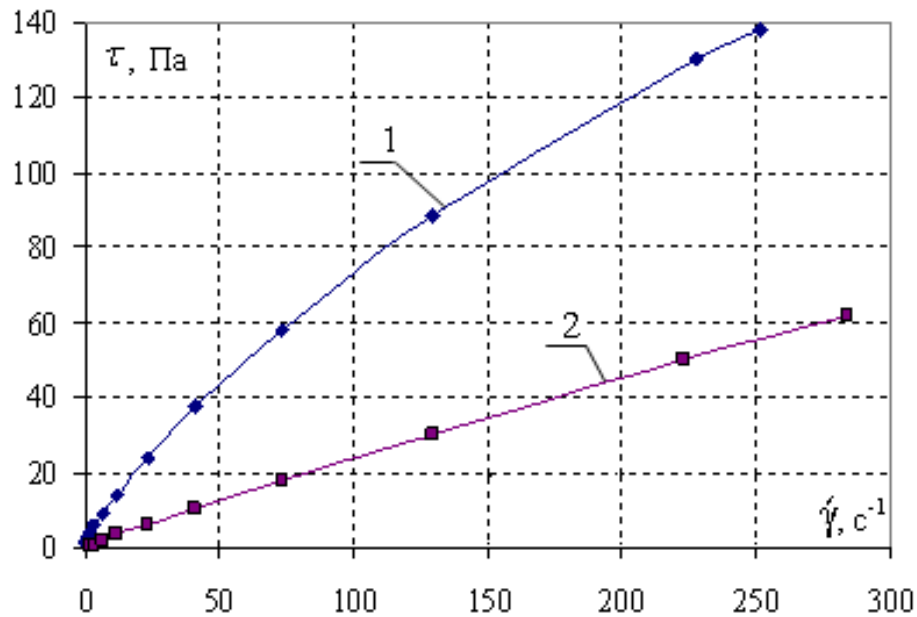
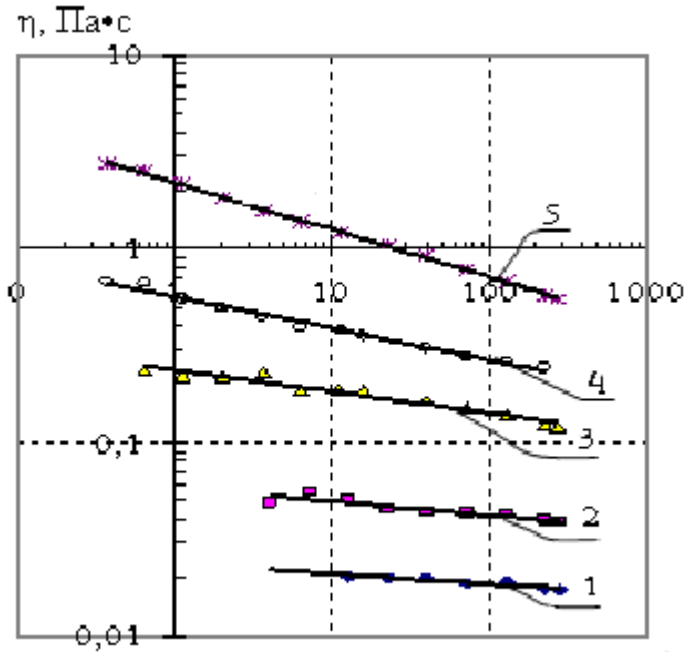


Рисунок 2.3 – Реограми залежності напруження зсуву (τ) від швидкості зсуву ($\dot{\gamma}$) системи водних розчинів «вода – натрію альгінат (C=2,5%)» за температури, °C: 1 – 21±1; 2 – 67±2

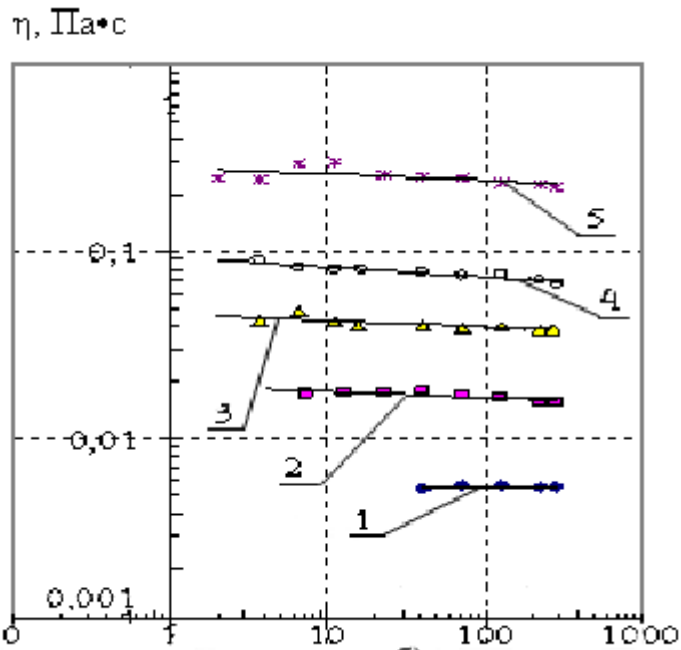
На рис. 2.4 наведено реограми, які свідчать про виражену залежність розчину натрію альгінату 2,5% (неньютонівська рідина) від температури. Проте інтенсивність цих змін залежить від інтервалу температур. Видно, що кут нахилу кривих (рис. 2.4, б) значно зменшується за температури (67±2)°C за всіх концентрацій порівняно з температурою (21±1)°C. Це свідчить, що за високих температур керованість властивостями розчинів є більшою. Але очевидно, що такі високі температури неможливо використовувати під час емульгування. Водночас за цими кривими (рис. 2.4) видно, що концентрація емульсії та пружних гелів на її основі буде зменшуватися в бік більш піддатливих систем.

За даними досліджень були розраховані параметри консистенції та ступінь кривих n, який визначає за певних температур діапазону те, чи є ця рідина ньютонівською, та визначається кутом нахилу до осі абсцис.

Визначення властивостей розчинів натрію альгінату свідчить, що параметр консистенції розчинів зростає з концентрацією альгінату майже експоненційно (рис. 2.5, а). Тому в логарифмічному масштабі ця залежність є лінійною (рис. 2.5, б).



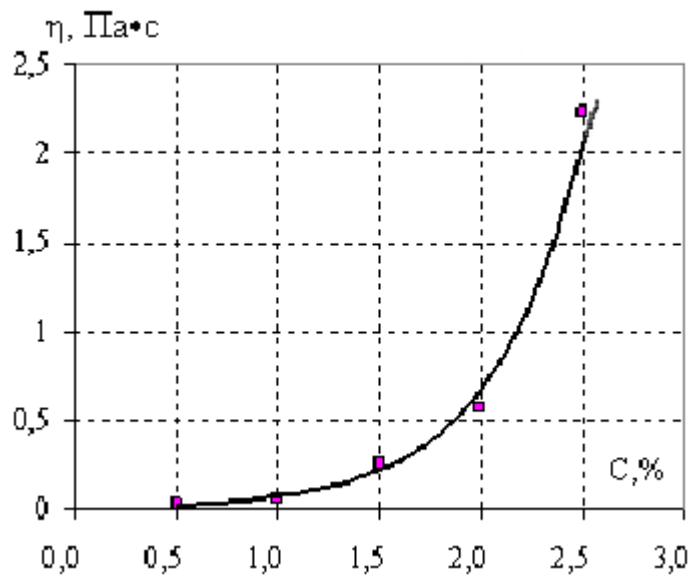
a)



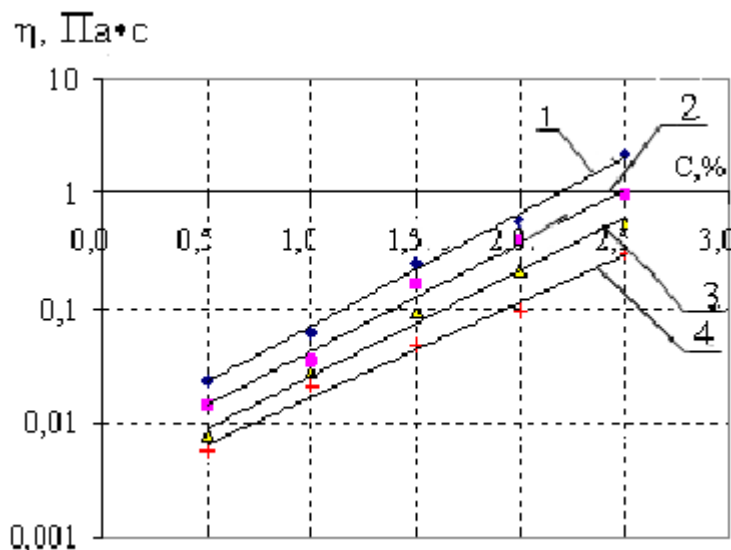
б)

Рисунок 2.4 – Ефективна в'язкість розчинів AlgNa залежно від температури та концентрації, % : 1, 2, 3, 4,5 – 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 відповідно за температур, °С: а) – 21±1, б) – 67±2

Обернений показник в'язкості рідини за певних температур під час визначення стану поведінки рідини також свідчить про належність розчинів до ньютонівських рідин. Показник ступеня m системи розчинів «вода – альгінат» за кімнатної температури зростає нелінійно зі збільшенням концентрації альгінату (рис. 2.5).



а)



б)

Рисунок 2.5 – Величини параметру консистенції для системи розчинів «вода-альгінат»: а) – при 21°C, б) – у логарифмічних координатах за температур 1, 2, 3, 4 – 21,0; 37,0; 50,0; 67,0°C відповідно.

Із нагріванням від $(21 \pm 1)^\circ\text{C}$ до $(67 \pm 2)^\circ\text{C}$ ступінь m (параметр консистенції) поступово зменшується приблизно в п'ять разів – для концентрації розчину $C = 2,5\%$ (рис. 2.5, 3.6). Для всіх інших концентрацій розчинів «вода – альгінат» спостерігаються аналогічні залежності. Визначено, що за концентрації розчину $C = 0,5\%$ та $(67 \pm 2)^\circ\text{C}$ за реологічними

властивостями розчин характеризується як ньютонівська рідина (рис. 2.6, б, $m = n - 1 \approx 0$).

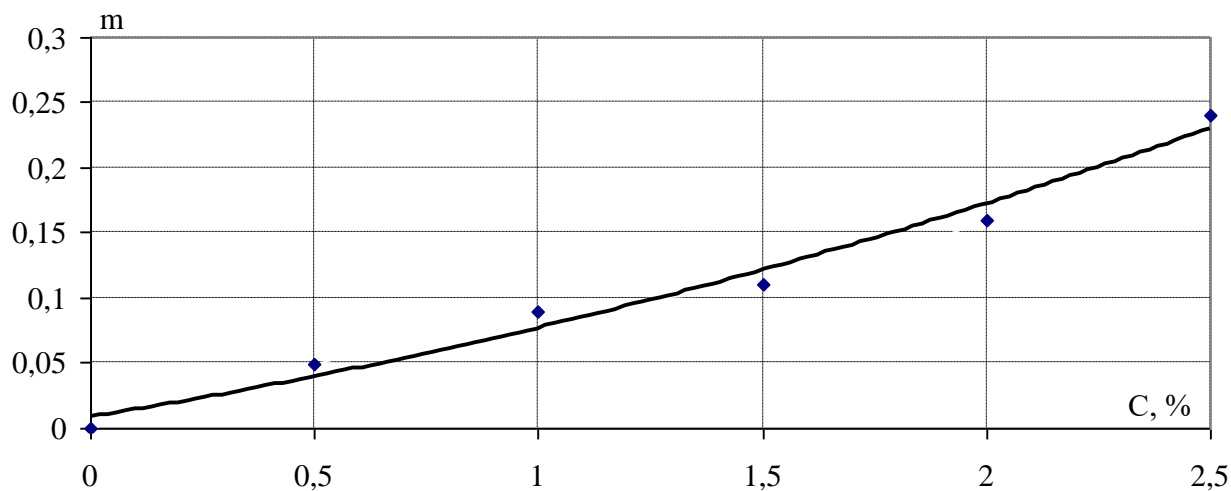


Рисунок 2.6 – Концентраційна залежність показника ступеня m системи розчинів «вода-натрію альгінат» за температури $(21\pm 1)^\circ\text{C}$

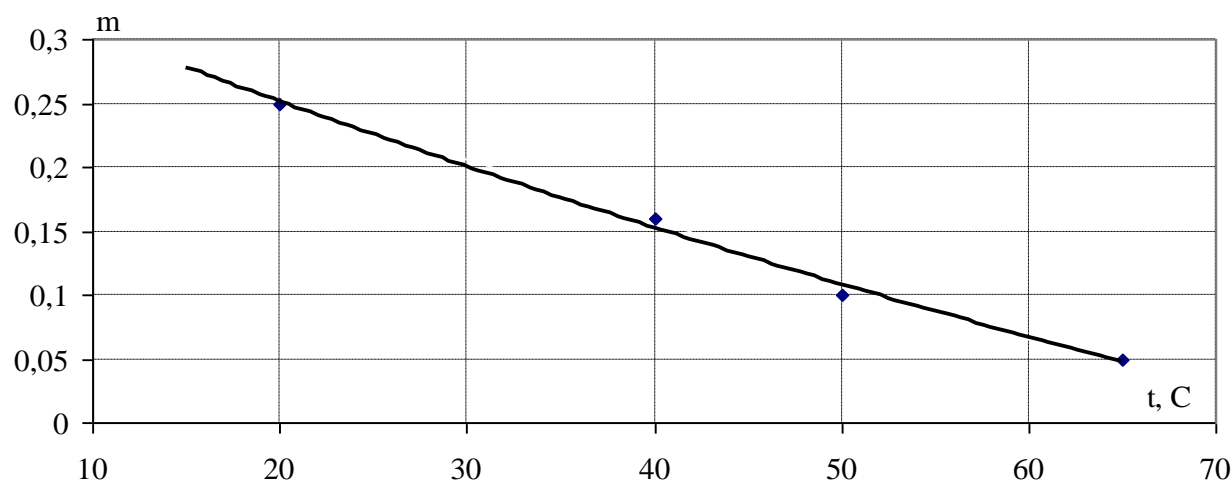


Рисунок 2.7 – Температурна залежність показника ступеня m розчину «вода-натрію альгінат» з концентрацією $C = 2,5\%$

Аналіз даних ступеня залежності m (зростання в'язкості) від концентрації свідчить, що розчин натрію альгінату відноситься до складних розчинів (порівняно з водою – простою речовиною), а ступінь складності (рис. 2.4) залежить від концентрації натрію альгінату. Відносно лінійна залежність в'язкості натрію альгінату від концентрації (зона концентрацій $c \approx 0,5\%$) свідчить про існування ньютонівської рідини, складний характер

кривої ($1,0 < c \leq 2,5\%$) свідчить про виникнення неньютонівської складної речовини.

Водночас з рис. 2.7 видно, що нагрівання призводить до «спрощення» властивостей не ньютонівських систем, тобто зсуву їх реологічних властивостей в зону властивостей ньютонівських рідин, і за температури $(67 \pm 1)^\circ\text{C}$ 2,5% розчин альгінату наближається до початкових властивостей 0,5% розчину натрію альгінату за температури $(21 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Ньютонівська поведінка водяних розчинів полімерів спостерігається лише тоді, коли їхня концентрація мала – до 0,5% (рис. 2.5, а), а відстань між макромолекулами велика. Тоді взаємодія активних центрів відбувається між собою через проміжні молекули води, які екранують локальні заряди активних центрів. Молекули води мають дуже малий час релаксації, і система завжди встигає відновитися після зовнішнього впливу [205].

Зі зростанням концентрації макромолекул та встановленням прямих зв'язків між ними період існування цих зв'язків, що виникає за нестачі розчинника і збігається з часом релаксації системи, буде збільшуватися зі зростанням як концентрації, так і кількості активних центрів, які слабо екрануються водою. Час відновлення зв'язків залежатиме від сили зв'язків, їхньої кількості й відстані між ними, швидкості руху молекул, їхньої дифузії, рухливості молекул і їх фрагментів, структурного й фазного стану макромолекул.

Такі процеси належать до активаційних. Для них існують енергії активації E_a та константи швидкості реакції й релаксації. Для таких процесів використовується кінетичне рівняння Ареніуса:

$$\mu = A e^{E_a/kT}.$$

Знаючи температурну залежність величини в'язкості μ , для систем можна визначити величину енергії активації E_a , що однак, є завданням окремих скрупульозніших досліджень, тим більше, що для неньютонівських рідин ця методика не розроблена [206; 207].

Якщо виходити із температурної залежності для параметра консистенції, тобто з величин в'язкості за швидкості зсуву $\gamma = 1 \text{ с}^{-1}$ (рис. 2.8), то можна обчислити середні значення величин енергії активації E_a розчинів у досліджених інтервалах температур. Вони збільшуються зі зростанням концентрації і дорівнюють 26...36 кДж/моль для розчинів альгінату (табл. 2.2). Ці величини енергії активації E_a для водяних розчинів альгінату, більші у 1,5...2 рази, ніж у води, що й веде до збільшення сил тяжіння між молекулами та їх поведінки як загусників.

Таблиця 2.2 – Оцінки величини енергії активації E_a для водяних розчинів альгінату від їх концентрації C , %

Концентрація альгінату C , %	0,5	1	1,5	2	2,5
E_a , кДж/моль	27,0	26,4	30,5	32,8	36,2

Ці великі значення енергії активації пов'язані з силою зв'язків та великою кількістю гідрофільних водневих зв'язків у макромолекулі натрію альгінату [208–210].

За наведеними результатами досліджень робимо висновок, що характеристика розчинів натрію альгінату як середовища для диспергування олії буде суттєво відрізнятися залежно від концентрацій полісахариду. Можна передбачити, що здатність емульсії до розшарування визначатиме можливість міжмолекулярної взаємодії полісахариду і рослинної олії буде емульгуватися зі зростанням значень E_a , у той час як здатність системи до емульгування за умови зростання E_a буде відносно стабільною.

Визначено, що енергія активації розчинів E_a за інтервалу концентрацій 0,5...2,5% зростає від 27,0 кДж/моль до 36,2 кДж/моль. Таким чином, для диспергування олії затрачена робота на отримання термостабільної пружної емульсії в розчинах натрію альгінату як середовища буде виражатися залежно від концентрації полісахариду. Проте очевидно, що здатність

емульсії до розшарування буде меншою за $C=2,5\%$ ($E_a=36,2$ кДж/моль), ніж за $C=0,5\%$ ($E_a=27,0$ кДж/моль).

Просторова будова натрію альгінату дає йому можливість виконувати роль речовини, яка може впливати на емульгування. Важливою технологічною характеристикою для таких речовин є точка інверсії фаз, яка показує, у якому діапазоні співвідношення полярної й неполярної фаз можна отримати пряму емульсію за певних умов. Відомо, що точка інверсії фаз залежить, окрім концентрації емульгатора (у нашому випадку натрію альгінату), від таких факторів, як інтенсивність подачі олії, природа неполярної фази, в якій відбувається диспергування та ін., однак вона дозволяє порівняти емульгуючі властивості об'єктів за однакових умов [131].

На рис. 2.8 наведено залежності точки інверсії фаз від концентрації натрію альгінату (розчинник – вода за ДСТУ 7525:2014 [164]). Це може бути інтерпретовано також як залежність від в'язкості системи. Нами підтверджено, що в межах концентрацій систем $0...3,5\%$ зі зростанням концентрації натрію альгінату в'язкість також збільшується. Так, в'язкість $0,5\%$ розчину натрію альгінату склала $0,01\text{Па}\cdot\text{с}$, для $3,0\%$ розчинів – $0,35\text{Па}\cdot\text{с}$ (рис. 2.8, крива 2). Слід зазначити, що в інтервалі концентрацій розчинів $0,1...1,5\%$ в'язкість зростає незначно (у $1,1...1,4$ разу) і перебуває в межах $0,01...0,05\text{Па}\cdot\text{с}$. Починаючи з концентрації $1,6...2,0\%$ в'язкість збільшується більш ніж у 3 рази, і для $1,8\%$ розчинів складає $0,19\text{Па}\cdot\text{с}$. На рис. 2.8 наведено паралельні дослідження точки інверсії та відповідні їй значення в'язкості натрію альгінату.

Аналізуючи отримані експериментальні дані, слід зазначити, що для натрію альгінату характерна екстремальна залежність точки інверсії фаз від концентрації у разі його використання як дисперсійного середовища для емульгування олії. Видно, що за умови збільшення концентрації натрію альгінату до $1,2\%$ і вище спостерігається досягнення межі емульгування, при цьому значення точок інверсії складають $55...58$ об.од. Подальше збільшення концентрації супроводжується зниженням точки інверсії. Так, значення точки

інверсії для розчину за вмістом 2,0% натрію альгілату складає 51...50 об.од., що в 1,2 разу менше порівняно з максимальним значенням.

Зазначимо, що екстремальні значення точки інверсії та зниження емульгуючої здатності спостерігаються на фоні підвищення в'язкості. Імовірно, починаючи з концентрації 2,0% для натрію альгілату починає проявлятися нестача вільної вологи в системі, що ускладнює емульгування. Таким чином, використання натрію альгілату в технології емульсії є перспективним саме в концентраціях 1,0...2,5%.

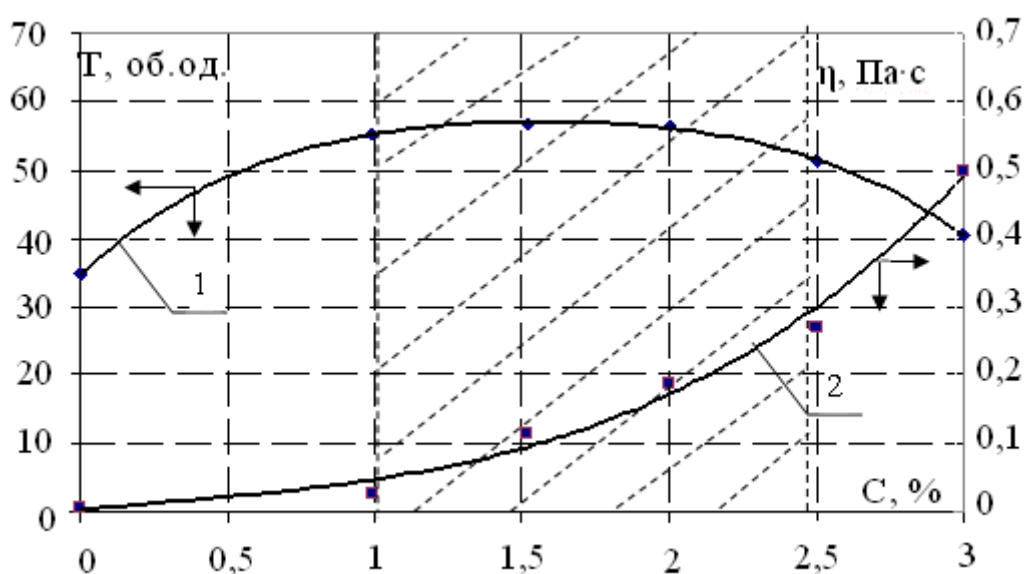


Рисунок 2.8 – Характеристика параметрів утворення емульсії ($t^{\circ}=21\pm 2^{\circ}\text{C}$): 1 – точка інверсії фаз емульсії (T), 2 – в'язкість розчину натрію альгілату (η) від концентрації натрію альгілату (C)

Для максимальної реалізації властивостей натрію альгілату як середовища для емульгування необхідно диспергувати олію за його концентрації в системі 1,0...2,5%; при цьому концентрація розчину в 1,5...2,0% відповідає максимальній жиромісткості, що складає $(63,5\pm 5)\%$. Очевидно, що на емульгуючу здатність не впливає температура як фактор в'язкості системи (у межах температур 20...70°C). За цією величиною в межах концентрацій натрію альгілату 1,0...2,5% процес є відносно сталим. Останнє підтверджує

дослідження в'язкості систем водяних розчинів натрію альгінату за різних температур та концентрацій відповідно.

Емульсії як гетерогенні системи є термодинамічно не стійкими, і з плином часу в них відбуваються самочинні процеси, що призводять до їх руйнування. До таких процесів належить розподіл через гравітацію, флокуляція чи агрегація крапель та коалесценція [210]. Система, що розробляється в цій роботі, повинна мати здатність до стабілізації емульсій за рахунок утворення адсорбційних міжфазових шарів [211; 212]. За певних показників стабільності гетерогенної системи досягається необхідний рівень якості харчового продукту та міжмолекулярної взаємодії полімерів. Виходячи з цього, нами була досліджена стабільність модельних квазіемульсій, отриманих у раціональних умовах процесу емульгування.

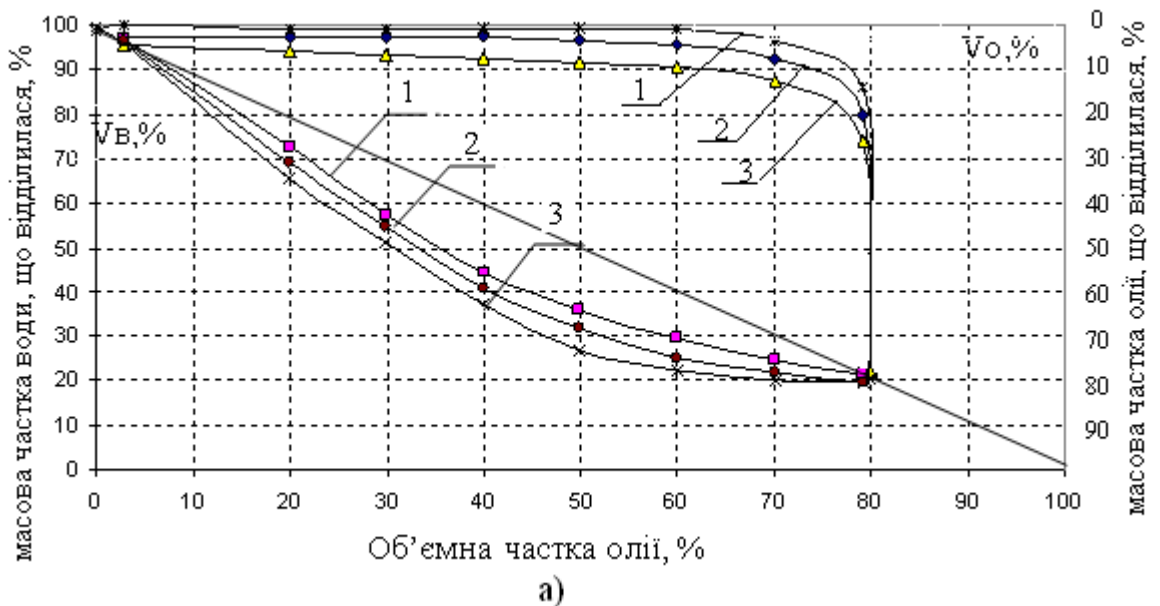
Необхідність дослідження стійкості емульсії визначена і тим, що натрію альгінату у водяних розчинах не притаманні властивості ПАР, тому стійкість емульсії залежатиме не від міцності міжфазних адсорбційних шарів, а від гравітаційних впливів.

Аналізуючи отримані дані (рис. 2.9, а), можна відзначити, що стійкість емульсійних систем залежить як від концентрації жирової фази, так і від концентрації натрію альгінату в дисперсійному середовищі емульсії на основі 1,0% концентрації натрію альгінату. У діапазоні неполярної фази, що містить 20...60% олії, частка незруйнованої емульсії складає 15...17%. Збільшення концентрації натрію альгінату до 2% призводить до зростання агрегативної стійкості. В емульсіях із вмістом олії 10...40% об'ємна частка відокремленої олії склала 4...5%, збільшення кількості олії в системі збільшує частку відокремленої олії. Проте кінетична стійкість емульсії в разі збільшення концентрації натрію альгінату до 3% почала зменшуватися, це, напевно, відбулося через надлишкову кількість сухих речовин у системі.

На рис. 2.9 наведено дані про вивчення стабільності емульсій на основі натрію альгінату (а) та кальцію альгінату (б). У ході дослідження до емульсії на основі розчину натрію альгінату додавали дисперсію та сульфату кальцію через олію рослинну за стехіометрично відповідної кількості, у результаті чого через

12...18 годин утворюється структурована емульсія. Як видно з діаграми 2.9, б, емульсії на основі кальцію альгінату не є стійкими як агрегативно, так і кінетично, адже спостерігається велика кількість відокремлених олії та води.

Такі результати є передбачуваними, оскільки за відсутності властивостей ПАР утворюється квазіемульсія. Під час структурування, вірогідно, вивільняється вода, змінюються як склад, так і властивості фаз, система стає більш крихкою, результатом чого і є такі властивості та величини структурованої емульсії. Очевидно, що стабільність і склад дисперсійного середовища як показника будуть покращені за умови залучення в технологічний процес додаткової речовини, яка не змінює своїх властивостей у ході іонотропного гелеутворення.



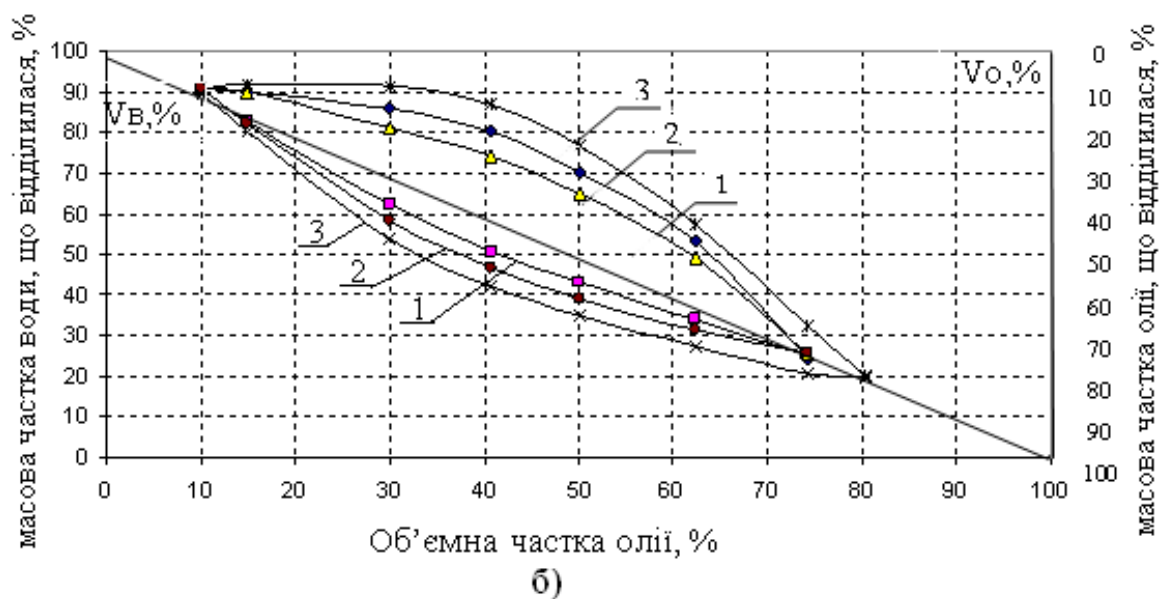


Рисунок 2.9 – Діаграма стабільності емульсій на основі натрію альгінату (а) та кальцію альгінату (б) за концентрацією, %: 1 – 1,5; 2 – 2,0; 3 – 2,5

Очевидно, що під час структурування кальцієвмісною сіллю з отриманням структурованого кальцію альгінату система перерозподіляє вологу з утворенням вільної води. Порівнюючи дані діаграм на рис. 2.9, бачимо, що форма кривих подібна одна одній, раціональна кількість натрію альгінату, що сприяє зростанню агрегативної стійкості складає менше 2% (крива 2), стабілізуючі властивості кальцію альгінату порівняно з натрію альгінатом відрізняються, та характеризуються низькими значеннями.

Експериментальні дані свідчать про те, що емульсії на основі 1,0...2,5% розчинів натрію альгінату та гелів кальцію альгінату характеризуються вираженою кінетичною нестійкістю. Дослідженнями [214] доведено, що одним із факторів, сприятливих до зростання кінетичної стійкості, є збільшення в'язкості дисперсійного середовища, тому доцільним буде введення в систему речовин, що здатні зв'язати воду та збільшити в'язкість системи.

Нами було узагальнено дані про властивості емульсії за концентрації натрію альгінату 2,0% за умови використання кальцієвмісних солей – хлориду кальцію, сульфату кальцію та карбонату кальцію.

Залежно від концентрації рослинної олії емульсії характеризуються різними структурно-механічними властивостями. У табл. 2.3 наведено порівняльну характеристику крихкості емульсій залежно від масової кількості

рослинної олії. Крихкість визначали візуально, спостерігаючи опір вигину при складуванні зразків. Органолептичну характеристику текстури драглів за різних видів солей та вмісту жирової фази подано в табл. 2.4. Органолептична оцінка емульсій із використанням різних кальцієвмісних солей наведена в табл. 2.4, 2.5.

Органолептична оцінка в цілому підтверджує експериментальні дані щодо жироемності розчинів натрію альгінату (підрозділ 2.2.1), що складає в інтервалі концентрацій натрію альгінату 1,0...2,5% близько 60 об.од. (рис. 2.7). Тому із збільшенням масової концентрації жиру зростає крихкість системи.

За даними табл. 2.5 видно, що за концентрації натрію альгінату 1,5...2,5% утворювалися емульсії різної стабільності. До того ж через вплив олії в технології отримані гелі характеризуються певною крихкістю, що є наслідком виникнення нової структури. Вірогідно, для посилення пружних властивостей дисперсійного середовища необхідно ввести додаткові гелеутворюючі речовини, які, на нашу думку, повинні не тільки підсилити сітку всередині гелю, а й одночасно поліпшити емульгуючу здатність технологічної системи. На нашу думку, таким вимогам відповідають карагенани, які широко використовуються в технологіях м'ясних ковбасних виробів як структуроутворювачі з додатковими функціонально-технологічними властивостями.

Таблиця 2.3 – Крихкість структурованої пружної емульсії в залежності від концентрації олії

Концентрація олії, %	Крихкість емульсії
20	Система пружна, гумоподібна, при згинанні зберігає форму, при знятті напруги повертається в початковий стан
40	Система пружна, злегка гумоподібна, при згинанні зберігає форму, трохи деформується, спостерігаються маленькі розриви на згині, при знятті напруги повертається у початковий стан
60	Система відносно пружна, злегка гумоподібна, при згинанні погано зберігає форму, деформується, спостерігаються розриви на згині, при знятті напруги частково повертається у

	початковий стан
80	Система крихка, при згинанні деформується, спостерігаються розриви по всьому згину, при знятті напруги в початковий стан не повертається

Таблиця 2.4 – Характеристика текстури драглів за різних видів солей та вмісту жирової фази

Найменування кальцієвмісної солі	Вміст жирової фази, мас. %			
	0	20	40	60
CaCl ₂	Водяниста структура, спостерігається ізотропність системи	Менш водяниста структура	Менш водяниста анізотропна структура	Крихка система з частковим витіканням жирової фази
CaSO ₄		Менш водяниста структура з ознаками розшарування	Крихка анізотропна структура	
CaCO ₃ +лимонна кислота (каталізатор розчинення)				

Слід враховувати здатність емульсійних систем до тиксотропії, з технологічної точки зору – здатність до старіння, що супроводжується виділенням вологи й олії в часі без видимого розділу фазу межах текстури емульсії. Для збільшення показників еластичності та пружності структурованих емульсій доцільним є додаткове введення в дисперсійне середовище термотропного полісахариду, здатного під час охолодження утворювати гелі та одночасно зменшувати рухливість водяних компонентів середовища.

Таблиця 2.5 – Візуальна характеристика драглів на основі водяного розчину натрію альгінату та солей кальцію за різних концентрацій

Найменування кальцієвмісної солі	Вигляд емульсії за концентрації натрію альгінату		
	1,5%	2,0%	2,5%
CaCl ₂	Нестабільна емульсія	Нестабільна емульсія	Нестабільна емульсія
CaSO ₄	Нестабільна емульсія	Стабільна емульсія (відшаровування води)	Стабільна емульсія
CaCO ₃ + лимонна	Нестабільна	Нестабільна	Нестабільна

кислота(каталізатор розчинення)	емульсія	емульсія	емульсія
---------------------------------	----------	----------	----------

Слід зазначити, що до стабільних емульсій у табл. 2.5 відносились емульсійні системи без видимого розшарування (відділення як водної фракції, так і жирової).

Із аналізу літератури відомо, що останнім часом у технології емульсій важливого значення набуло використання полісахаридів різного походження [215]. Ефективність їх використання визначається стабілізуючими властивостями, що пояснюється утворенням тривимірної сітчастої структури, унаслідок чого гідролоїди виступають як емульгатори й утворюють стабільні плівки на межі поділу фаз дисперсійного середовища [216].

Як згусники, які одночасно здатні покращити емульсійні та пружні властивості структурованої емульсії та її еластичність, нами використані йота-карагінан та капа-карагінан. Виходячи з того, що гідролоїди внаслідок гідратації підвищують в'язкість дисперсійного середовища [218] і, таким чином, сприяють зростанню гравітаційної стійкості емульсії, виникає інтерес до дослідження впливу карагінанів на стабільність модельних емульсій.

Як відомо, різні види карагінану за рахунок варіації структурних елементів його молекули дають широкий спектр властивостей під час розчинення. Тому в аспекті практичного використання слід говорити про декілька основних типів карагінану, відмінність гідрофільних властивостей яких визначається залежно від кількості гідрофільних сульфо- і гідроксил-груп, з одного боку, та кількості менш гідрофільних 3,6-ангідро-Б-галактон залишків –з іншого [219–220].

Нами досліджена можливість спільного використання йота- та капа-карагінанів. Вибір останніх зумовлено їх технологічними характеристиками, а також тим, що вони відносно дешеві та мають високу розчинність у водній фазі за певних умов.

Нами обґрунтовано використання йота- та капа-карагінанів у концентраціях 0,5...1,6%. Дослідження в'язкості залежно від концентрацій у

суспензії речовин показало, що зі збільшенням концентрації останніх в'язкість зростає. Установлено, що в'язкість суспензії капа-карагінану в усьому інтервалі досліджуваних концентрацій була вище за в'язкість суспензії йота-карагінану у 1,5...2,0 рази. Так, в'язкість 0,5% суспензії капа-карагінану склала 0,4 Па·с, а йота-карагінану 0,2 Па·с, для 1,0%-их суспензій в'язкість склала 0,8 Па·с і 0,4 Па·с відповідно. Більш висока в'язкість суспензії капа-карагінану пояснюється хімічною специфікою будови молекул полісахаридів: капа-карагінан утворює більш щільний і жорсткий гель а йота-карагінан – еластичний і м'який гель [221].

У роботі представлено також емульгуючі властивості йота-карагінану та капа-карагінану, наведено залежність точки інверсії фаз емульсій від концентрацій: в'язкості суспензій. Результати впливу йота-карагінану та капа-карагінану на емульгуючу властивість суспензій представлені на рис. 2.10. Із даних видно, що обґрунтованим масовим вмістом карагінанів є концентрації, близькі до 0,6%, для йота-карагінану та 0,8% для капа-карагінану. Для рівноважної за масою суміші карагінанів їх вміст у системі має бути 0,7...0,8%.

За діаграмами на рис. 2.10 видно, що використання капа-карагінану приводить до збільшення емульгуючої властивості та стійкості системи. Визначаючи ефективність до стабілізуючої здатності певного виду карагінану, слід підкреслити доцільність використання йота-карагінану в концентрації більше 0,6%. З урахуванням того, що промислові поставки не передбачають повноцінного фракціонування, у подальших дослідженнях нами визначалася стабільність модельних емульсій, де учасниками процесу є одночасно розчин натрію альгінату та йота-, капа-карагінану у співвідношенні 1:0,5 відповідно.

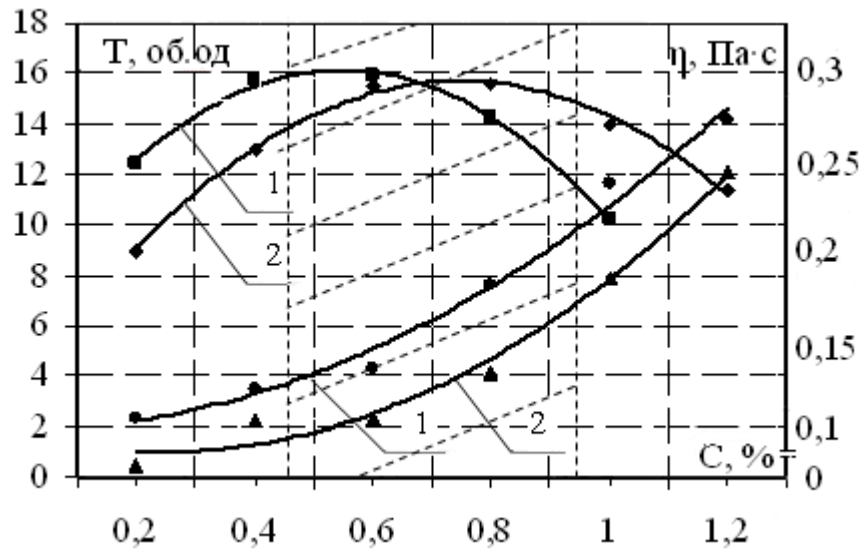


Рисунок 2.10 – Залежність точки інверсії фаз емульсії (Т) і в'язкості розчину (η) від концентрації (С): 1 – йота-карагінану; 2 – капа-карагінану

На рис. 2.11 представлено емульгуючу здатність натрію альгінату та карагінанів ($C=0,4\dots0,9\%$). Емульгування проводили за температур вище 60°C , що відповідає умовам розчинення карагінанів; тестування загусників – за температури близько 20°C , що є умовою драглеутворення карагінанів.

Також визначено точки інверсії фаз емульсій розчинів «натрію альгінат – олія» залежно від концентрації натрію альгінату (рис. 2.11, крива 1).

Із даних рис. 2.12 видно, що точка інверсії фаз за вмісту у водній фазі $1,5\dots2,5\%$ натрію альгінату та $0,4\dots0,9\%$ суміші карагінанів складає $60\dots65$ об.од.; в охолодженому стані ($t=14\dots20^{\circ}\text{C}$) емульсія характеризується властивостями пружного тіла, не крихка, легко піддається подрібненню без втрати води та жиру і може бути використана як наповнювач для м'ясних фаршів у формі шматочків або в стані подрібненої однорідної маси. Важливим є те, що подрібнення на м'ясорубках та/чи кутерах, яке супроводжується зростанням температури на $3\dots5^{\circ}\text{C}$, не призводить до розшаровування.

Таким чином, максимальне вираження властивостей натрію альгінату як середовища для емульгування відбувається за концентрації його в системі в межах $1,0\dots2,5\%$, де максимальна жироемність становить $(57,5\pm 5)\%$.

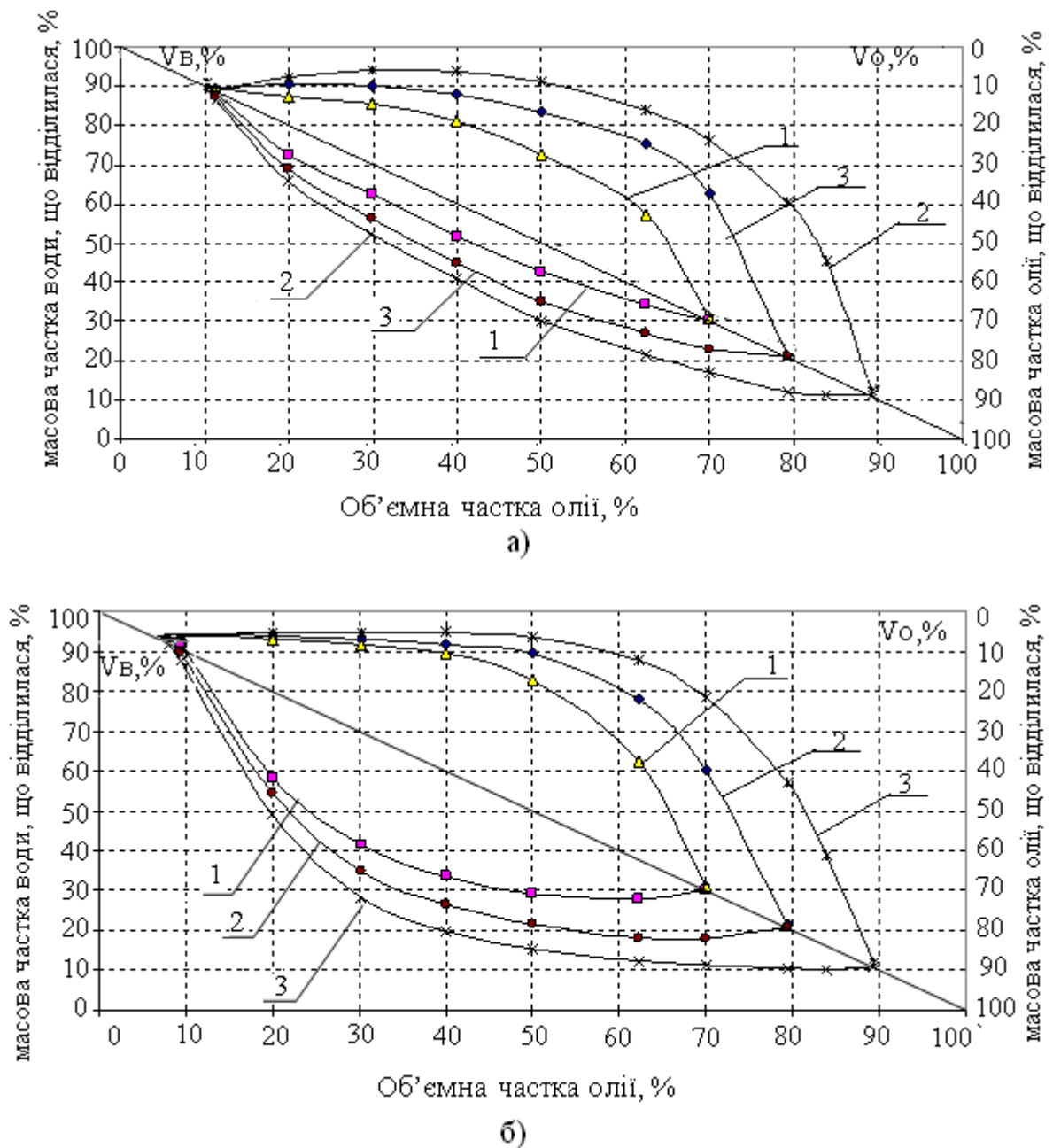


Рисунок 2.11 – Діаграма стабільності пружної емульсії на основі капа-карагінану (а) та йота-карагінану (б) за концентрацією %: 1 – 0,5; 2 – 0,6; 3 – 0,7

Установлено, що введення до розчину натрію альгінату 0,4...0,9% карагінанів приводить до зростання емульгуючої ємності до 60...65 об.од. (рис. 2.12, крива 3). Охолоджена термостабільна пружна емульсія за температур $(15 \pm 5)^\circ\text{C}$ після структування характеризується властивостями пружного тіла, відсутністю крихкості, піддається подрібненню без втрати води та олії. Визначено, що кутерування та подрібнення на м'ясорубках не приводить до розшарування термостабільної пружної емульсії.

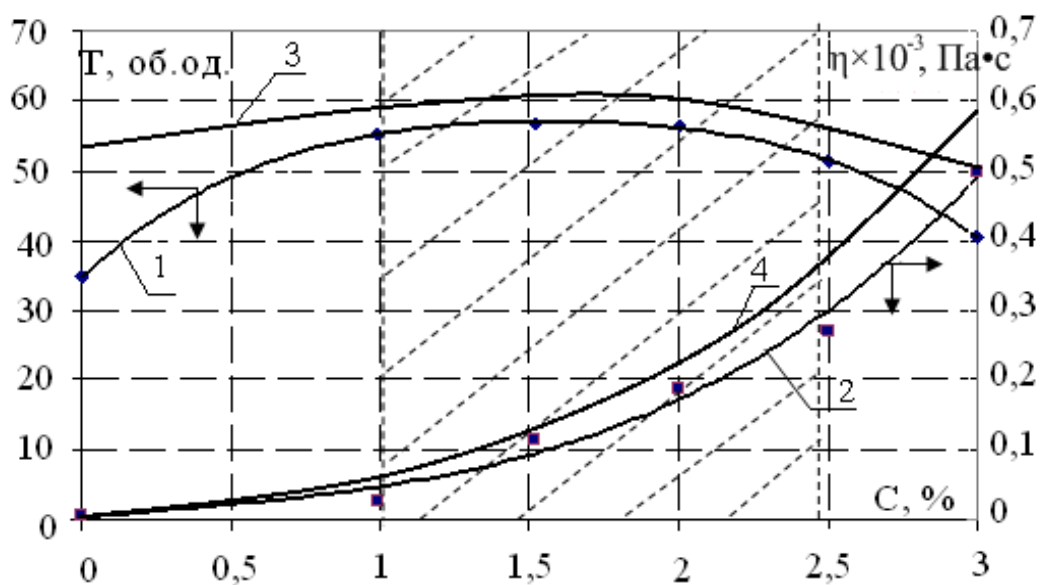


Рис. 2.12. Залежність точок інверсії фаз емульсії (Т) за $t=21\pm 2^\circ\text{C}$ від концентрації натрію альгінату: 1, 3 – точки інверсії фаз емульсій натрію альгінату (1) та суміші карагінанів (3); 2, 4 – в'язкість (η) розчину натрію альгінату та суміші карагінанів з натрієм альгінату

На рисунку 2.13 наведено діаграми стабільності емульсій на основі суспензії натрію альгінату та кальцію альгінату з уведенням капа-карагінану та йота-карагінану 0,5; 0,6; 0,7%.

Проаналізувавши отримані дані, дійшли висновку, що введення карагінанів разом із натрієм альгінатом сприяє значному зростанню кінетичної та агрегативної стійкості емульсій із вмістом жирової фази від 20 до 80%. Відзначається істотне збільшення кінетичної стійкості емульсій із вмістом жирової фази 30...60%.

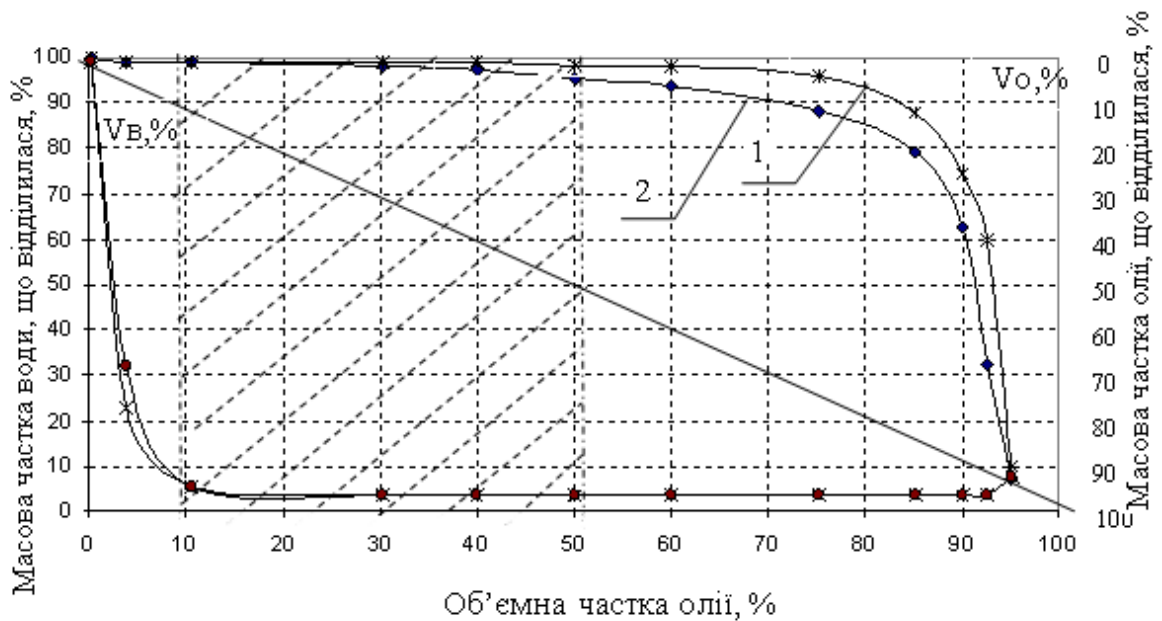


Рисунок 2.13 – Діаграма стабільності термостабільної пружної емульсії: 1 – на основі AlgNa (2,0%); 2 – на основі суміші полісахаридів (AlgNa 2,0%, йота-карагінан 0,5%, капа-карагінан 1,0%)

Аналіз експериментальних даних свідчить про зростання стабільності емульсій в усьому діапазоні співвідношення водної та жирової фази за умови використання водяного розчину натрію альгінату (рис. 2.13, крива 1) чи кальцію альгінату (рис 2.13 крива 2) та карагінанів. Стабілізуючий ефект найбільш виражений за концентрації 1,0% капа-карагінану та 0,5% йота-карагінану. Установлено, що за вищезазначених умов для емульсій (60% олії) кінетична стабільність досягає 90...95%, а агрегативна – до 100%.

Структурування системи несуттєво впливає на стабільність емульсії із вмістом жирової фази, що важливо, адже забезпечує сталі високі показники за вмістом води.

У зв'язку з тим, що під час виробництва продуктів на основі термостабільної пружної емульсії можуть використовуватися різноманітні смакові наповнювачі, що завдяки своїм властивостям змінюють значення рН дисперсійного середовища, необхідно враховувати вплив рН середовища на емульгуючі властивості натрію альгінату. Тому нами було досліджено вплив рН на емульгуючі властивості рецептурного складу, дані наведено на рис. 2.14, де

зображено залежність точки інверсії фаз альгінатів та карагінанів від кислотності середовища (крива 1).

Виявлено, що мінімальне значення емульгуючої властивості спостерігається за значень рН 6,5...5,5, що, вірогідно, пов'язано з колоїдними властивостями альгінатів і карагінанів. Зсув рН у бік більш кислого середовища призводить до кислотного гелеутворення натрію альгінату, що уповільнює емульсієутворення. В інтервалі $5,5 < \text{pH} < 7,5$ спостерігається стрімке зниження емульгуючої здатності системи, що пов'язано, вірогідно, зі зростанням частки нерозчинного альгінату H^+Alg і втратою його спорідненості з водою [159; 160].

Уведення кухонної солі погіршує умови емульсієутворення натрію альгінату у разі додавання кальцієвмісної солі [6; 159; 161].

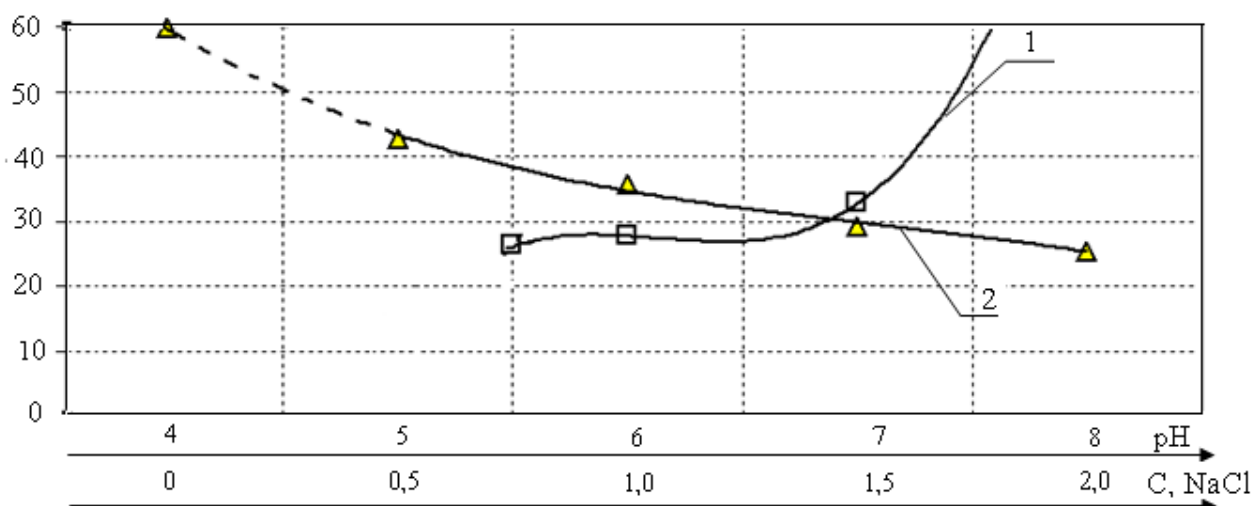


Рисунок 2.14 – Залежність точки інверсії фаз ТПЕ (Т) на основі оптимального рецептурного складу від: 1 – рН; 2 – концентрації NaCl

Отже, доцільно передбачити, що кухонну сіль слід вводити після структуроутворення на етапі змішування термостабільної пружної емульсії з іншими рецептурними інгредієнтами.

Виявлено (рис. 2.14) вплив кухонної солі в концентрації 0,5...2,0% як компонента рецептури емульсійних систем на емульгуючі властивості (рис. 2.14, крива 2). Так, за концентрації солі 0,5% спостерігається зниження точки інверсії вдвічі а 1,5...2,0% – на 25...30%. Отримані результати дають змогу

орієнтуватися в змінах властивостей системи під час технологічного процесу та скорегувати рецептурний склад для запланованих показників якості.

Після аналізу отриманих результатів нами визначені важливі показники, які можна закріпити як параметри технологічного процесу. Так, значення рН системи має перебувати в нейтральних межах, а для сталих технологічних значень концентрація кухонної солі має становити до 1,0%. Установлено, що концентрація солі 0,25...0,40% є достатньою для забезпечення необхідних структурно-механічних та фізико-хімічних показників ТПЕ.

Таким чином, визначено доцільні концентрації рецептурних компонентів, реологічні властивості яких дозволять керувати технологічним процесом під час виробництві продукції, що розробляється.

2.3. Розробка принципової технологічної схеми виробництва ТПЕ

Узагальнення аналітичних та експериментальних досліджень з обґрунтування технологічних параметрів виробництва термостабільної пружної емульсії дозволило визначити їх раціональні параметри в частині рецептурного складу й режимів окремих технологічних операцій (табл. 2.6) та розробити технологічну схему виробництва ТПЕ (рис. 2.15).

Технологічну схему отримання структурованої основи з використанням AlgNa та CaSO₄ структурованої емульсії на їх основі представлено як цілісну систему, у межах якої виділено підсистеми функціонування яких спрямоване на отримання вихідного результату функціонування системи – утворення термостабільної пружної емульсії. У рамках підсистеми отримують розчин AlgNa шляхом диспергування визначеної кількості гідроколоїду у воді та витримування до повного його розчинення.

Визначено, що отримання структурованих емульсійних продуктів із заданими пружними властивостями ($E_{\text{пр}}=3,8...5,2$ Па) можливе за умови використання AlgNa в інтервалі концентрацій (2±0,5)%. Із метою активізації функціонально-технологічних властивостей AlgNa розчиняють у підготовленій

питній воді, що супроводжується підвищенням в'язкості внаслідок його необмеженого набрякання.

Підсистема також передбачає отримання рецептурної суміші, що містить визначену кількість іонів Ca^{2+} , яка розраховується залежно від концентрації AlgNa з метою забезпечення в системі співвідношення рецептурних компонентів $\text{AlgNa}:\text{CaSO}_4$ як 12:1 [6]. Малорозчинну сіль CaSO_4 диспергують у визначеній кількості рослинної олії рафінованої дезодорованої підготовленої, результатом чого є отримання дисперсії CaSO_4 .

Підсистема C_1 реалізується шляхом виконання послідовних технологічних операцій, а саме перемішування до рівномірного розподілення вищезазначених рецептурних компонентів, формування отриманої рецептурної суміші $(1...2) \cdot 60^2$ с та структурування дослідної системи (отримання гелю AlgCa). Етап структурування проводиться за температури $18...20^\circ\text{C}$ протягом $(10...12) \cdot 60^2$ с.

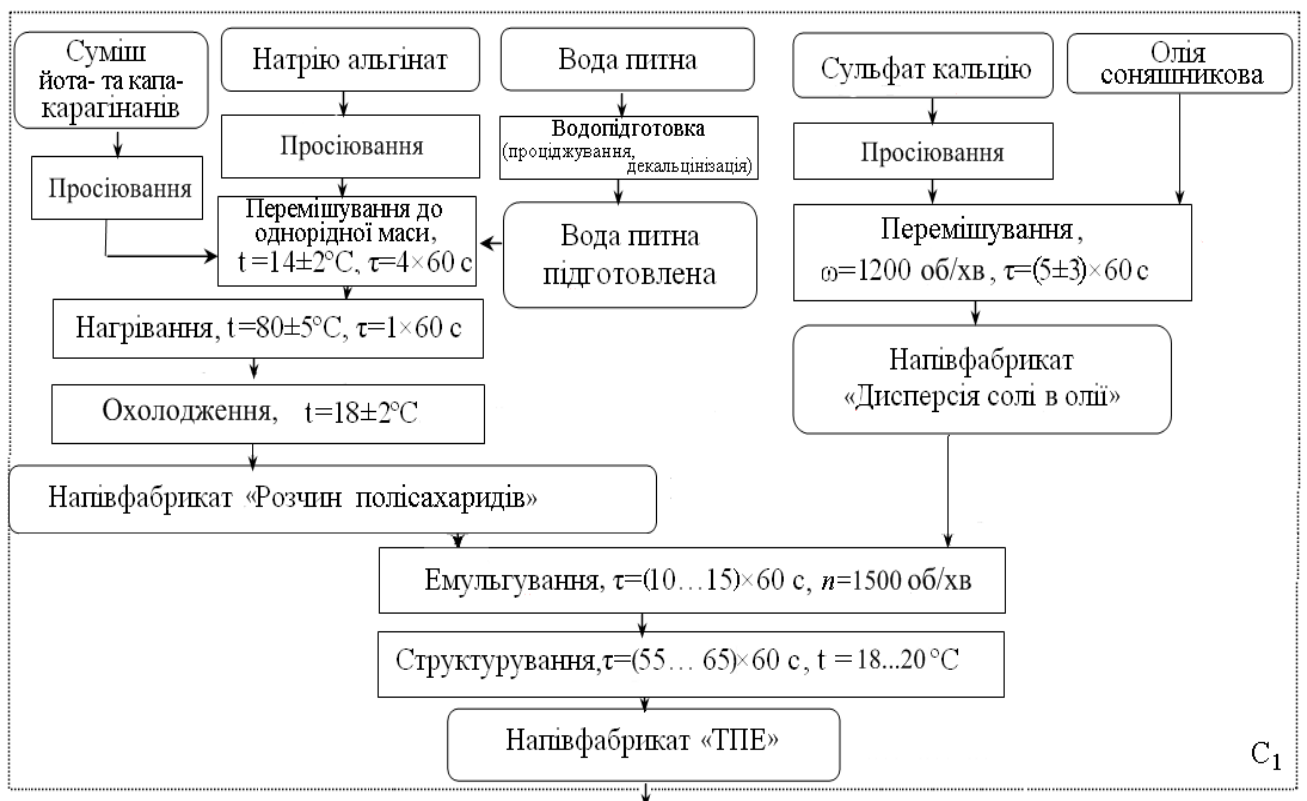


Рис. 2.15. Технологічна схема отримання термостабільної пружної емульсії

Обґрунтування умов та часу структуроутворення відображено в багатьох дослідженнях [6; 147–151]. Результатом функціонування підсистеми S_1 є отримання кінцевого продукту – структурованої емульсії, яка характеризується заданими органолептичними, стабільними фізико-хімічними властивостями, високими показниками якості та безпечності протягом установлених строків зберігання.

Згідно з даними розділу 3 принцип структуроутворення ТПЕ дозволяє уникнути небажаних втрат корисних речовин, насамперед рослинної олії, що збільшує біологічну цінність та задовольняє фізіологічні потреби людини. Запропонована розробка може стати основою трьох різних напрямів її використання.

Перспективи розробки нових видів технологій для емульсійних продуктів, які містять жирову й водну фази, пов'язані з пошуком поліпшувачів і технологічних прийомів, які підсилюють їх фізіологічно-функціональні властивості.

Таблиця 2.6 – Структура технологічної системи та мета функціонування її складових частин

Найменування підсистеми	Мета функціонування підсистеми
Утворення ТПЕ	Отримання термостабільної пружної емульсії, що характеризується цілісною структурою з заданими властивостями та складом
Утворення розчину композицій гідроколоїдів	Отримання розчину гідроколоїдів, здатність якого до іонотропного гелеутворення забезпечує формування пружної текстури виробу
Утворення розчину $CaSO_4$ з олією	Отримання дисперсії – рецептурної суміші, що містить визначену кількість іонів Ca^{2+}

Розробка нових видів функціональних емульсійних продуктів базується на включенні в рецептуру речовин із науково доведеним лікувально-профілактичним ефектом. Хімічний склад розроблених ТПЕ на основі рослинних олій у складі виробів м'ясних посічених порівняно з традиційними

технологіями відрізняється підвищеним вмістом вуглеводів і мінеральних речовин та зниженим – білків і жирів.

Так, загальний хімічний склад (табл. 2.7) ТПЕ визначали за вмістом у її складі білків, жирів, вітамінів та мінеральних речовин.

Таблиця 2.7 – Загальний хімічний склад ТПЕ

Найменування показника	Значення
Масова частка вологи, %	68,0±3,3
Масова частка вуглеводів, %	3,5±0,5
Масова частка золи, %, в т.ч. масова частка кальцію, %	1,09±0,05 0,2±0,01
Масова частка жиру, %	30,0±0,2
Масова частка жирних кислот, %	28,6±0,4
Насичених, в т.ч.	5,9±0,02
пальмітинова (16:0)	3,3±0,02
стеаринова (18:0)	2,6±0,02
Ненасичених, в т.ч.	22,75±0,68
олеїнова (ω-9) (18:1)	12,3±0,2
лінолева (18:2)	8,7±0,2
ліноленова (18:3)	1,25±0,02

Аналізуючи загальний хімічний склад (табл. 2.7) слід відзначити, що у складі ТПЕ основну масу складають жирова фракція – (30±5)% та водна – (60±7)%, також виявлено до 4% вуглеводів, до яких входить натрію альгінат, та карагінани. Як виглядає ТПЕ, показано на рис. 2.16.



Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд термостабільної пружної емульсії

Надалі доцільно навести профіль органолептичної оцінки ТПЕ, що дозволяє наочно продемонструвати якість продукції за визначених показників у цілому (рис. 2.17). Найважливішими органолептичними показниками були обрані соковитість, пружність та консистенція виробів, у зв'язку з чим ці показники мають найвищі коефіцієнти вагомості.

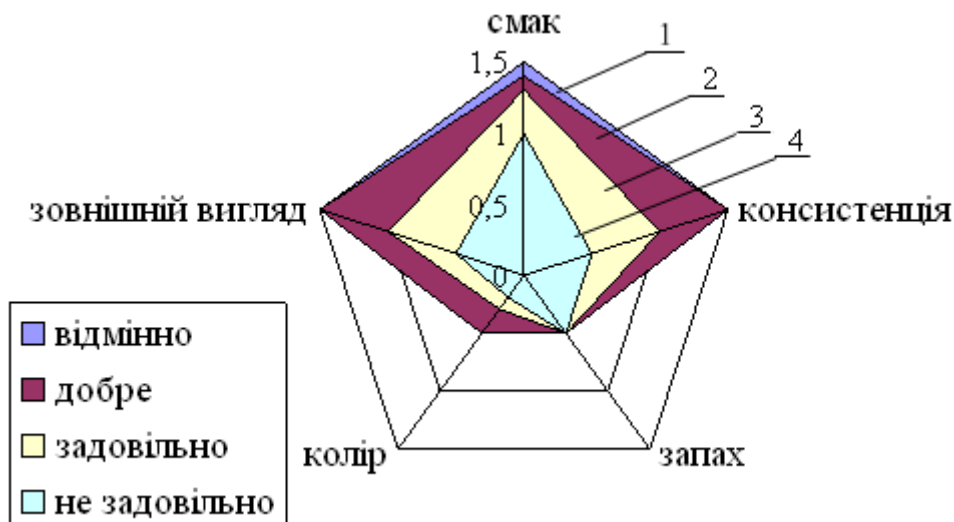


Рис. 2.17. Профілі органолептичної оцінки ($\sum i=5$) ТПЕ за таких коефіцієнтів вагомості: зовнішній вигляд – 0,3; консистенція – 0,3; колір – 0,2; смак – 0,1; запах – 0,1

Таблиця 2.8 – Шкала оцінювання якості ТПЕ

Назва показника	Оцінка за п'ятибальною системою оцінювання			
	5,0 (відмінно)	4,0...4,9 (добре)	3,0...3,9 (задовільно)	2,0...2,9 (не задовільно)
Зовнішній вигляд	ТПЕ однорідна біла по всьому об'єму, має форму, що надана в процесі технології	ТПЕ однорідна біла по всьому об'єму, має форму, що надана в процесі технології	Виріб трохи деформований	Виріб деформований, є тріщини
Консистенція	Еластично-пружна, ніжна, однорідна, можливі крапління бульбашок повітря. Насичена вмістом водно-жирової емульсії, не відшаровує вільну рідину	Еластично-пружна, ніжна, однорідна, можливі крапління бульбашок повітря. Насичена вмістом водно-жирової емульсії, не відшаровує вільну рідину	Пружна, трохи гумова. Насичена вмістом водно-жирової емульсії, відшаровує вільну рідину, неоднорідна.	Пружна, трохи гумова. Соковитість відсутня.
Колір	Від білого до кремового,	Від білого до кремово-оливого,	не однорідне забарвлення,	не однорідне забарвлення,

	однорідне забарвлення	однорідне забарвлення	вкраплення олії	вкраплення олії, пустот
Смак	Нейтральний, без сторонніх присмаків	Нейтральний, без сторонніх присмаків	Гумоподібний, нейтральний, без сторонніх присмаків	Гумоподібний, нейтральний, з сторонніми присмаками

продовження таблиці

Запах	Майже відсутній. Легкі нотки олії	Відсутній	Майже відсутній. Легкі нотки олії з гірчинкою	Легкі нотки олії з гірчинкою
-------	-----------------------------------	-----------	---	------------------------------

Строк придатності до вживання ТПЕ було визначено за результатами дослідження мікробіологічного стану та органолептичних показників, які склали: без консерванту – 3 доби від дати виготовлення за температури 4...6°C; із консервантом – 14 діб від дати виготовлення за температури 4...6°C; у замороженому стані – 6 місяців за температури –18...–24°C.

Таблиця 2.9 – Органолептичні показники ТПЕ з бальною оцінкою

Найменування показника	Характеристика показника	Коефіцієнт вагомості	Оцінка, бал			
			Відмінно	Добре	Задовільно	Не задовільно
Зовнішній вигляд	ТПЕ однорідна біла по всьому об'єму, має форму, що надана в процесі технології. Поверхня ТПЕ глянцева	0,3	1,5	1,4	1,3	1,0
Консистенція	Еластично-пружна, ніжна, однорідна, можливі вкраплення бульбашок повітря. При надламуванні в міру крихка, щільна, пружна, бічні і нижня поверхні гладкі, не допускаються великі тріщини і надриви	0,3	1,5	1,5	1,4	1,3
Колір	Від білого до кремового, однорідне забарвлення. Білявий, може коливатися від світло сірого до оливкового, в залежності від технологічних аспектів виробництва ТПЕ	0,2	0,5	0,1	0,1	0,1
Смак	Нейтральний, без сторонніх присмаків	0,1	1,0	1,5	0,8	0,5
Запах	Нейтральний, без сторонніх запахів, (можливі легкі нотки рослинної олії, в залежності від виду сировини, що використовується). Майже	0,1	0,5	0,4	0,3	0,2

	відсутній					
Загальна оцінка		1	5	4,9...4,0	3,9...3,0	2,9...2,0

Таким чином, за п'ятибальною системою оцінювання зовнішній вигляд, що має 1,5 бали відповідає максимальним значенням якості. Запах та колір складають 0,5 бали, а зовнішній вигляд та смак, хоч і керуються у ході технологічного процесу, при контрольних значеннях мають 1,5 бали, що відповідає максимальним значенням якості. Більш детальну розбивку при оцінюванні показників якості з позначенням шкали оцінювання наведено систематизовано у якості таблиці 2.8 та органолептичні показники з зазначенням коефіцієнтів вагомості у таблиці 2.9.

Найменш важливими показниками є зовнішній вигляд та смак, що корегуються у ході технологічного процесу. У таблиці 2.9 наведено органолептичні показники ТПЕ за бальною оцінкою з коефіцієнтом вагомості.

Пакувати ТПЕ доцільно у вакуумні поліетиленові упаковки масою від 100 г до 3 кг залежно від наступного призначення напівфабрикату.

Таким чином, технологія ТПЕ у складі виробів м'ясних посічених може бути впроваджена в технологічний процес двома способами; отримані вироби є соковитими, особливо виготовлені за другою технологією, що підтверджується дослідженням втрати маси під час теплової обробки.

2.4. Характеристика ТПЕ та прогнозування їх впливу на технологію виробів посічених м'ясних

Використання ТПЕ в технологіях виробів м'ясних посічених, на думку авторів, пов'язане з їх здатністю суттєво впливати на технологічні, органолептичні властивості та хімічний склад виробів, особливо жирнокислотний склад ліпідів.

Технологічні та органолептичні показники ВМП визначаються здатністю ТПЕ регулювати консистенцію, текстурну та вологоутримуючу здатність виробів. Структурно-механічні властивості ТПЕ характеризують виникнення в

системі структур різного виду та безпосередньо пов'язані з молекулярними взаємодіями в цих речовинах, особливостями будови і теплового руху їх структурних елементів – міцел, субміцел і макромолекул, із взаємодією цих елементів один з одним і з молекулами дисперсійного середовища [146].

Зазначимо, що ТПЕ можна віднести до в'язко-пружно-пластичних тіл (тіло Бюржера), оскільки за складом і властивостями її елементи (рецептурні компоненти) в ізольованому стані будуть мати всі ознаки такого тіла. Так, розчини натрію альгінату будуть характеризуватися як неньютонівські рідини (в'язке тіло Ньютона), а з додаванням до їх складу карагінанів набуватимуть під час охолодження пружних властивостей (тіло Гука) [222]. Структурування системи завдяки утворенню хелатів змінюватиме властивості, але співвідношення пружних та пластичних властивостей залежатиме від ступеня завершеності процесу гелеутворення, тобто від стехіометричної рівноваги. Уведення олійної фази буде пластифікувати цю систему. Тобто залежно від технологічних параметрів є можливість регулювання властивостей. Можна стверджувати, що за всіх умов у межах інноваційної стратегії система матиме пружно-пластичні властивості і надалі пружності та пластичності у межах деформаційних зсувів можна буде змінювати.

Різновекторність структурно-механічних властивостей ТПЕ впливає з необхідності одночасно надати їм пружних властивостей, які регулюють структуроутворення, і ввести значну кількість олійної фази, результатом чого є набуття пластичності. Високі органолептичні показники ТПЕ і кінцевої продукції з їх використанням є метою пошуку та обґрунтування кількісного співвідношення пружних та пластичних властивостей.

Стосовно напівфабрикату «ТПЕ» слід зазначити, що під час дослідження і визначення цієї технологічної системи багато проблем піддаються вирішенню завдяки вивченню і побудові експериментальних трикомпонентних моделей «Alg⁻-Ca²⁺-олія». При цьому кількісний вміст Alg⁻ та Ca²⁺ характеризує зміни в дисперсійному середовищі, а вміст рослинної олії – вплив на структуроутворення дисперсної фази.

Технологічні завдання дещо ускладнюються у разі утворення ТПЕ безпосередньо в дисперсійному середовищі фаршу, оскільки за цих умов є певна невизначеність у складі дисперсійного середовища, адже солі фаршу являють собою багатокомпонентну гетерогенну систему, яка залежить від низки факторів, що складно враховувати під час структуроутворення.

Розробка нової технології ТПЕ потребує поглиблених досліджень структурно-механічних властивостей сировини, напівфабрикатів і готових продуктів. Від цих властивостей значною мірою залежить перебіг різноманітних процесів – теплових, механічних чи дифузійних, які обумовлюють смакові якості та засвоюваність готового продукту.

Структурно-механічні властивості характеризували, аналізуючи криві деформації різних за характеристиками структурованих систем. Звичайно, мірою процесу є не деформація, а піддатливість, тобто деформація, віднесена до постійно діючої напруги. За умов лінійної поведінки кривих повзучості зразків вона є константою матеріалу і не залежить від прикладеної напруги. Виходячи з умови, що піддатливість (I) є величиною, прямо пропорційною величині деформації (γ) та зворотно пропорційною прикладеній нарузі зсуву (τ), після логічних перетворень стає зрозуміло, що в умовах лінійної течії (піддатливості) зразків модуль зсуву (G) та в'язкість (η) будують за результатами аналізу кривих (рис. 2.19–2.22) та визначають із рівнянь $G = \frac{1}{\gamma}$

$$\text{та } \eta = \frac{\tau}{\gamma'}$$

Оскільки в умовах лінійної течії зразків (що відповідає часу $60 < \tau < 80$ хв) для кривих, що досліджували, тангенс кута α похилою кривою течії є її перша похідна, тобто $\text{tg}\alpha = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\tau_2 - \tau_1}$, то його значення буде характеризувати в'язкісні значення ТПЕ. Із аналізу кривих 1–4 видно, що точки лінійної течії є майже паралельними, що свідчить про постійні значення в'язкості.

За цих умов величина в'язкості перебуває у інтервалі 0,3...0,13 Па·с. Сталі значення в'язкості свідчать, що ТПЕ відноситься в межах

концентраціями кальцію альгілату, що досліджується, до пружних тіл і кількість хелатних сполук у G-G-блоках кальцію альгілату за умови зростання концентрації натрію альгілату в 2,5 разів з 1,0 до 2,5% призводить до стрімкого зросту модуля пружності (G) з 0,13 Па·с до 0,3 Па·с, тобто в 2,8 разів, що визначає зміну органолептичних показників ТПЕ.

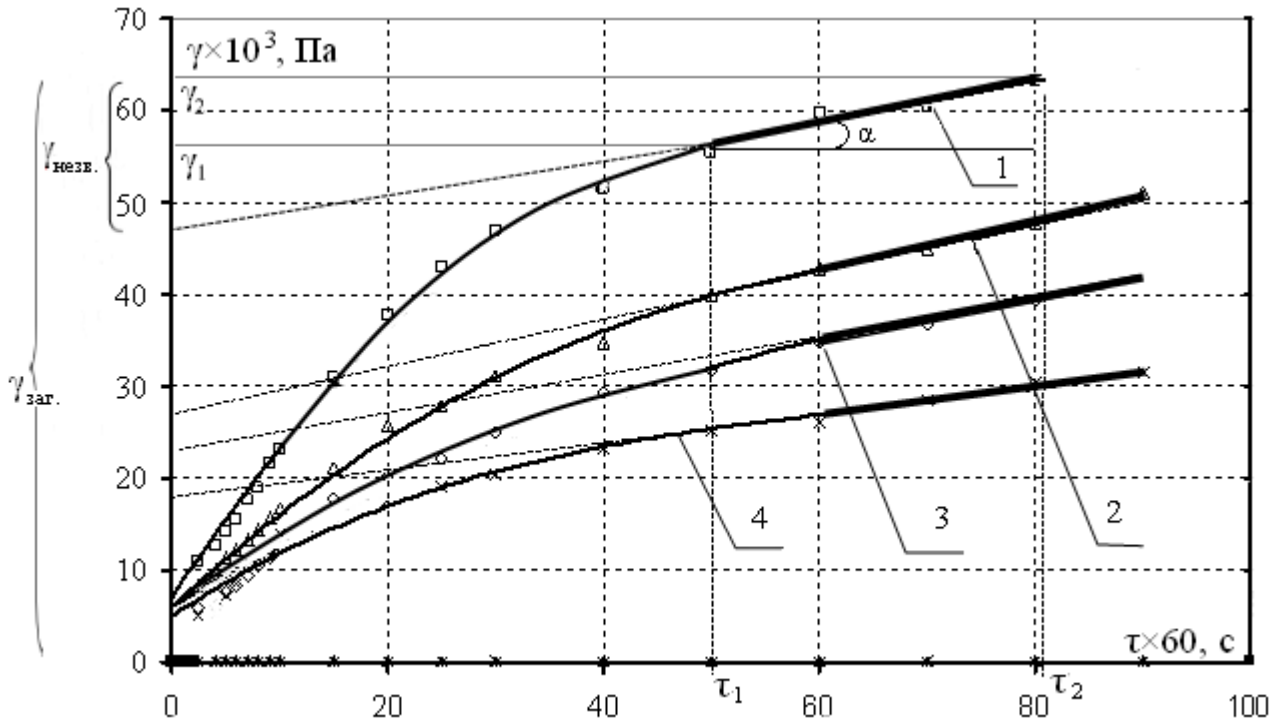


Рисунок 2.18 – Криві повзучості ТПЕ (30% олії) з різним вмістом кальцію альгілату: 1, 2, 3, 4 – 1,0; 1,5; 2,0; 2,5% відповідно

Результати дослідження впливу концентрації основних рецептурних компонентів на кінетику деформації та проведених обчислень реологічних характеристик модельної системи ТПЕ наведено в табл. 2.10.

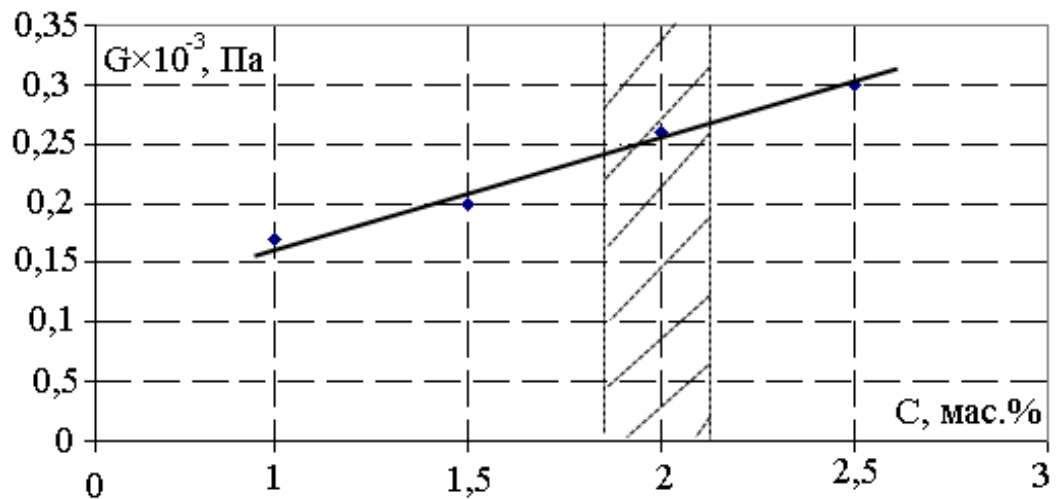


Рис. 2.19. Залежність модуля миттєвої пружності ТПЕ від концентрації натрію альгінату ($C_{олії} = 30$ мас.%)

Таблиця 2.10 – Розрахунок структурно-механічних характеристик модельної системи ТПЕ від вмісту кальцію альгінату за вмісту олії 30%, композиції карагінанів 1,5%

Позначення	Найменування показника	Натрію альгінат : CaSO ₄ , %		
		1,5:0,25	2,0:0,3	2,5:0,4
$\gamma_{зв.}$	Зворотна деформація, 10^{-3}	322,80	241,60	97,50
$\gamma_{нез.}$	Незворотна деформація, 10^{-3}	264,70	193,40	103,60
$\gamma_{заг.}$	Загальна деформація, 10^{-3}	294,00	541,00	675,00
P	Напруження зсуву, Па	32,70	32,70	32,70
I	Піддатливість	$1,58 \cdot 10^{-2}$	$1,11 \cdot 10^{-2}$	$7,28 \cdot 10^{-3}$
$G_{пр.}$	Умовно-миттєвий модуль пружності, Па	$2,3 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^3$	$5,7 \cdot 10^3$
$G_{ел.}$	Високоеластичний модуль, Па	80,44	99,49	180,08
η	В'язкість, Па·с	$4,88 \cdot 10^5$	$5,84 \cdot 10^5$	$9,57 \cdot 10^5$
K	Відношення $\gamma_{зв.} / \gamma_{заг.}$	0,54	0,53	0,51
$Пр$	Відносна пружність, %	1,83	1,50	1,55
$Пл$	Відносна пластичність, %	46,05	46,82	49,24
$Ел$	Відносна еластичність, %	52,12	51,68	49,21
Θ	Період релаксації, с	6280,60	6039,29	5481,95

Найбільш стійкими до напруження зсуву є зразки з вмістом: кальцію альгінату 2,5% із загальною деформацією $675,0 \cdot 10^{-3}$ Па; олії 30% із загальною деформацією $128,0 \cdot 10^{-3}$ Па; композиції карагінанів 1,5% із загальною

деформацією $153,0 \cdot 10^{-3}$ Па, що узгоджується з органолептичними показниками продукту.

Додавання карагінанів, які здатні утворювати додаткову сітку гелю, вірогідно, призведе до зростання пружних властивостей і не впливатиме на в'язкісні характеристики ГПЕ.

Слід зазначити, що в'язкість йота-карагіану вища, ніж капа-карагіану. Більше того, розчини йота-карагіану мають тиксотропні властивості, тобто для них характерна здатність деяких структурованих дисперсних систем мимовільно відновлювати зруйновану механічним впливом вихідну структуру. Саме ці властивості і були визначальними при виборі інгредієнтів, адже емульгування олії потребує значного механічного втручання. До того ж останній вивляє стабільність за послідовних циклів заморожування-відтаювання [142].

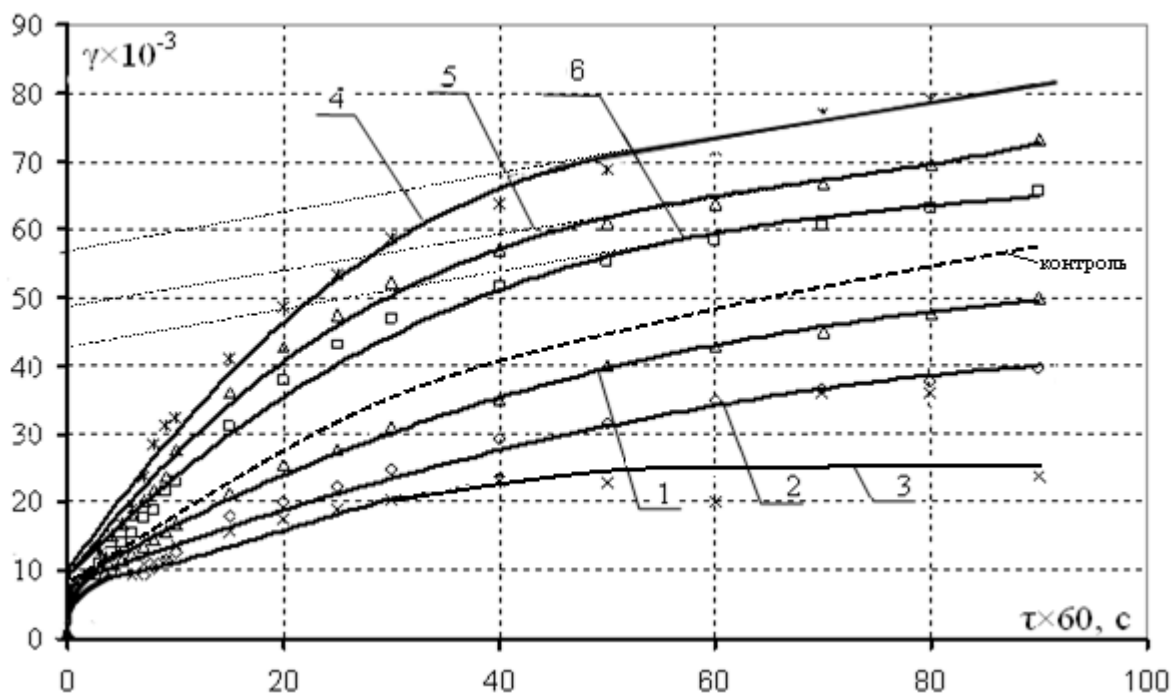


Рисунок 2.20 – Криві повзучості модельної системи ГПЕ (за $C_{CaSO_4} = 0,6\%$, $C_{AlgNa} = 2,0\%$, $C_{олії} = 30\%$) карагінанів 0,5; 0,6; 0,7: йота-карагіану – 1, 2, 3, капа-карагіану – 4, 5, 6 відповідно.

На рис. 2.20 наведено криві повзучості структурованих зразків із додаванням 0,5; 0,6; 0,7 капа- та йота-карагінанів. Як видно з величини піддатливості систем, додавання капа-карагінану погіршує загальні пружні властивості (криві 4, 5, 6 проти контролю) а йота-карагінан покращує пружні властивості (криві 1, 2, 3).

На рис. 2.21 наведено зведені дані миттєвого модуля пружності та в'язкості ТПЕ за вмістом 30 мас.% олії та 2,0 мас.% натрію альгінату залежно від концентрації карагінанів. Як і передбачалося, уведення йота-карагінану зменшує пружність системи, роблячи її більш пластичною та піддатливою, а додавання капа-карагінану збільшує пружні властивості та міцність ТПЕ, що і визначається кривими 1, 2 при залежності миттєвого модуля пружності та в'язкості за концентрації карагінанів від 0,5 до 0,7 %. Як видно з рис. 2.21, йота-карагінан (крива 1) зменшує пружність ТПЕ майже на 25%, що свідчить про більш пластичну характеристику системи та збільшену пластичність, а капа-карагінан (крива 2), навпаки, збільшує пружні властивості ТПЕ майже на 10%.

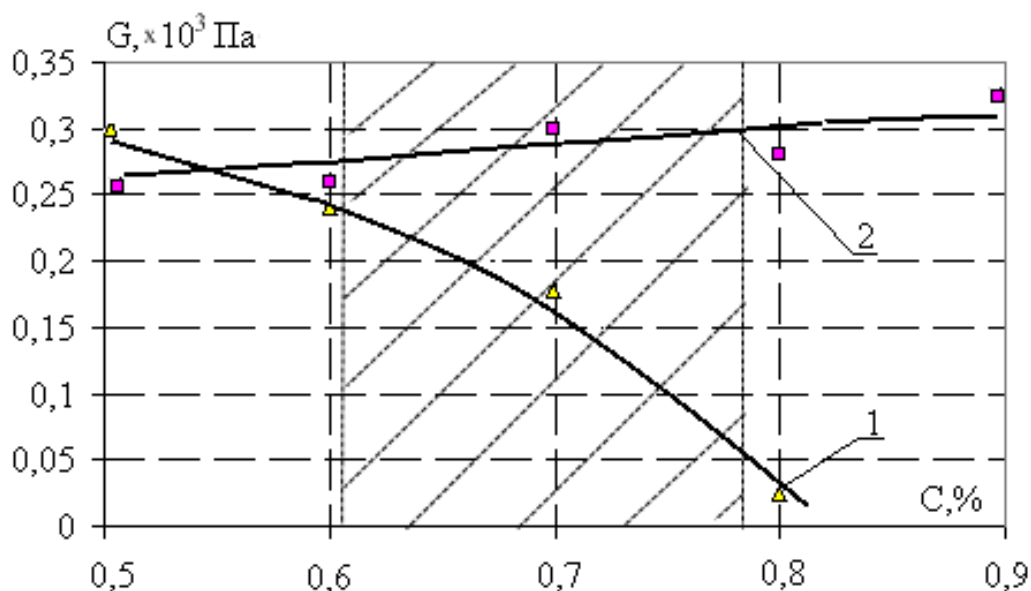


Рисунок 2.21 – Модуль миттєвої пружності ТПЕ залежно від концентрацій полісахаридів: 1 – йота-карагінан, 2 – капа-карагінан (масова частка жирної фракції 30 мас.%, AlgNa 2,0 мас.%)

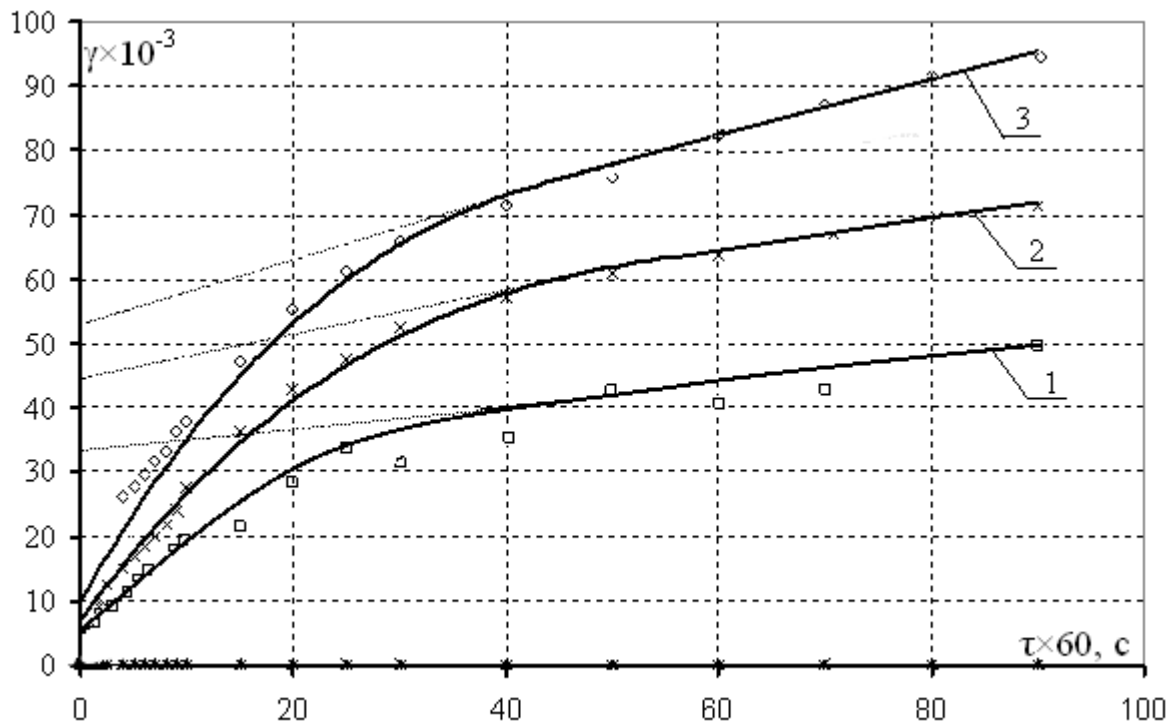


Рисунок 2.22 – Криві повзучості модельної системи ТПЕ з різним вмістом олії соняшникової 1, 2, 3 – 20, 30 і 40% відповідно за $C_{AlgNa} = 2,0\%$, $C_{CaSO_4} = 0,6\%$, $C_{\text{скапа-карагінану}} = 0,6\%$, $C_{\text{сйота-карагінану}} = 0,8\%$

Таким чином, збільшення вмісту полісахаридів у рецептурі ТПЕ понад $(0,6 \pm 0,1)\%$ спричиняє різке збільшення модуля пружності, що призводить до значного ущільнення структури, можливо, унаслідок посилення просторового каркаса структуроутворювача і переходу пастоподібної структури в гелеподібну, а потім і у тверду.

Це означає, що споживачі спочатку сприйматимуть ТПЕ як щільну з пружними властивостями, але після розжовування в них виникне органолептичне відчуття зростаючої пастоподібності. Додавання карагінанів, незалежно від виду, зменшує значення загальної деформації, але збільшує величину умовно-миттєвого модуля пружності та пружність системи приблизно в 1,7 разу.

Отже, збільшення масової частки олії, яка в цій системі є пластифікатором, буде пасивувати процес гелеутворення і змінювати

органолептичні показники готового виробу з пружних на пастоподібні, що дозволить регулювати консистенцію напівфабрикату в широкому діапазоні.

Таким чином, збільшення вмісту олії в рецептурі модельної системи ТПЕ в інтервалі 20...35% приводить до зменшення пружності системи і надає їй більше пластичних властивостей. У разі збільшення масової частки олії понад 30% спостерігається лавиноподібне падіння пружних властивостей. Аналіз траєкторії падіння модуля пружності свідчить про можливість структурованих емульсій за масової частки олії близько 50 мас.%. Незважаючи на встановлений факт, що емульгуюча ємність системи «розчин натрію альгінату – карагінани – олія» значно більша за абсолютними показниками (рис. 2.24, 2.25) технологічна доцільність з метою отримання термостабільної пружної емульсії визначає створення напівфабрикатів із масовою часткою олії 20...30 мас.%, що спричиняє різке зростання модуля пружності та призводить до більш слабкої структури, можливо внаслідок збільшення кількості міжмолекулярних зв'язків полісахаридів із олією, зростання його емульгуючої здатності через зменшення вільної води в рецептурі.

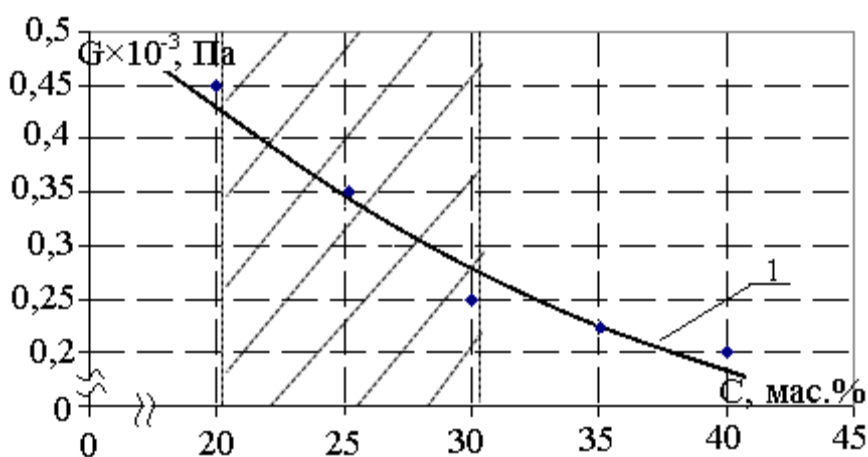


Рисунок 2.23 – Залежність модуля миттєвої пружності ТПЕ від вмісту олії (Снатрію альгінату = 2,0%, ССаSO₄ = 0,6%, Скапа-карагінану = 0,6%, Сйота-карагінану = 0,8%)

Очевидно, що збільшення частки олії від 20% до 40% приводить до зменшення загальної деформації приблизно у 5 разів (від 62,0 до 12,8), при цьому пластичність системи зростає більше ніж у 2 рази.

Таким чином, дослідивши частку пластичності та частку пружності при взаємодії між собою рецептурних компонентів, можна зробити висновок, що органолептичні показники готового продукту досить легко можна регулювати в ході технологічного процесу.

Важливою особливістю ТПЕ є їх здатність уповільнювати в часі та зменшувати абсолютні величини втрат технологічних систем із посіченого м'яса за умови додавання до нього певної кількості структурованого напівфабрикату.

Вірогідно, ця властивість, порівняно з м'ясною сировиною, продиктована відсутністю об'ємного температурного стискання, яке є характерним для м'ясної сировини як результат температурної коагуляції її білків. Унаслідок цього в м'ясній сировині зникає об'ємне напруження, яке поряд з випаровуванням, визначає і спричиняє теплові втрати.

Згідно з нормуванням [234] теплові втрати біфштексів посічених, що містять у своєму складі 80,0% яловичини та 12,0% сала, становлять 29,3%. Оскільки планується використання ТПЕ в технології натуральних м'ясних посічених виробів нами визначені як динаміка втрат, так і абсолютні значення втрат ТПЕ порівняно з м'ясними фаршами із яловичини залежно від технологічних факторів.

m, %

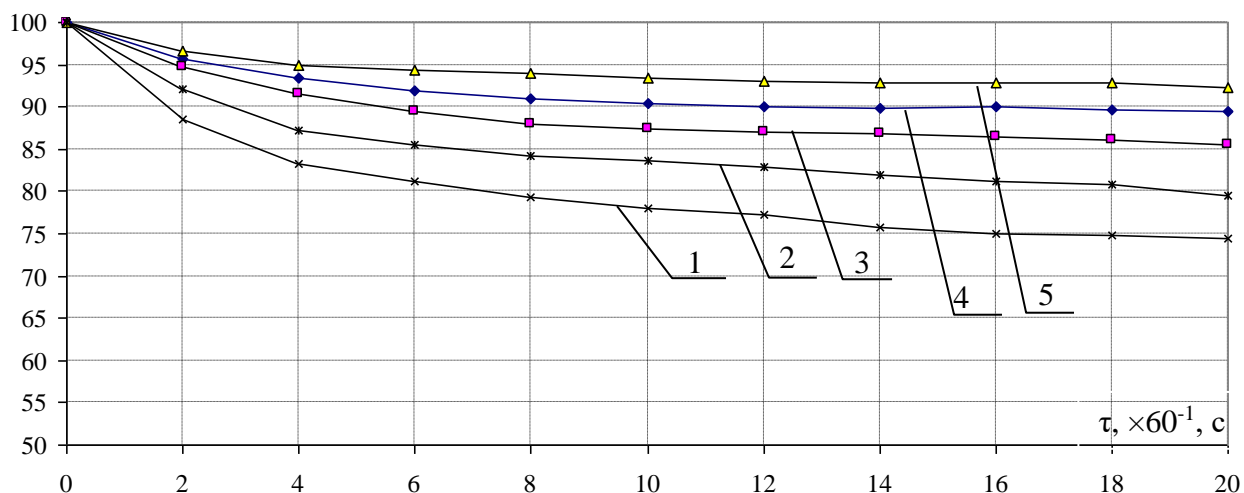


Рисунок 2.24 – Динаміка маси зразків (m,%) ТПЕ ($C_{олії} = 30\%$) за термічної обробки ($t=85^{\circ}\text{C}$) при концентрації натрію альгінату 1, 2, 3, 4, 5 – 1; 1,5; 1,8; 2,2 та 2,5 % відповідно

Слід зауважити, що значення термостійкості в технології пружних емульсій у складі ВМП (рис. 2.24) змінюється залежно від концентрації суміші гідроколоїдів та сприяє зменшенню втрат маси зразків виробів м'ясних посічених від $(30\pm 5)\%$ за класичною рецептурою до $(5\pm 3)\%$ за розробленою технологією.

Дослідження проводили на вологомірі Kett, який дозволяє отримувати динамічні характеристики втрат маси при фіксованій контрольованій температурі, що визначалися (рис. 2.25–2.27), за зміною маси за неізотермічних умов $t=160\dots 180^{\circ}\text{C}$.

Оскільки нами було визначено стійкість ТПЕ до впливу температур та фізичного впливу в ході технологічного процесу, наступним етапом доцільно розробити безпосередньо технологію ТПЕ у складі виробів посічених м'ясних.

Аналіз графічних даних свідчить про те, що введення до складу емульсій полісахаридів природного походження в концентраціях натрію альгінату 2,0%, йота-карагінану 1,0% та капа-карагінану 0,5% дозволяє не тільки підвищити емульгуючі властивості системи, але і сприяє зменшенню втрат маси термостабільною пружною емульсією.

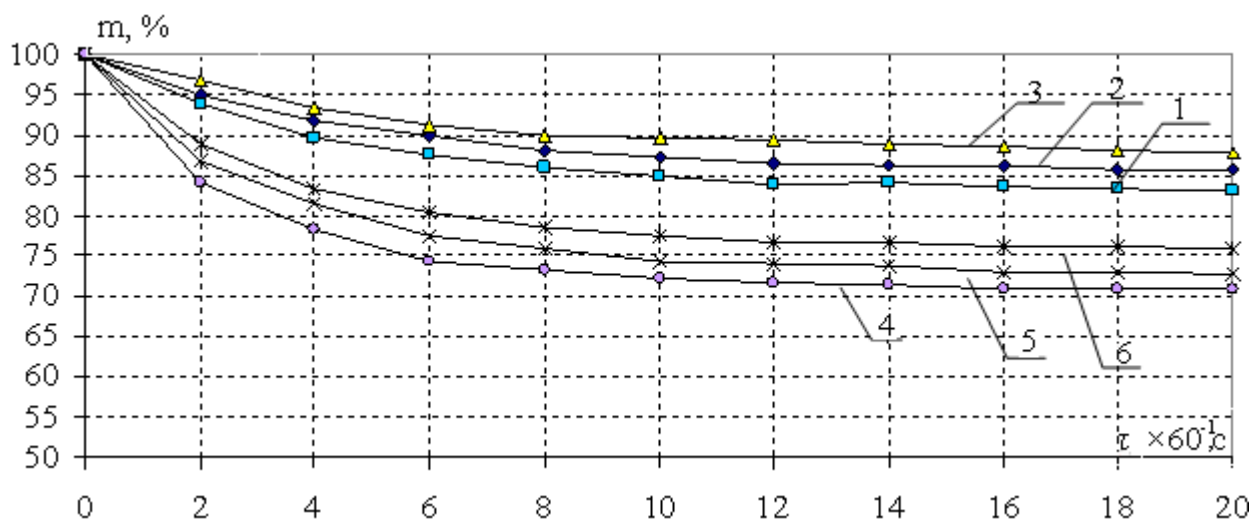


Рисунок 2.25 – Динаміка маси зразків (m,%) ТПЕ за термічної обробки ($85\pm 2^\circ\text{C}$) за концентрації капа-карагіану 1, 2, 3 – 0,5 ; 1,0; 1,5 % та йотта-карагіану 4, 5, 6 – 1; 1,5; 2,0 % відповідно

Тип карагіану, який використовується в технології ТПЕ, може суттєво змінювати втрати напівфабрикату під час теплової обробки. Із аналізу даних (рис. 2.25) зрозуміло, що використання в технології капа-карагіану зменшує теплові втрати в 1,5...2,0 рази в порівнянні з йота-карагіаном. Так, втрати маси напівфабрикату в інтервалі досліджуваних концентрацій полісахаридів 0,5...1,0% через (12·60) с обробки за температури ($85\pm 2^\circ\text{C}$) характеризувалися величинами 18...22% для йота-карагіану та 11...16% для капа-карагіану. Це спонукає до використання в технологічному потоці саме капа-карагіану або природної суміші з підвищеним його вмістом.

Як відомо із праць [157; 158], сіль певною мірою пасивує структуроутворення кальцію альгілату і за її концентрації близько 80% структуроутворення майже не відбувається. Це пояснюється тим, що додавання натрію хлориду стабілізує аніони альгілату у формі натрію альгілату – речовини, яка, на відміну від кальцію альгілату, здатна зв'язувати вологу у великих кількостях [6]. За цих теоретичних передумов вважаємо доцільним введення певної кількості солі, яка здатна перевести частину кальцію альгілату в стан, придатний до стабілізації та розчинення, і тим самим збільшення значення ВУЗ, соковитості та зменшення теплових втрат.

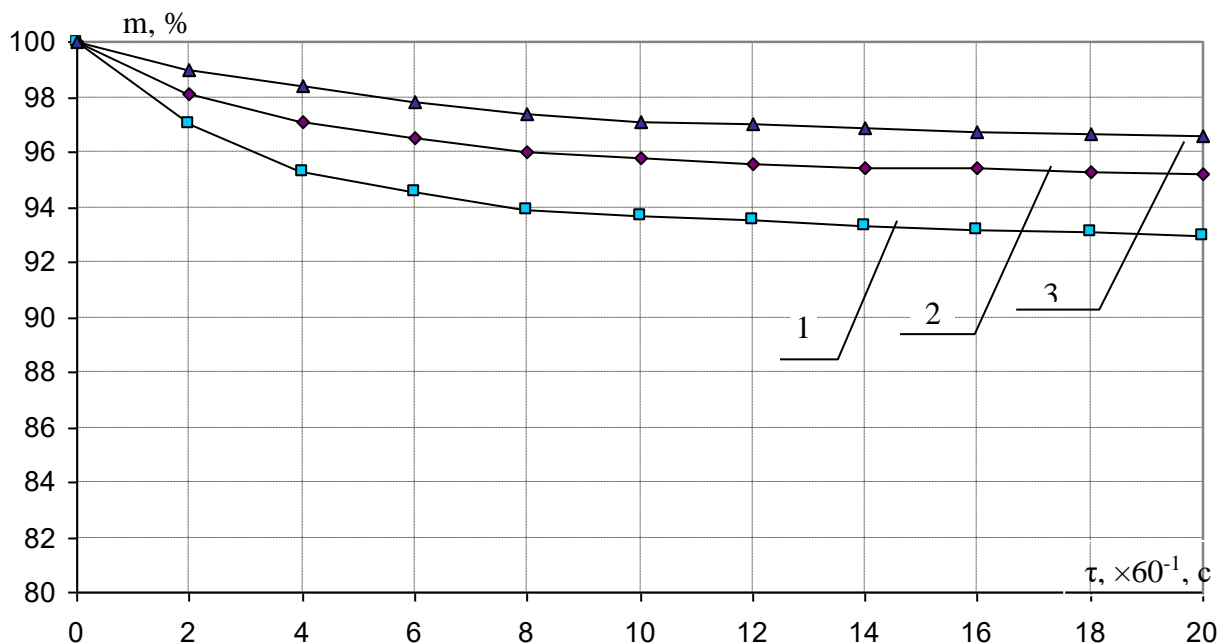


Рисунок 2.26 – Динаміка маси зразків (m,%) ТПЕ за термічної обробки ($85\pm 2^\circ\text{C}$) за концентрації кальцію альгінату 2,0%, йота-карагінану 0,5% та капа-карагінану 1,0% при концентрації солі кухонної 1, 2, 3, – 0,5% 1% та 1,5%; відповідно

На рис. 2.26 наведена динаміка втрат маси за умови зміни вмісту солі в інтервалі 0,5...1,5%. Результати співставлення цих даних із даними на рис. 2.25, свідчать, що через (12·60) с термічної обробки втрати маси зменшуються приблизно у 2 рази за умови використання 1,0...1,5% концентрацій солі. Із аналізу даних рис. 2.28 видно, що під час теплової обробки втрати маси виробів зменшуються пропорційно зростанню концентрації солі.

Наведенні вище дані дослідження свідчать, що зростання масової частки олії, концентрації натрію альгінату та карагінанів а також додавання солі дозволяють оптимізувати втрати маси зразками під час теплової обробки та покращити органолептичні властивості виробів м'ясних посічених із використанням ТПЕ.

Таблиця 2.11 – Раціональні параметри отримання ТПЕ

Найменування параметра	Одиниці	Межові
------------------------	---------	--------

	вимірювання	значення
Концентрація AlgNa	%	2,0
Концентрація капа-карагінану	%	0,5
Концентрація йота-карагінан	%	1,0
Концентрація олії рослинної аерованої дезодорованої	%	30...60
Концентрація CaSO ₄	%	0,6
В'язкість розчину AlgNa із композиціями карагінанів	Па·с	3,8...5,2
Тривалість формування	× 60 с	3...5
Температура структуроутворення	°С	15±5
Тривалість структуроутворення	× 60 ² с	1...2

Як висновок надалі в таблиці 2.11 наведено рецептурний склад термостабільної пружної емульсії, що, як вже зазначалося вище, може додаватися до технології ВПМ шматочками (20%) та як гомогенна (30%) система м'ясного фаршу.

2.5. Розробка технологічної схеми та обґрунтування способу введення ТПЕ до ВМП

Головною передумовою виробництва виробів м'ясних посічених із термостабільною пружною емульсією в закладах ресторанного господарства є необхідність адаптування нових технологій до організаційно-технологічних принципів виробництва традиційної продукції. Тому інноваційний задум реалізується нами з урахуванням організації технологічного процесу з існуючими організаційно-технологічними принципами діяльності ЗРГ. Здійснення такого підходу виходить із сформульованої нами і реалізованої в ході досліджень інноваційної стратегії виробництва структурованих пружних емульсій у стані напівфабрикатів високого ступеня готовності.

На нашу думку, ці напівфабрикати можуть вироблятися як на спеціалізованих лініях, у цехах ЗРГ або на підприємствах харчопереробного комплексу і доставлятися на підприємства харчування відповідно до умов їх перевезення, зазначених у нормативній документації (додаток Е), так і

безпосередньо в ЗРГ за умови фахової підготовки персоналу до роботи із заданими технологічними системами. За цих умов технологічний цикл виробництва зводиться не тільки до обґрунтування параметрів введення ТПЕ до складу системи та інженерно-технологічної розробки нових видів продукції, а і до фахової підготовки персоналу ЗРГ до роботи з цими технологічними системами, із використанням ТПЕ в технологіях виробів посічених м'ясних.

Наукове обґрунтування технологічних процесів дозволить суттєво підвищити конкурентоспроможність нової продукції. Перспектива використання натрію альгінату в харчових продуктах з емульгуючою структурою пов'язана з його функціональними властивостями, а саме з реалізацією технологічних систем, де вони послідовно можуть виконувати роль емульгатора і структуроутворювача.

Необхідною умовою створення структурованої продукції на основі м'ясної сировини є надання готовим виробам пружної структури з заданими структурно-механічними властивостями. Можливе введення до м'ясних посічених виробів напівфабрикату структурованої емульсії на основі рослинних олій, що дозволить водночас забезпечити високі органолептичні показники кінцевої продукції та суттєво скорегувати харчову цінність виробів за рахунок використання в їх складі рослинних олій, що позитивно вплине на жирнокислотний склад продуктів і підвищить їх функціональну цінність. Результат аналізу літературних джерел дозволяють стверджувати, що технологія виробництва структурованих продуктів базується на реалізації функціонально-технологічних властивостей сировини та харчових інгредієнтів білкової або вуглеводної природи, які в технологічному потоці внаслідок впливу певних факторів здатні до утворення структури [74; 32].

Запропонована технологія на основі натрію альгінату та композиції караганів збагачує термостабільну пружну емульсію на основі рослинних олій у складі виробів м'ясних посічених харчовими волокнами, функціональні властивості яких пов'язані з виведенням з організму радіонуклідів,

поліпшенням роботи шлунково-кишкового тракту. Їжа, збагачена волокнами, позитивно впливає на процеси травлення і, відповідно, зменшує ризик виникнення низки захворювань. Унаслідок додавання рослинних наповнювачів підвищується вміст мінеральних речовин, які також беруть участь у важливих процесах організму людини, збільшують його опірність до хвороб [231]. Складові технології відомі як антирадіанти, що особливо важливо для харчування людей, які мешкають на радіаційнозабруднених територіях. Завдяки цьому зменшується енергетична цінність ТПЕ на основі рослинних олій у складі виробів посічених м'ясних, тому їх можна використовувати для виробництва дієтичних продуктів харчування зі зниженим вмістом холестерину, що дуже важливо для харчування хворих на атеросклероз, ішемічну хворобу серця та людей із надлишковою масою.

Нами висунуто робочу гіпотезу – що надання виробам посіченим м'ясним стану емульсій та використання олій які жирової фази рослинних дозволить значно підвищити харчову цінність, корисність і засвоюваність нової продукції. А здатність натрію альгінату розчинятися та рівномірно розподілятися у водній фазі подрібненого м'яса та за наявності бівалентних металів здійснювати золь-гель перехід дозволяє об'єднати в єдиному технологічному потоці отримання виробів м'ясних посічених із ТПЕ.

Можливість зміни колоїдного стану емульсій на основі натрію альгінату та додавання в систему іонів кальцію дозволяють спрогнозувати технологію нових фаршевих виробів за двома напрямками. Згідно з першим напрямком є можливість наповнення посічених м'ясних мас та котлетного фаршу попередньо структурованою емульсією, де ТПЕ додається до системи як подрібнені шматочки, що за органолептичними показниками імітують сало-сирець.

Основні етапи отримання виробів м'ясних посічених із використанням попередньо структурованої ТПЕ наведено на рис. 2.29, а модель технології виробів м'ясних посічених із ТПЕ за умови введення кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище – на рис. 2.27.

Як уже зазначалося вище, на рис. 2.27 наведено модель технології посічених виробів з використанням попередньо структурованої емульсії (введення солі кальцію через рецептурний вміст олії). Зазначена технологія передбачає отримання більш гомогенних систем, де м'ясний фарш і емульсія являють собою однорідну систему, у якій полісахарид структурується одночасно з утворенням технологічної, попередньо утвореної, структурованої пружної емульсії. На рис. 2.31 показано вигляд сирого яловичого фаршу з вмістом термостабільної структурованої емульсії 20% (а) та 30% (б).

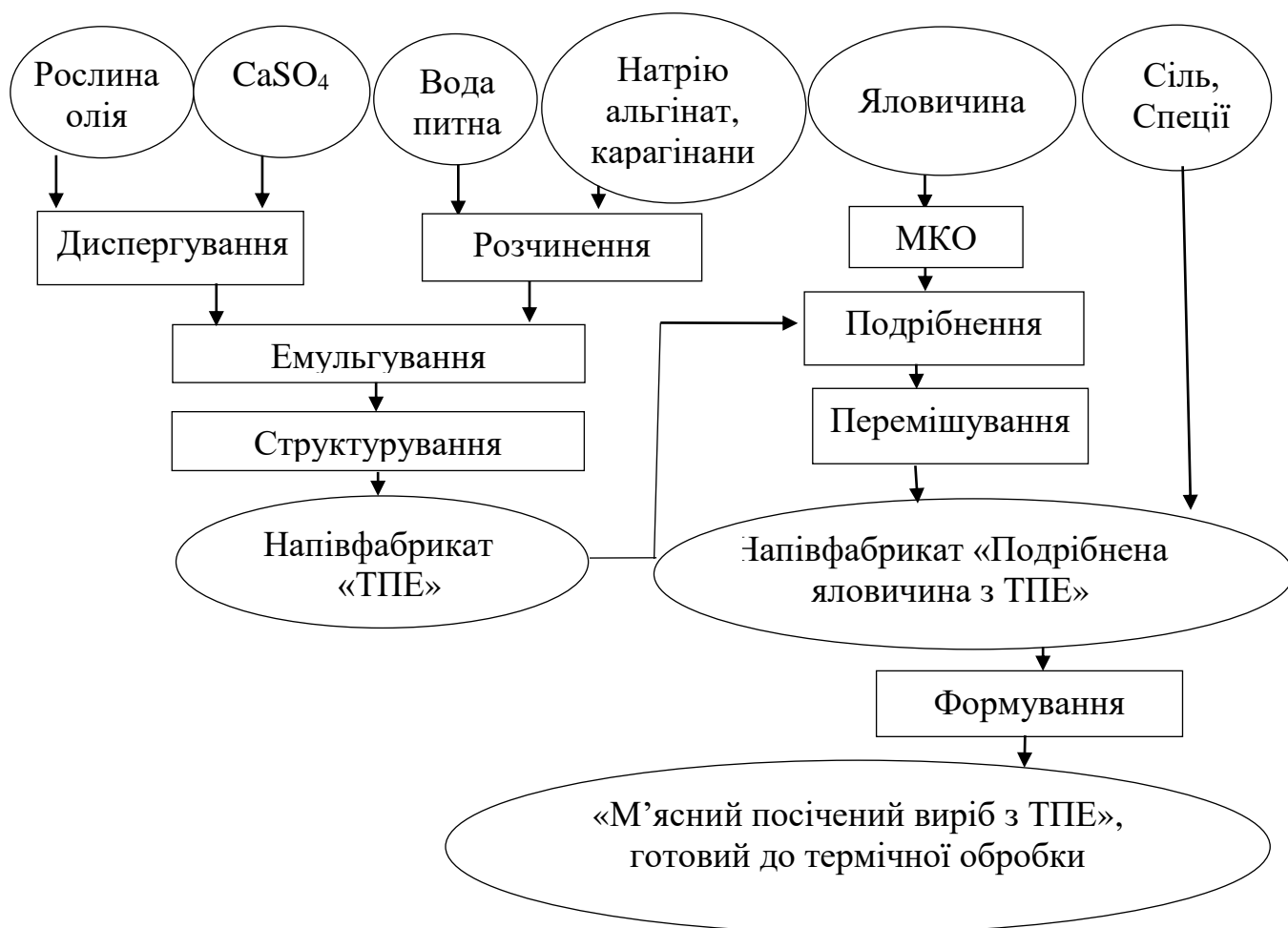


Рисунок 2.27 – Модель технологічної схеми виробництва виробів м'ясних посічених з використанням попередньо структурованої ТПЕ

За таких умов перехід іонів Ca^{2+} із жирової фази у водне дисперсійне середовище фаршу ускладнений, іонний перехід характеризується низькою

швидкістю структуроутворення. Це дозволяє спланувати та розглянути технологічний процес у часі, що доцільно за цих умов виробництва. За другою схемою на рис. 2.30 наведено модель технології процесу отримання виробів м'ясних посічених на основі емульсій з використанням безпосередньо структурованого натрію альгінату в середині фаршевого виробу.

Отже зазначимо, що існують дві моделі технологічного процесу, за яких ТПЕ входить до складу технології як напівфабрикат (перша модель) та як структуруючий елемент загальної технології (друга модель), що збільшує соковитість готового виробу.



а

б

Рисунок 2.28 – Фарш за вмістом ТПЕ 20% (а) та 30% (б).

Логічним є ствердження, що вміст ТПЕ у складі ВМП повинен складати 20% як готовий напівфабрикат та 30% у складі технології, де структуроутворення відбувається всередині фаршу.

Для порівняльної характеристики двох зазначених технологій доцільно визначити швидкість структуроутворення технологічної системи в технології виробництва посічених виробів з емульсійною структурою з уведенням кальцієвмісної солі через жирову фазу (1) та в технології виробництва посічених виробів з емульсійною структурою з уведенням кальцієвмісної

солі через дисперсійне середовище (2), у ролі якого може виступати волога посіченого м'яса.

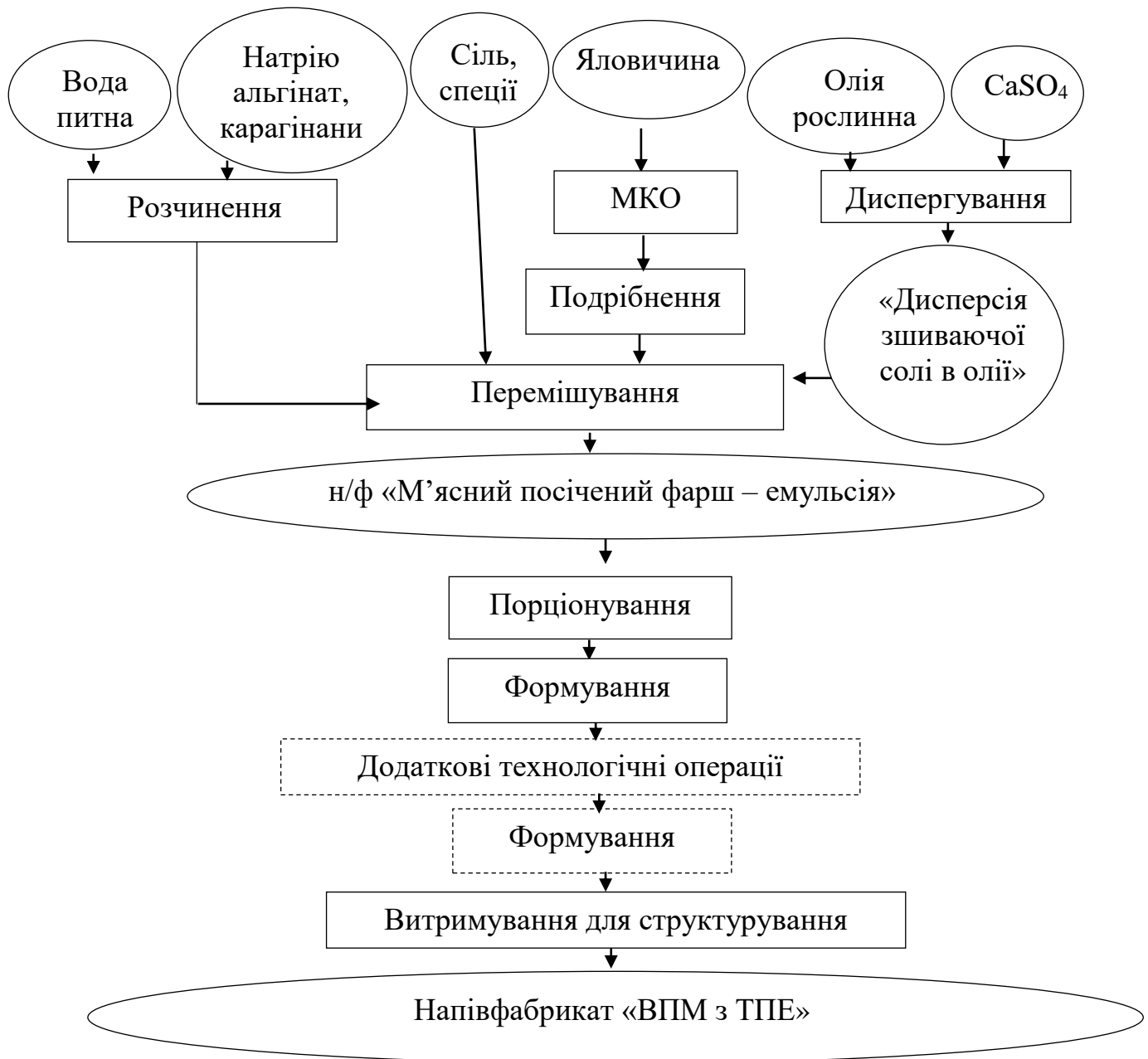


Рисунок 2.29 – Модель технологічної схеми виробництва виробів м'ясних посічених з ТПЕ за введення кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище



а б в

Рис. 2.30 – Фарш із вмістом ГПЕ 0% (а), 20% (б) та 30 % (в)

За технології з уведенням солі через жирову фазу (2) швидкість структуроутворення ($\frac{\Delta G}{\Delta \tau}$) значно менша, ніж за технології виробництва посічених виробів з емульсійною структурою (з уведенням кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище (2) (рис. 2.31).

Слід підкреслити, що кожен підхід до структуроутворення передбачає реалізацію нової розробленої технологічної схеми з отриманням кінцевої продукції без наявності проміжних стадій, оскільки структуроутворення технологічної системи відбувається за об'ємом посіченого виробу. Тому операції, які руйнують сітку гелю всередині виробу, призведуть також до незворотних змін і зниження впливу структуроутворення на властивості фаршевих виробів.

Згідно з даними рис. 2.31 у разі введення солі безпосередньо до дисперсійного середовища час структуроутворення $\tau_{д.с.}$ складає $(80 \pm 5) \cdot 60$ с, а у разі використання способу введення солі через жирову фазу в стані емульсії час структуроутворення зростає $\tau_e = (140 \pm 5) \cdot 60$ с.

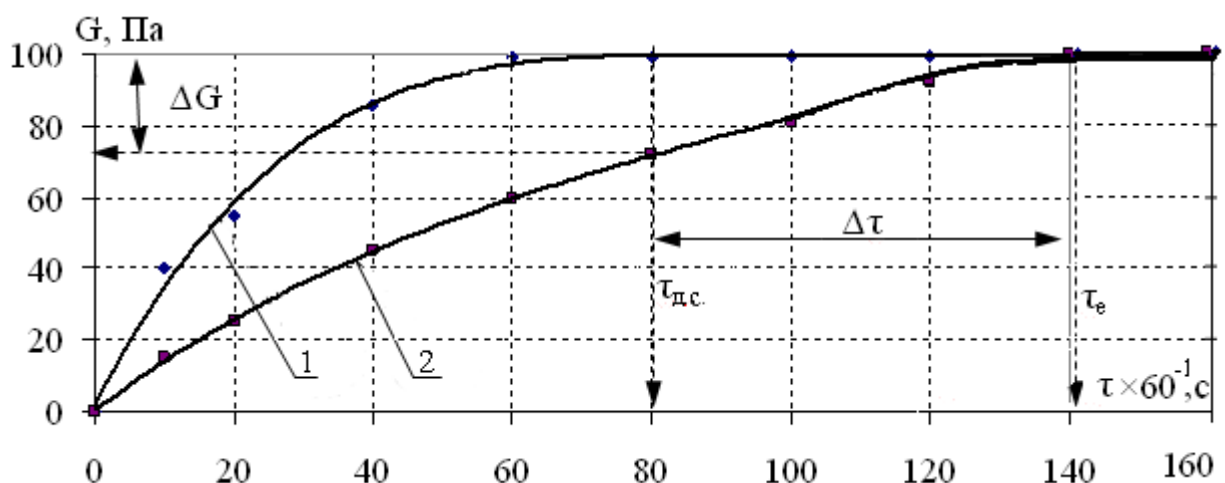


Рисунок 2.31 – Динаміка структуроутворення (за величиною модуля миттєвої пружності) фаршевих систем за введення CaSO_4 : 1 – через дисперсійне середовище ($\tau_{д.с.}$); 2 – через жирову фазу (τ_e)

Очевидно, що введення CaSO_4 через емульсію пасивує процес гелеутворення, що робить технологічний процес отримання виробів більше еластичним у часі. Згідно з даними рис. 2.31 структуроутворення системи відбувається за $\tau_e = (140 \pm 5) \cdot 60$ с, що є достатнім для виконання всіх технологічних процесів, формування виробу та структурування технологічної системи як результату реалізації хімічного потенціалу.

Особливістю цієї технологічної системи є необхідність формування та завершення нового циклу виготовлення посіченого напівфабрикату за час $\tau < \tau_{д.с.}$. З одного боку, це є певним обмеженням технологічного процесу, але з іншого – динаміка структуроутворення дозволяє завершити повний цикл технологічних робіт.

Новими властивостями характеризується система, яка за своїми складовими повністю відповідає попередній, а за властивостями елементів підсистем та ієрархічними зв'язками побудована на основі принципу виникнення суміші натурального фаршу і подрібненої, попередньо структурованої емульсії «водяний розчин полісахариду – олія – кальцієвмісна сіль». Умовою функціонування такої системи і забезпечення якості посічених виробів є побудова технологічної системи «посічений м'ясний фарш – структурований напівфабрикат». Отже, суть технологічної складової полягає в застосуванні в технології напівфабрикатів термостабільної пружної емульсії у структурованих харчових системах, у яких, як реакційні компоненти використовують гідрофільний полісахарид – натрію альгінат та малорозчинну сіль – сульфат кальцію (CaSO_4).

Однією з важливих характеристик систем, що досліджувалися, є стійкість виробів м'ясних посічених за температурної обробки технологічного процесу. За узагальненої технології термічна обробка м'ясних порційних посічених виробів проводиться безпосередньо перед відпусканням. Напівфабрикати викладають на жарильну поверхню чи сковороду, попередньо розігрітими до $150 \dots 160^\circ\text{C}$, і обжарюють протягом $3 \dots 5$ хв з обох сторін до утворення піджареної скоринки, а далі доводять до

стану кулінарної готовності у жарильній шафі за температур 250...280°C 5...7 хв. Готові посічені вироби мають бути повністю прожареними: температура в товщі виробу повинна бути не менше 85°C [237].

На рис. 2.32 наведено втрати маси зразків фаршевих виробів із термостабільною пружною емульсією. Дослідження проводилися за технологічних режимів і в основу покладено порівняння втрати мас за двох напрямків технологічного процесу. В основу цих дослідів покладено припущення, що в умовах постійної швидкості нагрівання, значення ступеня зміни маси чи поглинання тепла системою в зоні фіксованого початку і максимального розвитку процесу є пропорційними константі швидкості перетворення для кожного значення температури.

Таким чином, технологія виробництва виробів м'ясних посічених із використанням попередньо структурованої термостабільної пружної емульсії (рис. 2.32, криві 2, 3) сильно не відрізняється від контролю – м'ясного фаршу (рис. 2.32. крива 1). Водночас технологія виробництва виробів м'ясних посічених із ТПЕ та введенням солі через дисперсійне середовище відрізняється збільшенням маси після термічної обробки на 15...25% (рис. 2.33, криві 4, 5, 6 – ТПЕ 30%, 20%, 100% відповідно).

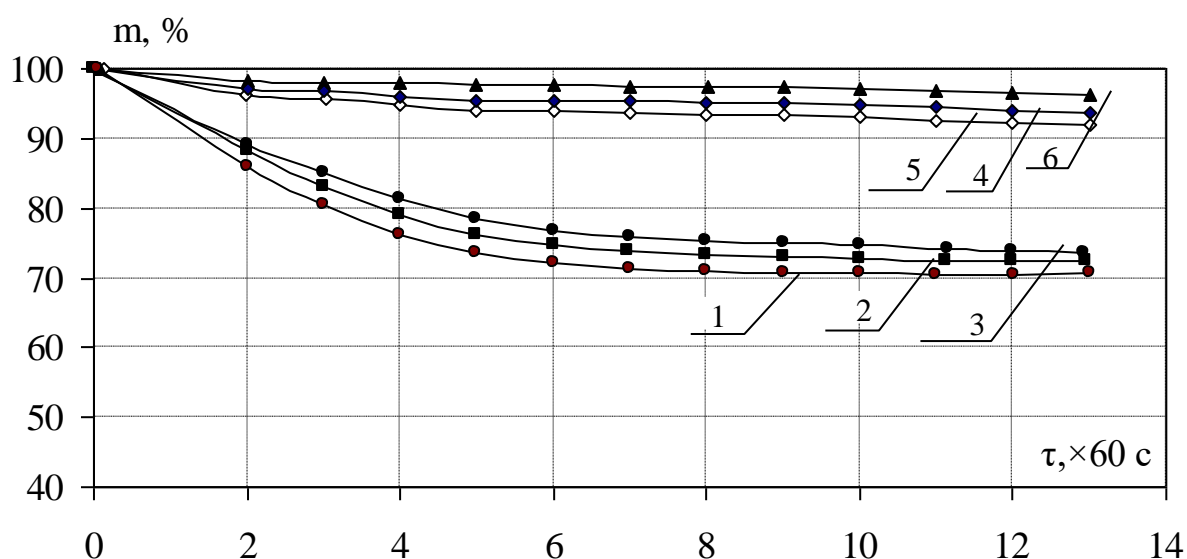


Рисунок 2.32 – Втрати маси зразків (напівфабрикатів м'ясних посічених) залежно від тривалості термічної обробки: 1 – фарш (контроль); 2, 3 – ТПЕ введено

як компонент у кількості, %: 20, 30; 4,5 – одноріна фаршева система з ТПЕ, де фаршу , %: 80, 70; 6 – ТПЕ (контроль)

Експериментальні дослідження втрат вологи, що проводили на основі аналізу кривих зміни маси зразків, дали нам змогу визначити, що виробництво напівфабрикатів м'ясних посічених із попередньо структурованою ТПЕ може використовуватися як спосіб зниження калорійності виробів посічених м'ясних, адже багатий на холестерин рецептурний компонент (сало-сирець) замінюємо на термостабільну пружну емульсію з рослинними оліями, що за своїми технологічними властивостями набагато кращі. Проте втрати визначаються здебільшого саме втратами маси м'ясного фаршу.

Таким чином, технологія виробництва напівфабрикатів м'ясних посічених та виробів з емульсійною структурою за введення солі через дисперсійне середовище, тобто структурування емульсії та зв'язування вільної вологи в системі, що відбувається безпосередньо у м'ясному фарші, характеризується високими показниками збереження маси. Так, за визначених компонентів рецептури, що розроблялася, (рис. 2.32, криві 4, 5) втрати маси зразків склали 5...8%, а готові вироби відрізняються високими органолептичними показниками та соковитістю. Отже, доцільним є подальше використання в технології виробів м'ясних посічених 20% термостабільної пружної емульсії як напівфабрикату (шматочками) та 30% ТПЕ всередині фаршу.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ

У цьому розділі наведено результати дослідження впливу термостабільної пружної емульсії (ТПЕ) та складових системи на технологічний процес виготовлення м'ясної посіченої продукції; визначено раціональний вміст рецептурної суміші виробів м'ясних посічених, у складі яких міститься ТПЕ; розроблено технологічні схеми виробів м'ясних посічених із розробленим продуктом термостабільної пружної емульсії.

Наукове обґрунтування параметрів отримання ТПЕ та рецептурного складу дозволяє суттєво поліпшити органолептичні властивості та фізико-хімічні показники виробів м'ясних посічених у разі їх використання, проте для максимальної реалізації властивостей натрію альгінату як емульгатора отримання емульсії необхідно здійснювати за його концентрації в системі 1,5...2,0%; при цьому 2,0% розчину відповідає максимальна жиромісткість, що складає близько 60 мас. %, більша емульгуюча здатність натрію альгінату пояснюється збільшенням питомої поверхні для емульгування за рахунок набухання натрію альгінату, який і виступає як емульгатор (стабілізатор).

Слід зазначити, що досліджені полісахариди не мають вираженої функції емульгування. Проте нами виявлено, що вони здатні стабілізувати емульсії на основі натрію альгінату, зокрема структуровані пружні емульсії, які виникають у разі введення в технологічну систему іонів кальцію (Ca^{2+}).

Передумовою отримання технологій термостабільних пружних емульсій, покращення органолептичних показників посічених виробів є технологічні властивості термостабільної пружної емульсії, а саме:

– ТПЕ «розводить» м'ясний фарш як у разі введення її в подрібненому стані після структуроутворення, так і вразі структуроутворення в середовищі фаршу, а її рівномірний розподіл у фарші ізолює дисперсні частинки фаршу одна від одної, тим самим уповільнюючи утворення суцільного гелю під час

теплової коагуляції білків, що зумовлює збільшення соковитості термооброблених виробів та зменшення теплових втрат маси;

– установлено, що структурований напівфабрикат не змінює своїх фізичних розмірів під час теплової обробки, що є передумовою блокування процесу стиснення виробу;

– високий вміст олії у складі структурованого напівфабрикату в стані емульсії суттєво підвищує соковитість посіченого виробу і покращує органолептичне сприйняття.

Такі припущення впливають із результатів визначення вологоутримуючої здатності фаршевих систем із ТПЕ, установлення закономірностей впливу рецептурних компонентів на структурно-механічні властивості м'ясної посіченої сировини з ТПЕ, а також дослідження впливу термічної обробки на структурно-механічні властивості систем, що висвітлено у наступних підрозділах.

3.1. Визначення впливу ТПЕ у складі фаршів на стан вологи технологічної системи

Утворення технологічних композицій на основі м'ясних фаршів із використанням системи «AlgNa–олія–CaSO₄» буде супроводжуватися доволі різновекторними процесами:

– з одного боку, емульгування як один із пріоритетів диспергування буде приводити до утворення гетерогенної системи, у якій завдяки колоїдному загальному стану зростатиме площа міжфазового поділу, унаслідок цього питоме значення площі поділу на одиницю об'єму фаршу буде зростати зі збільшенням масового вмісту олії. Технологічним рішенням цього процесу буде збільшення кількості зв'язаної вологи в технологічній композиції, що визначатиме покращені органолептичні властивості кулінарного виробу;

– з іншого боку, структуроутворення натрію альгілату, яке надає інноваційних переваг новій кулінарній продукції, супроводжуватиметься вивільненням вологи, як результат – втрати спорідненості натрію альгілату з розчинником. Процес вивільнення вологи спостерігатиметься як у випадку прямого введення натрію альгілату до фаршевої системи, так і у разі отримання напівфабрикату ТПЕ, оскільки за об'єктивними результатами структуроутворення він є прогнозованим.

Для визначення рухливості води (рис. 3.1) за контроль нами було обрано $(2,0 \pm 0,1)$ % розчин натрію альгілату – концентрація, яка входить до діапазону обґрунтованих концентрацій для емульсіїутворення.

На рис. 3.1 (ділянка А–В кривої) видно, що за температури охолодження $(8,0 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ температура напівфабрикату під час зберігання реєструється 100 % рухомої води, характерної для зразка. Під час охолодження рухливість води зберігається як відносно стала величина до температури близько $-(4,0 \pm 0,2)^\circ\text{C}$ в режимі охолодження. В інтервалі $-4,0 \dots -7,0^\circ\text{C}$ на ділянці кривої В–С спостерігається виражене виморожування вологи, за температури $-(7,0 \pm 0,2)^\circ\text{C}$ (точка D) у зразках міститься лише $(6,0 \pm 1)\%$ рухомої води, кількість якої наближається до 0% в інтервалі температур $-7,0 \dots -15,0^\circ\text{C}$ (ділянка С–Е).

Точки зламів траєкторії кривої свідчать, що в системі майже відсутня вільна волога, що характерно для складних розчинів, а вузький інтервал $(-4,0 \dots -7,0^\circ\text{C})$ ділянки В–С свідчить про достатню однорідність води за фазами зв'язку.

Утворення емульсії, де як дисперсійне середовище виступає розчин натрію альгілату, значно впливає на стан та форми зв'язку води, що пов'язано, імовірно, з утворенням міжфазових шарів «олія–вода».

На рис. 3.2 наведено криві залежності рухомості води від температури зразків емульсії, отриманих за технологічною схемою (рис. 2.17) в режимі заморожування, за вмісту жиру в емульсії 20–60 мас.%, та рецептурою (табл. 2.7).

Для більш чіткого уявлення про зміну стану води дослідження проводили за концентрації натрію альгінату $(2,0 \pm 0,1)\%$.

Співвідношення характеру кривих із даними рис. 3.2 свідчить про суттєві зміни характеру кривих в зоні більш низьких температур.

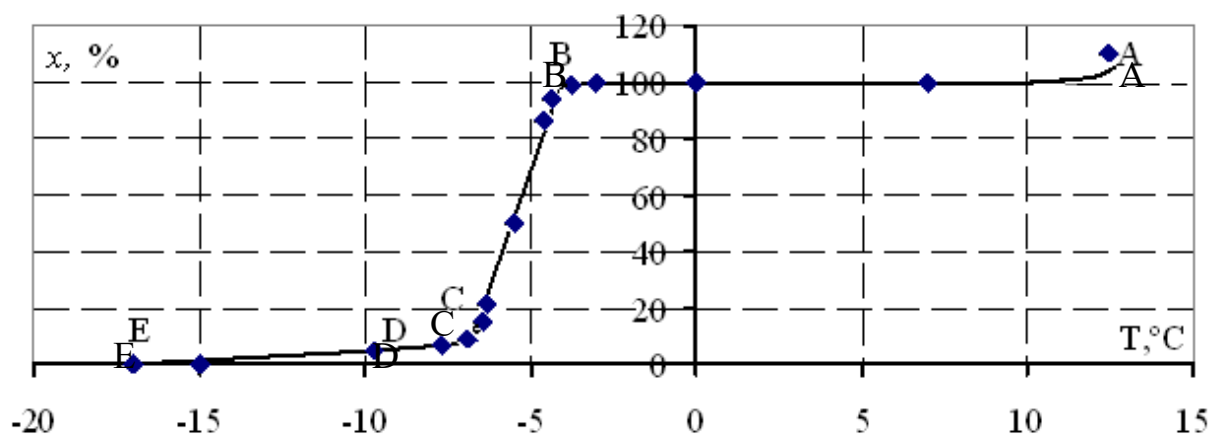


Рисунок 3.1 – Зміна вмісту (%) рухомої води (χ) від температури (T) під час заморожування розчину натрію альгінату за концентрацією натрію альгінату $2,0 \pm 0,1\%$

Фазовий перехід, як і у випадку з розчином натрію альгінату, спостерігається за температур близько $-(4 \pm 0,2)^\circ\text{C}$ (точка B), що свідчить, імовірно, про відсутність впливу емульгування на вміст сухих речовин у дисперсійному середовищі. Проте виявлено, що кількість олійної фази суттєво впливає на нижню точку кривої інтенсивного температурного інтервалу заморожування, яка складає $-(7,0 \pm 0,2)$; $-(9,0 \pm 0,2)$; $-(11,0 \pm 0,2)^\circ\text{C}$ відповідно для 20, 40 та 60 мас.% олії (ділянки B–C, B–D, B–F).

Такий температурний зсув, на наш погляд, пов'язаний із виникненням зростаючої від концентрації кількості міжфазових шарів емульсії та інтенсивним зв'язуванням води, імовірно, за рахунок вандерваальсових сил, що є причиною інтенсивного зниження рухомості води. Можна припустити, що збільшення кількості зв'язаної води є корисним для регулювання якості ВМП.

Структурування дещо змінює ці величини. На рис. 4.3 наведено результати дослідження зміни рухливості води для структурованих емульсій із вмістом олії 20% та 30%.

Із аналізу кривих видно, що у випадках, які досліджувалися, характерним є підвищення початкової температури заморожування до $(3,0 \pm 0,2)^\circ\text{C}$, що може відбуватися за умови накопичення в технологічній системі вільної вологи (точки B, B¹, криві 1, 2). Такі результати можуть бути лише за умови зміни якісних характеристик у дисперсійному середовищі внаслідок структуроутворення модельних систем.

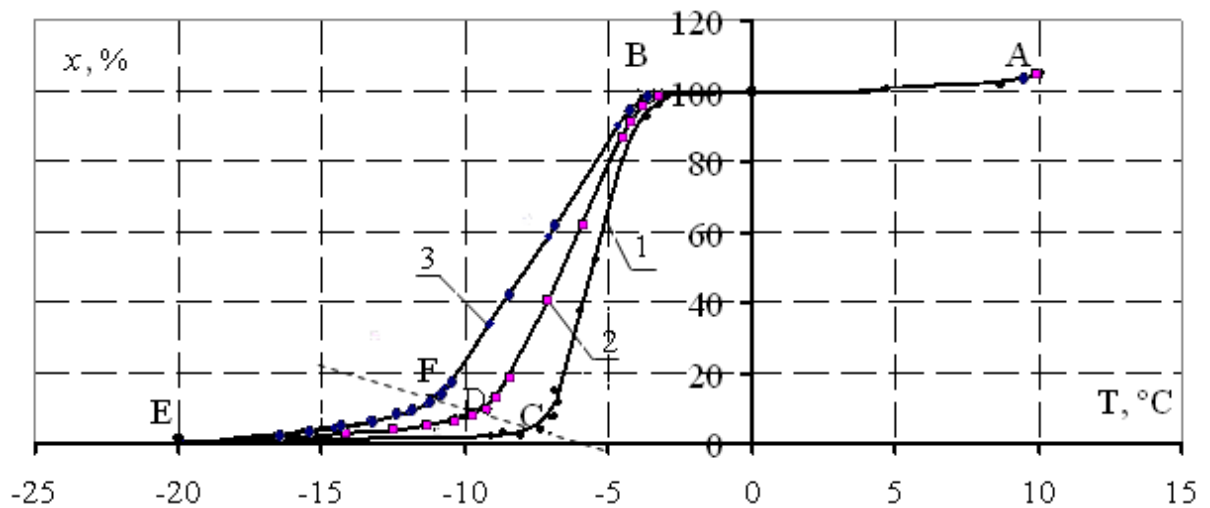


Рисунок 3.2 – Зміна вмісту (%) рухомої води (χ) в емульсіях «AlgNa (2,0%) – олія» залежно від температури (T) за масового вмісту олії: 1, 2, 3 – 20, 40, 60 мас.% відповідно

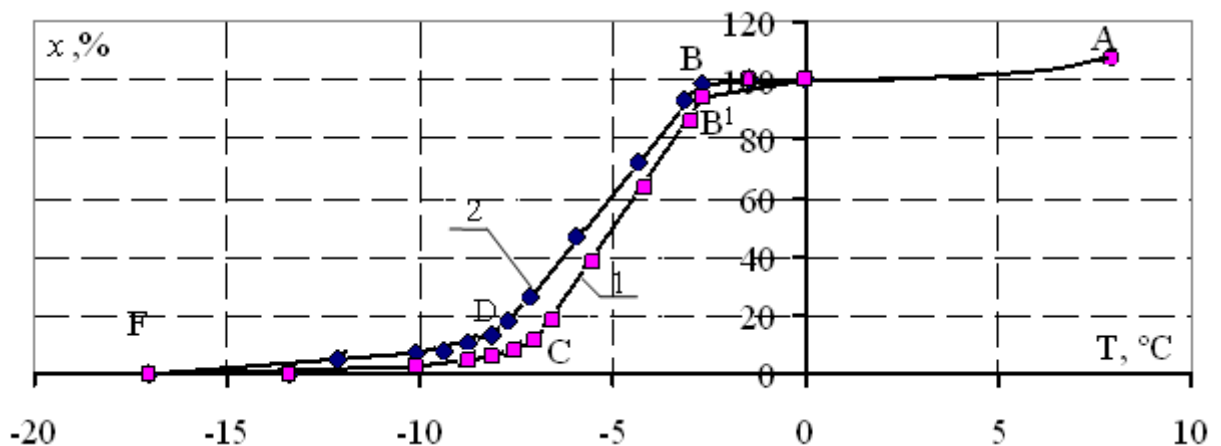


Рисунок 3.3 – Зміна вмісту (%) рухомої води (χ) залежно від температури (Т) структурованих емульсій «AlgNa (2%) – олія – CaSO₄ (0,18%)» за вмісту олійної фази: 1, 2 – 40, 60 мас. % відповідно

Не встановлений зсув значень нижніх точок кривих заморожування вправо (рис. 3.2, 3.3) для структурованих емульсій, проте зменшилось до величин заморожування порівняно з еквіконцентрованими розчинами натрію альгінату. Це свідчить про те, що структуроутворення як технологічна операція незначно впливає на структуру емульсії й не спричиняє деградації міжфазових шарів емульсії, що передбачає забезпечення високих органолептичних характеристик ВМП із використанням ТПЕ.

Наведені дослідження підтверджують, що використання як натрію альгінату у складі ВМП з його розчиненням у водній фазі фаршу, так і ТПЕ може суттєво впливати на стан вологи в посічених виробках, оскільки вони виконують роль речовин, здатних коригувати кількість вільної вологи, зменшуючи її вміст, а також стабілізуючи колоїдний стану технологічної системи.

На кількість вільної вологи принципово впливає додавання карагінанів, які за відносно низьких температурних значень порівняно з кальцієм альгінатом, імовірно, випресовуються згодом у рідкі мікрофаги і, перебуваючи в розчиненому стані, зменшують рухливість води, тим самим покращуючи соковитість виробів та ВУЗ взагалом.

Підтвердити ці властивості можна в результаті технологічних відпрацювань кулінарної продукції.

3.2. Закономірності формування структурно-механічних властивостей виробів м'ясних посічених

До основних функціонально-технологічних властивостей, що визначають якість готової продукції, належать в'язкість рецептурної суміші, яка піддається формуванню та комплекс структурно-механічних

характеристик (напруження зсуву, модуль пружності, еластичності тощо), яких набуває рецептурна суміш під час структурування.

Визначення цих закономірностей необхідне у зв'язку зі мінливістю властивостей м'ясної сировини, що може взагалом впливати на властивості рецептурної суміші. Нами визначено:

– залежність структурно-механічних показників систем, що містять фарш, від концентрації сухих речовин;

– залежність структурно-механічних показників, що містять фарш, від виду та концентрації рецептурних компонентів, а саме натрію альгінату, караганів, кухонної солі, фаршу й рослинної олії.

Для обґрунтування рецептурного складу, зокрема вмісту м'ясної сировини, нами проведено дослідження структурно-механічних властивостей модельних систем.

Досліджувані системи являють собою багатофазові дисперсні системи, властивості яких за інших однакових умов визначаються концентрацією сухих речовин.

Проведені дослідження показали, що структурно-механічні властивості, зокрема ефективна в'язкість фаршів, залежать від вмісту сухих речовин (СР). Відзначено (рис. 3.4), що у разі збільшення СР у системі від 5% до 19% (що відповідає системам фарш : вода як 1:1÷1:0) ефективна в'язкість збільшується в 400...500 разів і становить від $0,03 \times 10^3$ до $10,03 \times 10^3$ Па·с відповідно.

Так, системи з концентрацією СР до 8% характеризуються як неньютонівські рідини, характерним показником яких є ефективна в'язкість та її залежність від швидкості зсуву.

Збільшення сухих речовин у фарші, що нами досягалося зменшенням частки води в системі, супроводжується різким зростанням в'язкості. Так, системи з вмістом СР від 10% можна розглядати як твердо-рідкі, для яких разом з ефективною в'язкістю важливими є такі показники, як відносна деформація, модуль пружності, напруження зсуву та піддатливість.

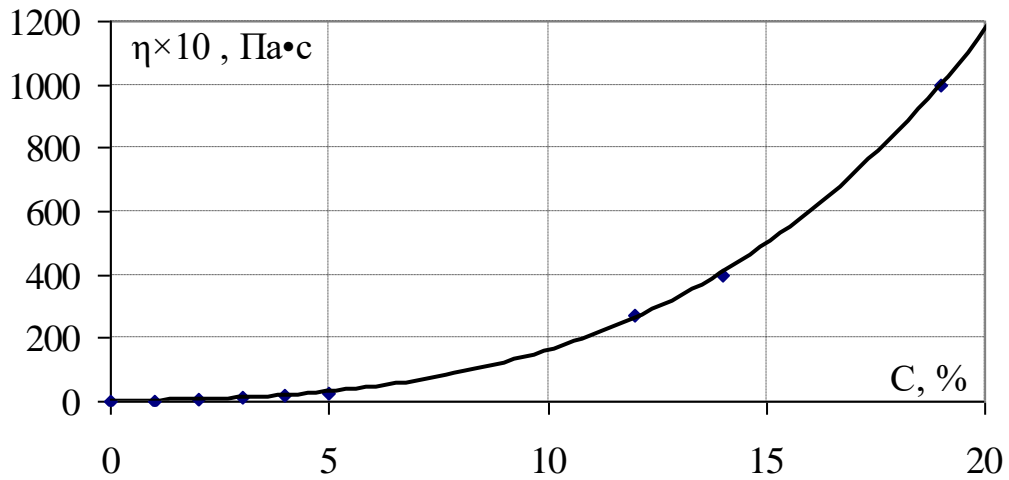


Рисунок 3.4 – Залежність ефективної в'язкості (η) модельних систем від концентрації сухих речовин (C) за швидкості зсуву $\dot{\gamma} = 50 \text{ c}^{-1}$

Згідно з одержаними експериментальними даними збільшення кількості сухих речовин у діапазоні від 15% приводить до збільшення частки незворотної та зменшення частки зворотної деформації (рис. 3.5) у її загальному обсязі. Модуль пружності при цьому зростає у 2,6 рази, а в'язкість у 3 рази.

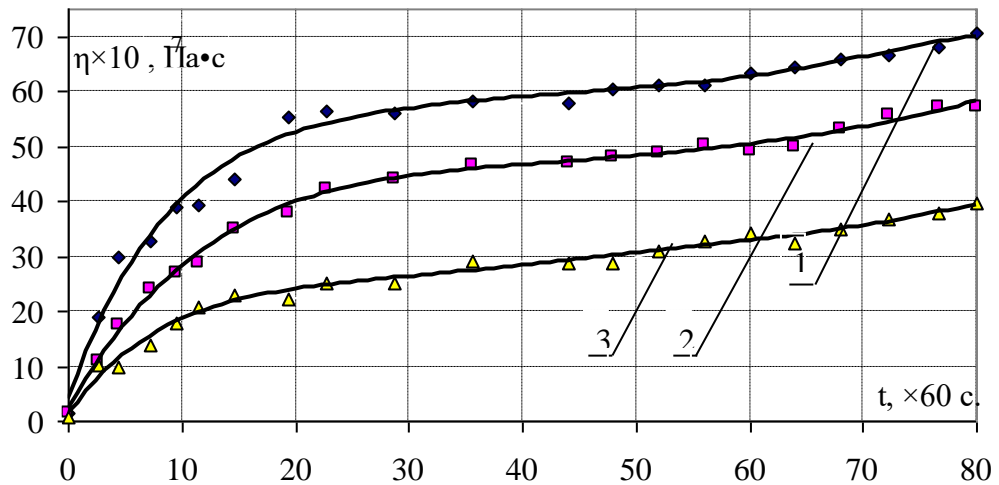


Рисунок 3.5 – Криві повзучості фаршів, де 1 – фарш з ТПЕ; 2 – фарш; 3 – фарш структурований з ТПЕ

Наведений аналіз стану фаршу залежно від кількості води може бути основою обґрунтування вмісту емульсії в системі «фарш – структурована»

емульсія», оскільки додавання емульсії зменшуватиме вміст сухих речовин у фарші, що може суттєво вплинути на формуючу здатність рецептурної суміші.

Раціональну кількість м'ясного фаршу також було обрано з урахуванням того, щоб вміст м'ясної сировини забезпечував харчову та біологічну цінність готової продукції, органолептичні показники, зокрема запах та смак, високі функціонально-технологічні показники, які формуються насамперед за рахунок білків м'яса.

З урахуванням того, що фарш будуть розводити або складними рідинами (розчинами натрію альгінату, технологічна схема на рис. 2.31), або структурованим напівфабрикатом ТПЕ (рис. 2.29), можна припустити виникнення нових технологічних закономірностей. До них можна віднести дослідження закономірностей кривих повзучості фаршів із термостабільними пружними емульсіями.

Таблиця 3.1 – Зведені дані про структурно-механічні показники модельних систем ТПЕ у складі ВМП

Показник	Зразок		
	контроль	20% ТПЕ	30% ТПЕ
Зворотна деформація, $\times 10^7$, Па	49,0 \pm 3	37,8 \pm 2	18,0 \pm 1
Незворотна деформація, $\times 10^7$, Па	21,1 \pm 3	20,2 \pm 2	22,0 \pm 1
Загальна деформація, $\times 10^7$, Па	70,1 \pm 6	58,0 \pm 4	40,0 \pm 2
Напруження зсуву, Па	35,8 \pm 0,01	32,7 \pm 0,01	45,8 \pm 0,01
Піддатливість, Па ⁻¹	1,17 $\times 10^{-2}$ $\pm 5 \times 10^{-4}$	1,17 $\times 10^{-2}$ $\pm 5 \times 10^{-4}$	3,24 $\times 10^{-3}$ $\pm 4 \times 10^{-4}$
Модуль пружності, $\times 10^3$ Па	79 \pm 4	85 \pm 4	98 \pm 5
В'язкість, $\times 10^3$ Па·с	13,5	12,3	7,4
Відношення зворотної деформації до загальної	0,69 \pm 0,03	0,65 \pm 0,03	0,45 \pm 0,03

Нами досліджувалися системи з чистого фаршу (крива 2), фарш із додаванням ТПЕ шматочками (крива 1) та фаршева структурована система з

ТПЕ (крива 3). Як видно з рис. 3.6, чистий фарш та фарш із додаванням ТПЕ (криві 1, 2) шматочками (20%) подібні, оскільки основу системи, що досліджувалася, складає фарш та його структурно-механічні властивості, тоді як структурований фарш (крива 3) із вмістом ТПЕ відрізняється більш пружними властивостями, що, очевидно, залежить від пружних властивостей ТПЕ. Так, в'язкість системи з фаршу становить $(70...57) \cdot 10^{-7}$ Па·с, а у фарші з термостабільною пружною емульсією цей показник зменшують до $(40 \pm 5) \cdot 10^{-7}$ Па·с. Таким чином, система стає більш пружною, проте соковитішою.

У ході проведення попередніх досліджень встановлено, що розчинення натрію альгінату супроводжується значним збільшенням в'язкості систем унаслідок набухання гідроколоїдів. Нами досліджено вплив гідроколоїдів на ефективну в'язкість модельних систем «фарш – розчин натрію альгінату».

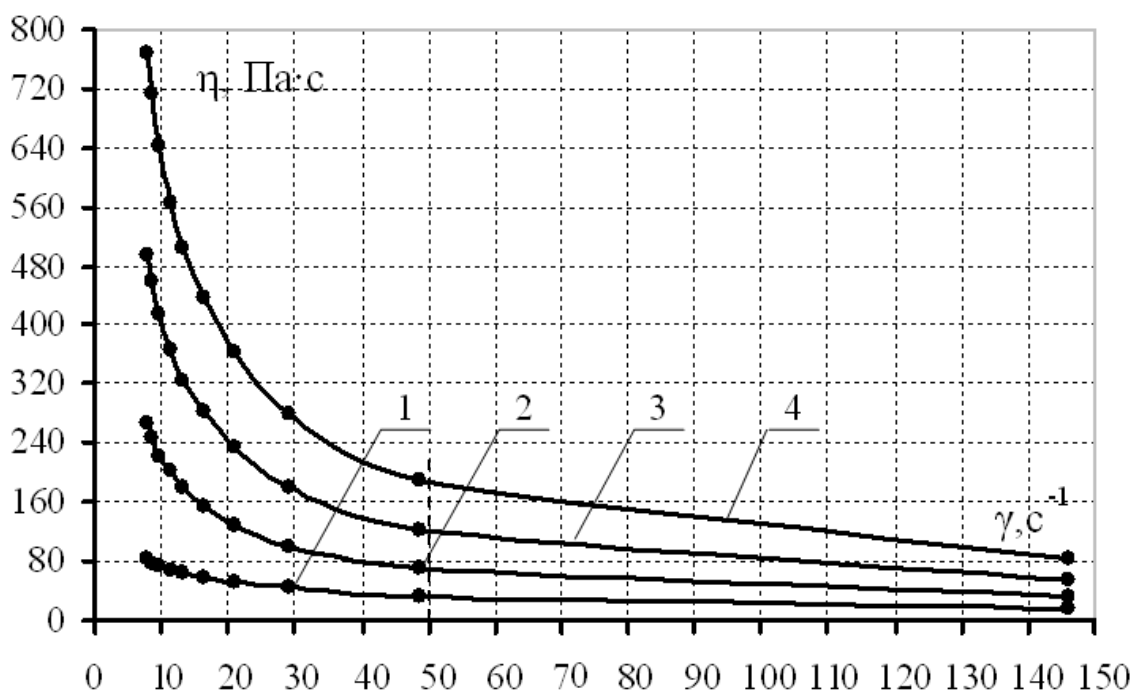


Рисунок 3.6 – Залежність ефективної в'язкості (η) модельних систем «фарш – натрію альгінат – вода» від швидкості зсуву (γ) за концентрації натрію альгінату: 1, 2, 3, 4 – 1; 1,5; 2,0; 2,5% відповідно

Залежність ефективної в'язкості модельних систем «фарш – розчин натрію альгінату» від швидкості зсуву показано на рис. 3.6. Установлено, що

системи, які досліджувалися, характеризуються як псевдопластичні, тобто зі збільшенням швидкості зсуву їх в'язкість зменшується. Виявлено, що системи, які містять фарш, у діапазоні швидкостей зсуву, що досліджувався, характеризуються незначною зміною в'язкості. Так, зі збільшенням швидкості зсуву від $0,77 \text{ c}^{-1}$ до $14,6 \text{ c}^{-1}$ в'язкість зменшується від $(82 \pm 4) \text{ Па} \cdot \text{с}$ до $(16 \pm 0,8) \text{ Па} \cdot \text{с}$, тобто відбувається зменшення в'язкості у 5 разів.

Установлено, що вже за незначної швидкості зсуву (3 c^{-1}) спостерігається виражена текучість системи. Такі системи сформовані собою золі, в яких відсутня структурна сітка. Уведення натрію альгінату сприяє утворенню структурної сітки, це доводять результати залежності в'язкості від швидкості зсуву. Установлено, що зі збільшенням концентрації натрію альгінату збільшується різниця між максимальною в'язкістю гранично незруйнованої структури та мінімальною в'язкістю гранично зруйнованої структури. Так, в інтервалі концентрацій натрію альгінату 1,5...2,0% різниця збільшилася від 8,6 до 12,4 разу, що, імовірно, свідчить про утворення просторової сітки, на руйнування якої необхідно витратити більше енергії.

Необхідно також зазначити, що зі збільшенням концентрації гідроколоїдів стрімко зростає в'язкість у зоні гранично незруйнованих структур модельних систем.

З урахуванням того, що до складу рецептурної суміші, яка моделює за складом структурований емульсійний м'ясний продукт, будуть входити додаткові рецептурні компоненти, дія яких спрямована на підвищення в'язкості та моделювання структурно-механічних властивостей модельних систем, доцільним є використання гідроколоїдів у концентрації, яка б значною мірою підвищувала в'язкість рецептурної суміші, забезпечувала перебіг процесу структуроутворення та зростання показників емульсієстійкості, структурно-механічні та органолептичні показники готової продукції, а саме 2% натрію альгінату, 1% капа-карагінану та 0,5% йота-карагінану.

Оскільки під час виробництва нової продукції передбачається введення додаткових рецептурних компонентів, здатних коригувати як смакові, так і реологічні характеристики, наступним етапом доцільно дослідити характеристику в'язкості модельних систем «фарш – натрію альгінат – вода» залежно від концентрації додаткових рецептурних компонентів.

Так, системи, що містять 2% та 2,5% кухонної солі, можна віднести до твердо-рідких, які характеризуються певним комплексом структурно-механічних показників, що наведено в табл. 3.1. Установлено, що збільшення концентрації кухонної солі в інтервалі від 2,0% до 2,5% приводить до збільшення частки оборотної деформації в її загальному обсязі на 0,2%.

Напруження зсуву збільшується у 1,4 разу – від 32,7Па до 45,8Па, модуль пружності зростає в 1,3 разу; в'язкість системи збільшується в 1,4 разу – від $9,81 \cdot 10^3$ Па·с до $13,7 \cdot 10^3$ Па·с.

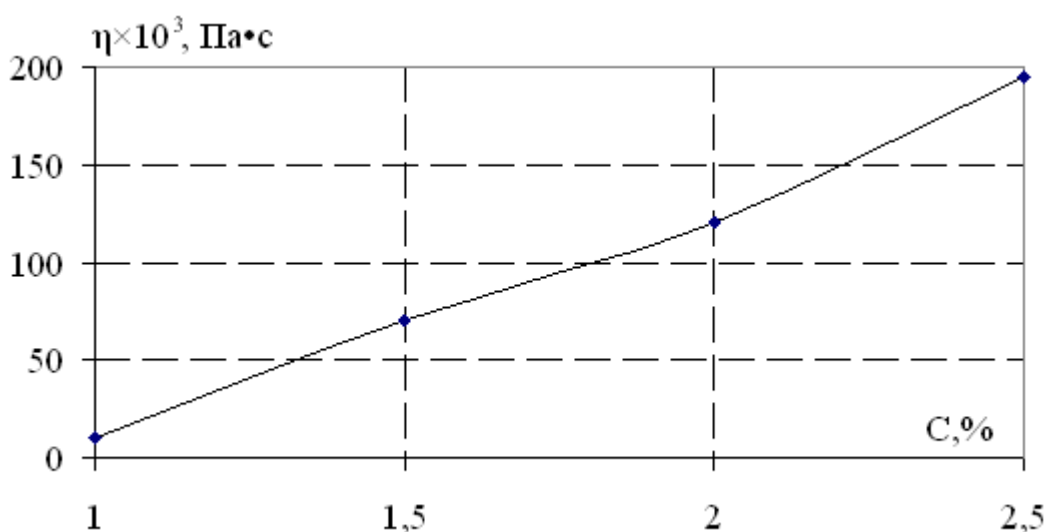


Рисунок 3.7 – Залежність в'язкості (η) системи «фарш – натрію альгінат» від концентрації натрію альгінату (C) за швидкості зсуву $\gamma = 50$ с⁻¹

Отже, у середньому збільшення концентрації солі в 1,5 рази приводить до збільшення абсолютної величини основних реологічних показників у 1,3...1,4 разу. Можливо, при введенні в систему хлористого натрію відбувається його взаємодія з білками та амінокислотами, що входять до її складу. Завдяки електростатичним властивостям функціональних груп іони

Na⁺ та Cl⁻ концентруються навколо останніх та, притягуючи диполі води, підвищують гідратаційну здатність білків. При цьому спостерігається підвищення в'язкості.

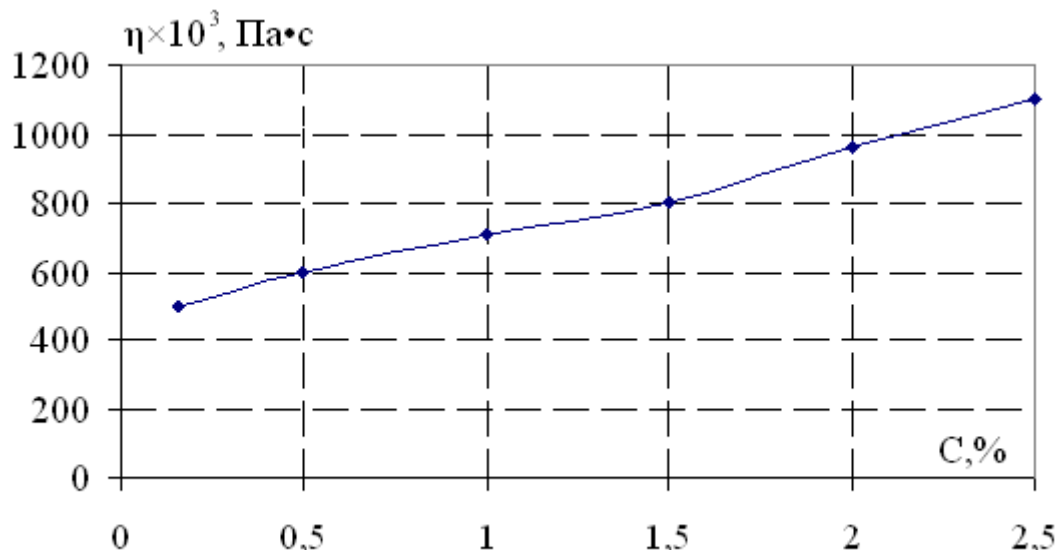


Рисунок 3.8 – Залежність ефективного в'язкості (η) модельних систем, що містять фарш, від концентрації (C) солі кухонної за швидкості зсуву $\gamma = 50 \text{ с}^{-1}$

Таблиця 3.2 – Зведені дані про структурно-механічні показники модельних систем ТПЕ у складі ВМП залежно від концентрації кухонної солі

Показник	Концентрація NaCl, %	
	1,0	1,5
Зворотна деформація, $10^{-3}, \text{Па}$	242±11	275±12
Незворотна деформація, $10^{-3}, \text{Па}$	141±7	149±6
Загальна деформація, $10^{-3}, \text{Па}$	383±19	423±20
Напруження зсуву, Па	32,7±0,01	45,8±0,01
Піддатливість, Па^{-1}	$1,17 \times 10^{-2} \pm 5 \times 10^{-4}$	$9,24 \times 10^{-3} \pm 4 \times 10^{-4}$
Модуль пружності, Па	85±4	108±5
В'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$	$9,81 \times 10^3$	$13,7 \times 10^3$
Відношення зворотної деформації до загальної	0,63±0,03	0,65±0,03

Необхідно зазначити, що в ході органолептичної оцінки готові вироби з концентрацією кухонної солі 2,0% характеризувалися як надто солоні, тому

оптимальна її концентрація є значно меншою, в інтервалі 1,0...1,5%, що узгоджується з існуючими літературними даними [235–239].

Таким чином, в'язкість модельних систем можна регулювати залежно від виду та концентрації рецептурних компонентів, що використовуються.

Проведені дослідження щодо впливу технологічних факторів на властивості фаршевих систем дозволили виявити шляхи регулювання функціонально-технологічних властивостей систем та визначити первинний склад рецептурних сумішей, які будуть піддаватися емульгуванню та структуруванню.

3.3. Розробка технології ВМП із використанням емульсійних систем на основі натрію альгінату

Попередні аналітичні та експериментальні дослідження дали нам змогу обґрунтувати технологію виробництва та одержання термостабільних пружних емульсій для використання у складі виробів м'ясних посічених.

На рис. 3.9 та в табл. 3.3 наведено технологічну схему отримання посічених напівфабрикатів, зокрема біфштекса, яка може бути використана для обґрунтування і реалізації технології виробів м'ясних посічених, готових до реалізації в замороженому вигляді та/або споживання.

Аналіз моделі, наведеної на рис. 3.9, свідчить, що після реалізації операції дозування рецептурних компонентів у рамках підсистеми D₁ «Технологія отримання розчину натрію альгінату та карагінанів» відбувається підготовка формуючого середовища – розчину натрію альгінату та карагінанів, що з'єднують із водою та перемішують. Оскільки в технології наявні карагінани, суміш прогрівають до температури (80±5)°C. Після цього суміш підлягає експозиції, у ході якої полісахариди набрякають у розчиннику. На виході підсистеми D₁ отримуємо напівфабрикат «Розчин натрію альгінату та карагінанів».

Основною метою функціонування підсистеми D_2 «Технологія отримання рецептурної суміші дисперсії олії» є підготовка рецептурної суміші, призначеної для емульгування. Підсистема D_2 містить операції диспергування сульфату кальцію в рослинній олії з отриманням агрегатаційно нестійкої суспензії. На виході підсистеми D_2 отримуємо напівфабрикат «Рецептурна суміш дисперсії олії рослинної та сульфату кальцію».

Ієрархічний взаємозв'язок підсистем $D_1, D_2 \rightarrow C$ відображає реалізацію хімічного потенціалу процесу іонотропного гелеутворення для отримання кінцевого продукту з високим рівнем ентропії, який відповідає вимогам високих органолептичних та фізико-хімічних показників, зокрема параметрів емульсіїутворення, структуроутворення, втрат вологи, змін текстури тощо. Підсистема C призначена для утворення напівфабрикату термостабільної пружної емульсії. Для цього напівфабрикат, отриманий у рамках підсистеми D_2 , постійно перемішуючи, додають до напівфабрикату системи D_1 , із подальшим дотриманням параметрів, які забезпечують отримання структурованої емульсії. Після цього систему відстоюють для структуроутворення.

На виході підсистеми C отримуємо напівфабрикат «Термостабільна пружна емульсія». У разі застосування цієї емульсії з технологічного процесу вилучають сало-сирець (шпиг), використання якого є прийнятим традиційному у технологічному процесі. Використання такої інновації суттєво змінює харчову цінність та склад жирів у виробі, що дає, на наш погляд, можливість виробляти нові вироби з показниками, більш відповідними до сучасних вимог нутриціології.

Підсистема D_3 окреслює можливості подальшого використання отриманого продукту для виготовлення різних видів кулінарних виробів, зокрема посічених м'ясних. При цьому в межах технологічного процесу термостабільна пружна емульсія може відігравати роль напівфабрикату чи частини технологій, залежно від поставленої мети.

Із наведеної на рис. 3.10 принципової технологічної схеми виробництва ВМП з ТПЕ, готового до термічної обробки, видно, що в рамках великої системи діють декілька підсистем, функціонування яких здійснюється в такій послідовності:

$$D_1, D_2 \rightarrow C, D_3 \rightarrow B \rightarrow A.$$

Функціонування підсистем D_1, D_2 та C , так само як і C та D_3 , може бути відокремлене від функціонування підсистемами B та A між собою в часі та просторі.

Мету функціонування окремих підсистем у загальній технологічній моделі виробів м'ясних посічених із термостабільною пружною емульсією описано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Загальна структура системи та цілі підсистем утворення ВМП з ТПЕ, що введено до системи шматочками

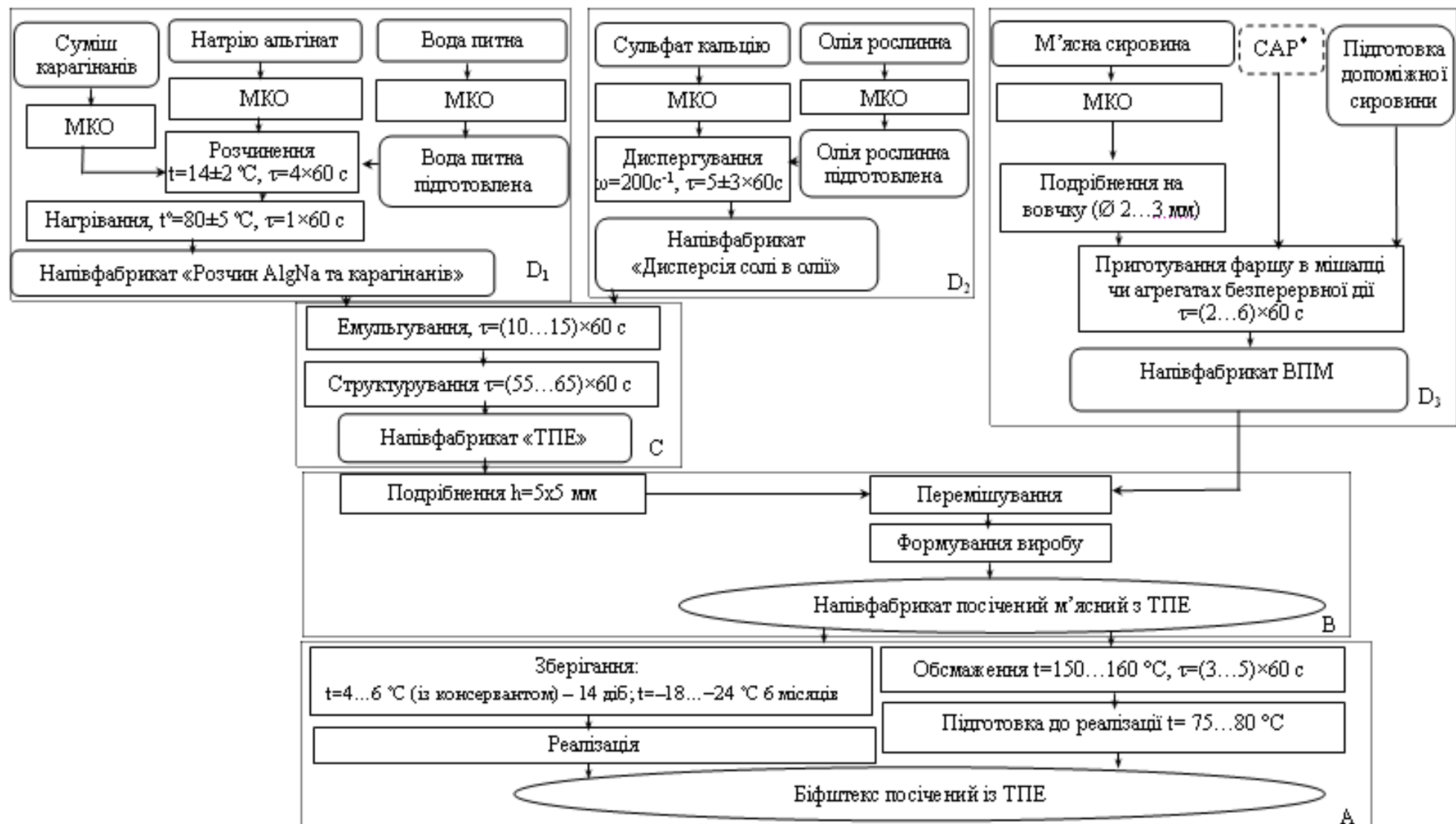
Позначення підсистеми	Назва підсистеми	Мета функціонування підсистеми
A	Утворення готового виробу м'ясного з ТПЕ	Зберігання чи/та термічна обробка з отриманням готового до споживання виробу
B	Утворення напівфабрикату ВМП з ТПЕ	Вивчення факторів, що впливають на основні споживчі ознаки продукту. Підготовка вихідного напівфабрикату до термічної обробки
C	Утворення структурованої емульсії	Формування фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників структурованого емульсійного продукту у складі ВМП
D_1	Утворення формуючого розчину	Приготування формуючого розчину з натрію альгінату та суміші карігінанів
D_2	Утворення дисперсії	Приготування дисперсії олії рослинної та сульфату кальцію, що відповідають умовам структуроутворення
D_3	Утворення напівфабрикату ВМП	Приготування виробу посіченого м'ясного (фаршу)

Теоретичні та експериментальні дослідження дозволили визначити доцільність використання м'ясної сировини та механізм утворення структурованих систем, установити оптимальні для емульсіїутворення співвідношення рецептурної суміші, раціоналізувати параметри та умови проведення технологічного процесу виготовлення основних складників ВМП, що розглядаються.

Суттєво інший підхід реалізовано в технології ВМП із безпосереднім уведенням розчину натрію альгінату в дисперсійне середовище фаршу. За такого підходу емульсія утворюється не в окремому спеціалізованому напівфабрикаті, а безпосередньо в дисперсійному середовищі фаршу. Із наведеної на рис. 3.10 принципової технологічної схеми виробництва МПВ «Напівфабрикат посічений м'ясний з підвищеними пружними властивостями» видно, що в межах великої системи діють декілька підсистем, функціонування яких здійснюється в такій послідовності: $C_1, C_2, C_3 \rightarrow B \rightarrow A$.

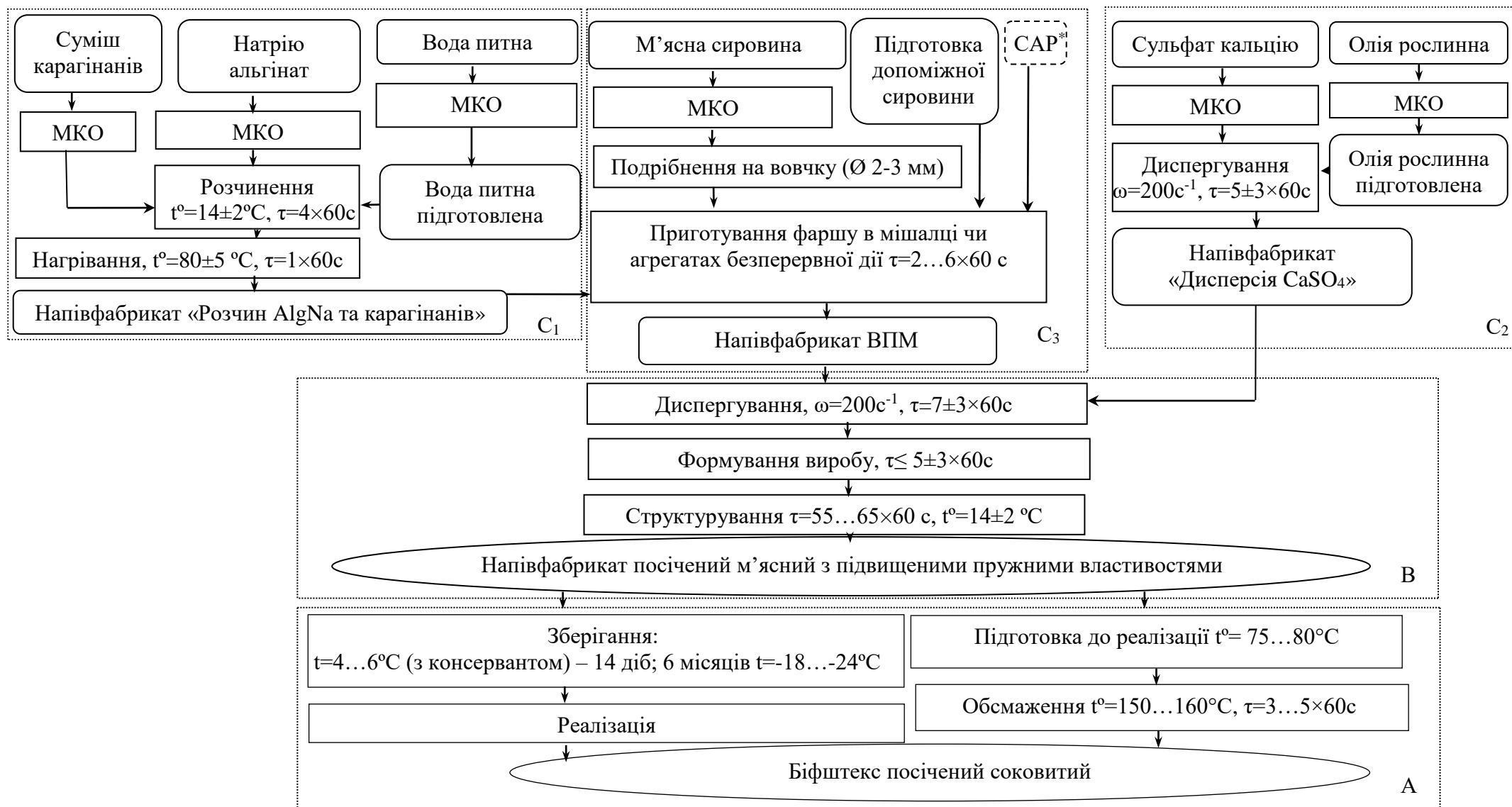
Таблиця 3.4 – Загальна структура системи та цілі підсистем утворення ВМП з ТПЕ (однорідна консистенція)

Позначення підсистеми	Назва підсистеми	Мета функціонування підсистеми
A	Утворення «Напівфабрикату посіченого м'ясного з підвищеними пружними властивостями»	Вивчення факторів, що впливають на основні споживчі ознаки продукту. Підготовка вихідного напівфабрикату до термічної обробки
B	Формування виробу ВМП із ТПЕ	Формування фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників структурованого емульсійного продукту у складі ВМП
C ₁	Утворення формуючого розчину	Приготування формуючого розчину натрію альгінату та карагінанів
C ₂	Утворення дисперсії	Приготування дисперсії олії рослинної та сульфату кальцію, що відповідають умовам структуроутворення
C ₃	Утворення напівфабрикату ВМП	Приготування виробу посіченого м'ясного (фаршу)



*за технологічної необхідності

Рисунок 3.9 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату посіченого м'ясного із ТПЕ



*за технологічної необхідності

Рисунок 3.10 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату посіченого м'ясного з підвищеними пружними властивостями

Послідовність та параметризацію операцій, що виконуються в підсистемах C_1 , C_2 , на мікрорівні досліджено та встановлено науково-дослідним шляхом, етапи якого наведено в розділі 3. У зв'язку з цим нижче будуть розглянуті принципи функціонування підсистем C_3 та А (табл. 3.4).

Так, у підсистемі C_3 «Утворення напівфабрикату ВМП» описано операції та параметри, що складають стадії процесу виготовлення ВМП. Підсистеми В та А відповідають за структуроутворення та формування ВМП із ТПЕ.

Слід зазначити, що функціонування підсистеми В обмежено умовою $\tau < \tau_{д.с.}$.

Однак існують деякі показники, що виходять за межі принципової технологічної схеми і спрямовані на розробку продукту, готового до споживання.

Наприклад, визначення раціонального за органолептичними показниками співвідношення між харчовою сумішшю з емульсійною структурою та кількістю внесених до неї інших рецептурних компонентів, зокрема м'ясного фаршу.

Достатньо важливим під час установа такого співвідношення є вивчення впливу додаткових об'єктів на органолептичні та фізико-технологічні показники розроблених страв (структуроутворюючу здатність та стійкість емульсій).

Крім того, слід зазначити, що під час виготовлення як самих емульсій, так і м'ясних структурованих емульсійних посічених виробів, має місце певний відсоток зміни технологічних властивостей системи.

Постановка розроблених моделей на технологічний потік дозволила розробити рецептури технологічних сумішей, напівфабрикатів у межах функціонування підсистем та технологію виробу. Основою інноваційної стратегії для використання термостабільних пружних емульсій стали вироби посічені м'ясні. До цієї групи належать: посічені біфштекси, котлети і бітки, рублені шніцелі, тефтели, рулети, пельмені, фаршировані овочі, запіканки та ін. Найбільший попит мають доволі відомі технології, у зв'язку з цим об'єктом

досліджень обрано технологію виробів м'ясних посічених, зокрема біфштекса посіченого.

Згідно з даними розділу 3 принцип утворення ТПЕ дозволяє уникнути технологічних втрат як вологи, так і жирової фази у складі харчових продуктів під час технологічного впливу або в ході зберігання. Запропонована розробка технології утворення ТПЕ може стати основою для використання в різних харчових виробництвах (рис. 3.11). Проте використання ТПЕ не обмежується зазначеним асортиментом страв та може бути значно розширено за бажанням та смаковими вподобаннями споживачів.

Із рис. 3.11 видно, що використання ТПЕ в технології ВМП дає можливість залучити технологічні можливості до розширення асортименту страв та напівфабрикатів із покращеними властивостями, адже натрію альгінат має ентеросорбуючі властивості та здатність структурувати технологічні речовини [7]. Крім того, цей продукт може використовуватися як додатковий компонент у рецептурній суміші посічених виробів (м'ясних, рибних), сальтисонів, зельців, заливних та інших страв, оскільки ТПЕ здатна витримувати вплив високих температур, що властиво технологічному процесу виробництва кулінарних виробів.

Вироби м'ясні посічені з ТПЕ за технологією піддають тепловій обробці, зокрема смаженню, запіканню чи іншим видам обробки (наприклад, варіння на парі чи запікання в соусі). Зважаючи на це, продукцію з ТПЕ перспективно використовувати в різних видах продуктів м'ясних посічених, що забезпечить мікробіологічну стабільність готового виробу. Напівфабрикати та готові вироби, що містять ТПЕ, рекомендовано до споживання всім верствам населення, а також людям, у раціоні яких не вистачає токоферолів (вітамін Е), вітаміну К, насичених, мононенасичених та поліненасичених жирів. Низький вміст тваринних жирів та високий вміст сорбентів дозволяють використовувати їх у складі раціонів дієтичного харчування для контролю ваги та профілактики серцево-судинних та онкологічних захворювань.

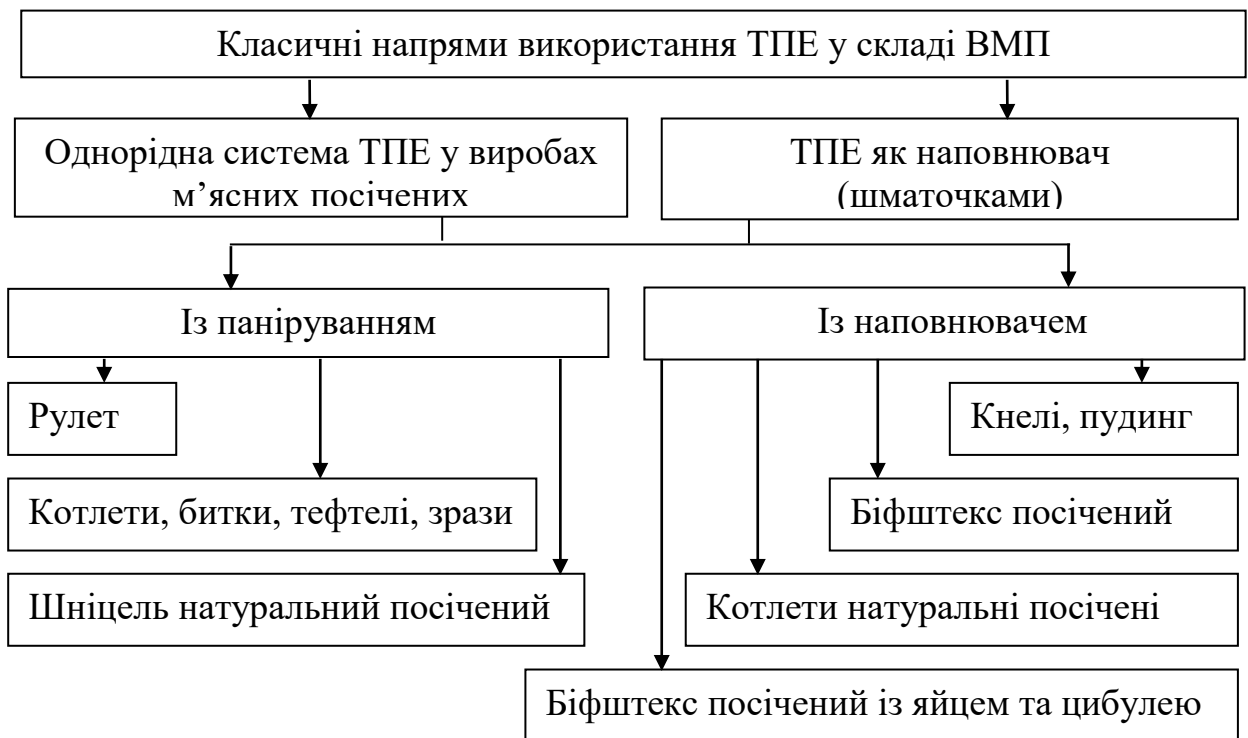


Рисунок 3.11 – Шляхи використання ТПЕ у технології ВМП

Нами визначено закономірності утворення ТПЕ: $C_{\text{AlgNa}} = 2\%$, $C_{\text{карагінанів}} = 1,5\%$, $C_{\text{CaSO}_4} = 0,6\%$, $C_{\text{олії}} = 35\%$, що додається до технології в кількості від 20% до 60%. Приготування водного розчину натрію альгінату та карагінанів включає в себе послідовне розчинення у водній основі натрію альгінату, капа-карагінану та йота-карагінану, що прогрівають до температури $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$, після чого суміш залишають на $(10 \pm 5) \cdot 60$ с для набухання та перебігу процесів дифузії. У цей час доцільно проводити диспергування солей кальцію в олії. Цей процес супроводжується інтенсивним перемішуванням CaSO_4 у середовищі олії рослинної. Оскільки вид обраної технології не має значення для приготування виробу посіченого м'ясного, слід зазначити, що яловичина проходить усі технологічні операції механічної кулінарної обробки (МКО) і включає в себе зачищення, обвалювання та миття м'ясної сировини, після чого її подрібнюють на вовчку, отримуючи фарш.

Далі, залежно від обраної технології, отримують термостабільну пружну емульсію в чистому вигляді шляхом інтенсивного змішування розчину натрію альгінату та карагінанів із дисперсією CaSO_4 в олії, структурують протягом $(80 \pm 5) \cdot 60$ с, після чого подрібнюють та додають до фаршу як наповнювач

замість сала або відповідно до другої технології змішують водяний розчин натрію альгінату та карагінанів із фаршем, додають дисперсією CaSO_4 в олії, систему формують та структурують протягом $(140 \pm 5) \cdot 60$ с.

Після цього отримані напівфабрикати піддаються термічній обробці: обсмажуванню за температури $150 \dots 160$ °С протягом $(3 \dots 5) \cdot 60$ с з обох боків чи запіканню за температури $250 \dots 280$ °С протягом $(5 \dots 7) \cdot 60$ с для доведення кулінарного виробу до готовності. Згідно з класичними рецептурами подають готовий кулінарний виріб – «біфштекс посічений із ТПЕ» за температури $75 \dots 80$ °С, як гарнір використовують розсипчасті каші, відварні бобові, макаронні вироби, картоплю відварну, смажену з вареної, смажену із сирії, відварені овочі, тушковану капусту, а також зі складними гарнірами. Можна подавати із соусом або без нього, якщо це бігочки, шніцелі чи котлети.

Як зазначено вище, розроблені напівфабрикати ТПЕ можуть використовуватися як самостійний елемент, або входити до технологічного процесу, адже найпопулярнішими виробами на сьогодні серед м'ясних страв є посічені, асортимент яких можна врізноманітнити шляхом додавання термостабільних пружних емульсій.

На рис. 3.12 наведено візуальне представлення напівфабрикату біфштекса посіченого з ТПЕ. Вивчено органолептичні вподобання розроблених страв, які було подано на дегустацію, за результатами яких розроблено рецептури з використанням ТПЕ (табл. 3.9).



Рисунок 3.12 – Напівфабрикат біфштекс посічений з шматочками ТПЕ

Надалі доцільно навести профіль органолептичної оцінки виробу, що дозволяє наочно показати якість продукції за визначених показників у цілому (рис. 3.13). Найважливішим органолептичним показником було обрано соковитість та консистенцію виробів, у зв'язку з чим ці показники мають найвищі коефіцієнти вагомості.

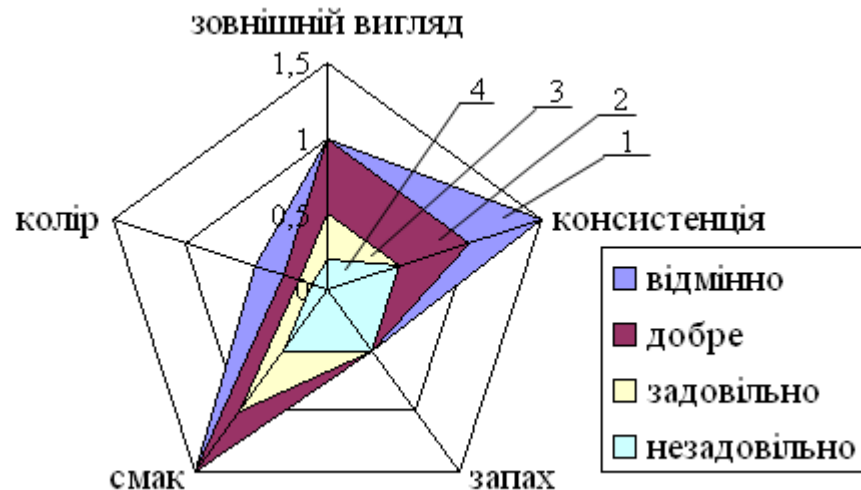


Рисунок 3.13 – Профіль органолептичної оцінки виробів м'ясних посічених із ТПЕ у складі, де: 1 – 5,0; 2 – 4,9...4,0; 3 – 3,9...3,0; 4 – 2,9...2,0 бали відповідно

Смаку має опосередковане значення серед показників якості, адже кулінарна продукція має відповідати смаку, що властивий ВМП (у міру солоний), ТПЕ у складі майже не відчувається та коригується в ході технологічного процесу. Найменш важливими показниками є зовнішній вигляд та запах, показники якості яких коливаються в досить широкому діапазоні через властивості вихідної сировини та коригуються на вході сировини відповідно до параметрів технологічного процесу.



Рисунок 3.14 – Біфштекс посічений соковитий із ТПЕ

Як уже було визначено, другим напрямом технології виробів м'ясних посічених із ТПЕ із введення кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище, унаслідок чого отримуємо соковитий виріб зі зменшеними технологічними втратами.

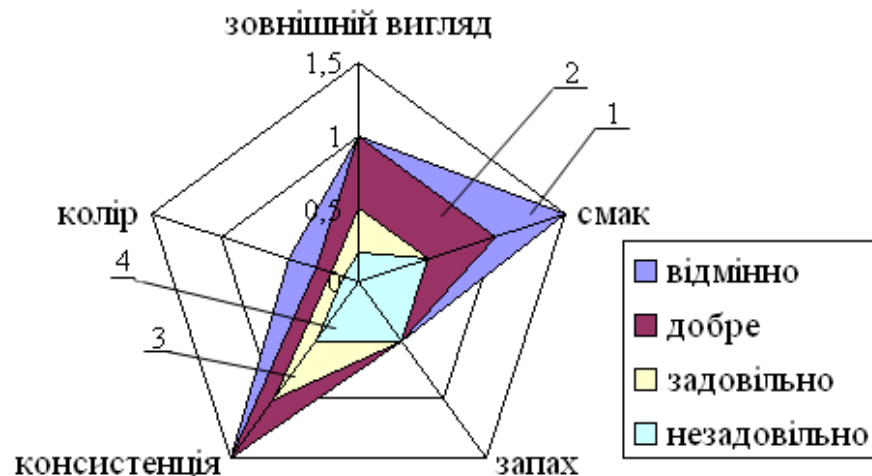


Рисунок 3.15 – Профіль органолептичної оцінки виробів м'ясних посічених із ТПЕ у складі, за введення кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище, де: 1 – 5,0; 2 – 4,9...4,0; 3 – 3,9...3,0; 4 – 2,9...2,0 бали відповідно

Профіль органолептичної оцінки виробів м'ясних посічених із ТПЕ за умови введення кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище наведено на рис. 3.14. Найважливішим органолептичним показником обрано, як і в попередній технології, соковитість та консистенцію виробів, у зв'язку з чим ці показники мають найвищі коефіцієнти вагомості.

Показник смаку також має опосередковане значення якості та коригується в ході технологічного процесу. Найменш важливими показниками є зовнішній вигляд та запах, показники якості яких коливаються в досить широкому діапазоні через властивості вихідної сировини, так само, як і в першому випадку, коригуються на вході сировини відповідно до параметрів технологічного процесу.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники ВМП із ТПЕ

Показник	Характеристика показника
Вироби м'ясні посічені з використанням попередньо структурованої термостабільної пружної емульсії	
Зовнішній вигляд	Напівфабрикат високого ступеня готовності має форму, що надана в процесі технології, спостерігаються вкраплення подрібненої ТПЕ, що рівномірно розподілена по об'єму фаршу
Консистенція	Еластично-пружна, ніжна, однорідна. При надламуванні в міру крихка, щільна, пружна, верхня скоринка рівномірно обсмажена, бічні й нижня поверхні гладкі, не допускаються великі тріщини і надриви
Запах	Приємний, властивий м'ясу з ароматом спецій, без стороннього запаху
Смак	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний, ТПЕ у складі майже не відчувається
Колір	Властивий м'ясним посіченим виробам, залежно від виду фаршу на розрізі має бути видно рівномірно подрібнений і перемішаний фарш рожевого (сірого) кольору з рівномірно розподіленими шматочками ТПЕ білого кольору
Вироби м'ясні посічені з ТПЕ за умови введення кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище	
Зовнішній вигляд	Напівфабрикат високого ступеня готовності має форму, що надана в процесі виробництва, усі рецептурні компоненти рівномірно розподілені по об'єму виробу
Консистенція	Еластично-пружна, ніжна, однорідна, з вкрапленнями волокон м'яса. При надламуванні в міру крихка, щільна, пружна, верхня скоринка рівномірно обсмажена, бічні й нижня поверхні гладкі, не допускаються тріщини і надриви. Фарш рожево-сірого на розрізі має бути видно рівномірно, подрібнений і перемішаний. Вироби надзвичайно соковиті
Запах	Приємний, властивий м'ясу з ароматом прянощів. Без стороннього запаху
Смак	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний
Колір	Світліший за стандартний для виробів м'ясних посічених

Таблиця 3.6 – Бальна оцінка органолептичних показників якості ТПЕ у складі ВМП

Показник якості	Коефіцієнт вагомості	Оцінка, бал			
		Відмінно	Добре	Задовільно	Не задовільно
Зовнішній вигляд	0,1	0,5	0,8	0,6	0,1
Консистенція	0,3	1,5	1,5	1,5	0,5
Запах	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1
Смак	0,2	1,0	1,0	0,8	0,5
Соковитість	0,3	1,5	1,5	1,3	1,0
Загальна оцінка	1	5	4,9...4,0	3,9...3,0	2,9...2,0

Таблиця 3.7 – Шкала оцінювання якості ТПЕ у складі ВМП

Показник	Оцінка за 5-бальною системою оцінювання			
	5,0	4,0...4,9	3,0...3,9	2,0...2,9
Зовнішній вигляд	Напівфабрикат високого ступеня готовності має форму, що надана в процесі технології. Спостерігаються вкраплення ТПЕ	Напівфабрикат високого ступеня готовності має форму, що надана в процесі технології. Спостерігаються вкраплення ТПЕ	Виріб трохи деформований	Виріб деформований, спостерігаються тріщини
Консистенція	Еластично-пружна, ніжна, однорідна	Еластично-пружна, ніжна	Пружна, трохи гумова	Пружна, трохи гумова
Запах	Приємний, властивий м'ясу з ароматом спецій. Без стороннього запаху	Приємний, властивий м'ясу з ароматом спецій. Без стороннього запаху	Не виражений запах спецій або недоброякісного м'яса	Недоброякісного м'яса
Смак	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний, ТПЕ у складі майже не відчувається	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний, ТПЕ у складі майже не відчувається	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний, ТПЕ нерівномірно подрібнена та неоднорідно розподілена	Несолоний і сторонній присмак, ТПЕ нерівномірно подрібнена та неоднорідно розподілена у фарші
Соковитість	Властива виробам посіченим м'ясним	Властива виробам посіченим м'ясним	Неоднорідна	Виріб не соковитий

Таблиця 3.8 – Шкала оцінювання якості ТПЕ у складі виробів м'ясних посічених за умови введення кальцієвмісної солі через дисперсійне середовище

Показник	Оцінка за 5-бальною системою оцінювання			
	5,0	4,0...4,9	3,0...3,9	2,0...2,9
Зовнішній вигляд	Напівфабрикат високого ступеня готовності має форму, що надана в процесі технології	Напівфабрикат високого ступеня готовності має форму, що надана в процесі технології	Виріб трохи деформований	Виріб деформований, спостерігаються тріщини
Консистенція	Еластично-пружна, ніжна, однорідна	Еластично-пружна, ніжна	Пружна, трохи гумова	Пружна, трохи гумова
Запах	Приємний, властивий м'ясу з ароматом спецій. Без стороннього запаху	Приємний, властивий м'ясу з ароматом спецій. Без стороннього запаху	Не виражений запах спецій або недоброякісного м'яса	Недобро-якісного м'яса
Смак	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний, ТПЕ у складі не відчувається	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний, ТПЕ у складі не відчувається	Приємний, властивий м'ясу, у міру солоний, ТПЕ нерівномірно розподілена у фарші	Несолоний і сторонній присмак, ТПЕ неоднорідно розподілена у фарші
Соковитість	Властива виробам посіченим м'ясним, дуже соковита, щільна	Властива виробам посіченим м'ясним, дуже соковита	Властива виробам посіченим м'ясним, неоднорідна	Соковитість відсутня

Таким чином, технологія ТПЕ у складі виробів м'ясних посічених може бути впроваджена в технологічний процес двома способами, при цьому вироби відрізняються соковитістю, особливо за другої технології, що і підтверджується кривими органолептичних уподобань.

Таблиця 3.9 – Рецептурний склад виробів м'ясних посічених із використанням ТПЕ

Найменування рецептурних компонентів	Витрати сировини на 100 кг готового виробу, кг							
	«біфштекс посічений соковитий»		«біфштекс посічений з ТПЕ»		«котлети, биточки, шніцелі соковиті»		«рулет м'ясний соковитий з начинкою»	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Яловичина (котлетне м'ясо)	103,4	73,8	117,9	86,7	73,4	54	73,2	53,8
Натрію альгінат	1,26	1,26	–	–	1,26	1,26	1,26	1,26
Капа-карагінан	0,19	0,19	–	–	0,19	0,19	0,19	0,19
Йота-карагінан	0,09	0,09	–	–	0,09	0,09	0,09	0,09
Молоко чи вода	17,6	17,6	–	–	17,6	17,6	17,6	17,6
Олія рослинна	11,72	11,72	–	–	15,72	15,72	11,72	11,72
CaSO ₄	0,28	0,28	–	–	0,28	0,28	0,28	0,28
Перець чорний мелений	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Сіль кухонна	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Напівфабрикат ТПЕ	–	–	22	20	–	–	–	–
Цибуля ріпчаста	–	–	–	–	8	5	12	7,5
Маргарин столовий	–	–	–	–	–	–	5	5
Сухарі панірувальні	–	–	–	–	10	10	4	4
Начинка на рулет (яйця відварені та зелень петрушки)	–	–	–	–	–	–	5/2	7
Усього:	–	105,4	–	111,5	–	107,2	–	108,4
Вихід:	–	100,0	–	100,0	–	100,0	–	100,0

Для нових технології розроблено рецептурний склад виробів м'ясних посічених із ТПЕ (табл. 3.9), що також підтверджується охоронними документами та технологічними картками (додаток М).

3.4. Дослідження харчової та біологічної цінності біфштексів посічених із ТПЕ

Харчова цінність біфштексів посічених із ТПЕ визначається насамперед харчовою цінністю основних рецептурних складників, їх співвідношенням із вирахуванням втрат харчових речовин, що мають місце в результаті хімічних реакцій, які супроводжують технологічний процес виробництва продукту, що розроблявся. Дослідження харчової цінності та її зміни під впливом різних технологічних чинників вважаємо за можливе проводити на конкретному прикладі виробів м'ясних посічених з емульсійною структурою – біфштексі посіченому.

Харчова цінність ВМП характеризується вмістом основних поживних речовин – білків, жирів, вуглеводів, а також повноцінністю їх складу (наявністю таких важливих факторів харчування, як незамінні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти, жиро- та водорозчинні вітаміни тощо). Слід також пам'ятати про раціональні співвідношення між незамінними факторами, їх повнотою (амінокислотний склад), доступністю до перетравлювальних ферментів шлунково-кишкового тракту, засвоюваністю.

Установлено, що розроблена продукція є джерелом життєво важливих нутрієнтів: білків (до 16%), ліпідів (до 20%), вуглеводів (до 2%), вітамінів та мінеральних речовин. Як видно із зазначеного, продукт є збагаченим мінеральними речовинами, вміст золи дорівнює 0,9 г на 100 г їстівної частини продукту. Таким чином, можна сказати, що розроблений продукт – біфштекс посічений із термостабільною пружною емульсією – буде мати в незначній кількості жиророзчинні вітаміни, основним джерелом яких є посічене м'ясо, а також містити ті вітаміни, що наявні в емульсійних включеннях олії рослинної. Таким чином, розроблена технологія є цінним харчовим продуктом, призначеним для широкого контингенту споживачів.

Білки виробів м'ясних посічених є основою технології структурованих емульсій, вони мають низку специфічних властивостей, які сприяють адаптації до процесу травлення [241–245].

Загальний хімічний склад (табл. 3.10) і харчову цінність (табл. 3.11) виробів м'ясних посічених із термостабільною пружною емульсією визначали за вмістом у її складі білків, жирів, вітамінів та мінеральних речовин.

Аналізуючи загальний хімічний склад (табл. 3.10), слід зазначити, що у складі ВМП із ТПЕ виявлено $(15 \pm 2,0)\%$ білкових речовин, які забезпечуються основними білковмісними рецептурними компонентами – білками м'язового волокна – і складають приблизно 45% від загального вмісту сухих речовин. Слід зазначити, що зразки з ТПЕ містять вуглеводи, а кількість рослинних олій збільшується на 10%, тоді як частка тваринних жирів зменшується приблизно на 5%.

Таблиця 3.10 – Загальний хімічний склад ВМП із ТПЕ

Масова частка	Біфштекс посічений		Біфштекс посічений із вмістом ТПЕ			
			20%		30%	
	Напів-фабрикат	Готовий виріб	Напів-фабрикат	Готовий виріб	Напів-фабрикат	Готовий виріб
Вологи	69,8±3,5	49,7±3,4	64,9±3,2	57,4±3,1	62,4±3,1	56,3±3,1
Білка	18,9±0,9	26,7±0,9	15,8±0,8	21,7±0,8	15,1±0,7	17,5±0,7
Жиру	10,2±0,5	8,2±0,5	15,9±0,8	17,8±0,8	21,3±1,0	23,3±1,0
Вуглеводів	–	–	1,9±0,1	2,0±0,1	1,2±0,06	1,4±0,06
Золи	0,9±0,05	0,9±0,05	1,3±0,06	1,5±0,06	1,3±0,06	1,5±0,06

Таким чином, вироби м'ясні посічені з ТПЕ, а саме біфштекс посічений, що досліджувався, збагачується на рослинну олію, яка сприяє зміцненню імунітету, оскільки містить лінолеву кислоту (табл. 3.11), також знижується рівень холестерину і відбувається профілактика розвитку злоякісних пухлин. Ліноленова й арахінова кислоти, що додаються до технології у складі ТПЕ, є визнаним засобом для профілактики цукрового діабету. Слід зазначити, що лауринова кислота, яка також додається до розробки у складі ТПЕ, покращує травлення, сприяє збільшенню в організмі кількості корисних бактерій і вбиває

шкідливих. Вироби м'ясні посічені з ТПЕ, виготовлені на основі якісної олії, містять вітаміни Е, F, А, D, швидше перетравлюються, а значить, і краще засвоюються організмом [246–248]. Під час досліджень (табл. 3.11) ідентифіковано і кількісно визначено 16 жирних кислот, що дозволяє характеризувати вироби м'ясні посічені з емульсійною структурою як продукт високої біологічної цінності.

Для оцінювання біологічної цінності виробів м'ясних посічених із емульсійною структурою визначали їх амінокислотний склад (табл. 3.11). Із точки зору біологічної цінності, крім загального вмісту білка, у продукті досить важливим є його якість, яка характеризується в першу чергу вмістом і співвідношенням есенціальних амінокислот.

Таблиця 3.11 – Вміст жирних кислот у виробах посічених м'ясних

Найменування кислот	Вміст жирних кислот, %		
	Біфштекс посічений	Біфштекс посічений із вмістом ТПЕ	
		20%	30%
Лауринова (C _{12:0})	–	0,01±0,001	0,02±0,0005
Міристинова (C _{14:0})	0,35±0,02	0,1±0,05	0,08±0,05
Міристороїнова (C _{14:1})	–	0,006±0,015	0,008±0,0015
Пентадеканова (C _{15:0})	–	0,02±0,001	0,02±0,001
Пальмітинова (C _{16:0})	3,8±0,2	1,2±0,1	1,8±0,1
Пальмітоїнова (C _{16:1})	0,5±0,02	0,14±0,012	0,2±0,012
Маргарінова (C _{17:0})	–	0,05±0,002	0,06±0,003
Гептадекамоноїнова (C _{17:1})	–	0,04±0,002	0,04±0,002
Стеаринова (C _{18:0})	2,9±0,1	0,8±0,01	1,3±0,06
Олеїнова (C _{18:1})	–	2,4±0,1	3,8±0,2
Лінолева (C _{18:2})	0,7±0,1	1,1±0,1	2,27±0,05
Ліноленова (C _{18:3})	0,13±0,006	0,08±0,004	0,07±0,003
Арахінова (C _{20:0})	–	0,01±0,001	0,2±0,01
Гадоїїнова (C _{20:1})	0,07±0,003	0,02±0,001	0,02±0,001
Арахідонова (C _{20:4})	0,13±0,006	0,04±0,002	0,04±0,002
Разом	9,8±0,5	5,7±0,3	8,55±0,4

*Значущість дорівнює 0,95.

Біологічну цінність білка виробів м'ясних посічених із ТПЕ визначали за амінокислотним складом, порівнюючи з амінокислотним складом еталонного білка ФАО/ВООЗ шляхом розрахунку амінокислотного скору.

Аналіз даних (табл. 3.12) показав, що ВМП із ТПЕ в кількості 20...30% за вмістом амінокислот (лізин, фенілаланін та тирозин) перевищує запропонований рівень ФАО/ВООЗ. На цьому фоні очевидно є деяка нестача у продукті інших амінокислот, проте ця величина несуттєва, адже за мету розробки було взято збагачення жирними кислотами та підвищення ступеня засвоювання через емульсійну структуру самих виробів. Також відомо, що на доступність амінокислот впливає низка факторів, пов'язаних головним чином із їх неповним перетравлюванням, що спостерігається за наявності перехресних зв'язків у молекулі білка за вмісту інгібіторів протеаз, а також при інгібуванні пептидами і пептидоподібними сполуками всмоктування амінокислот [246–249]. Вирішенням цієї проблеми і є введення в розробку емульсії, що підвищить рівень перетравлювання та всмоктуваності.

Таблиця 3.12 – Розрахунок показників біологічної цінності білків біфштекса посіченого з ТПЕ

Найменування амінокислот	Вимоги ФАО/ВОЗ	Біфштекс посічений		Біфштекс посічений з 20 % ТПЕ		Біфштекс посічений з 30 % ТПЕ	
		Амін окислоти в 1 г білка	Амін окислоти в 1 г скор	Амін окислоти в 1 г білка	Амін окислоти в 1 г скор	Амін окислоти в 1 г білка	Амін окислоти в 1 г скор
Валін	50	55,7	111,3	46,6	93,2	43,4	86,8
Ізолейцин	40	42,1	105,1	35,5	88,8	32,7	81,8
Лейцин	70	79,5	113,5	67,0	95,7	61,8	88,3
Лізин	55	85,4	155,3	72,0	130,9	66,4	120,7
Метіонін+цистин	35	37,9	108,2	32,6	93,2	29,5	84,2
Треонін	40	43,2	107,9	38,4	96,0	33,6	84,0
Триптофан	10	11,3	112,9	10,0	100	8,7	87,0
Фенілаланін+тирозин	60	78,1	130,2	69,4	115,6	60,7	101,1

Про санітарний стан виробів м'ясних посічених із ТПЕ робили висновки за мікробіологічними показниками якості.

Таблиця 3.13 – Мікробіологічні показники ВМП із ТПЕ

Найменування показників	Норматив	Біфштекс посічений із вмістом ТПЕ, %	
		20	30
КМАФАМ, КУО/г, не більше	1,0×10 ³	1,5×10 ³	1,8×10 ³
БГКП (коліформи)	не допускаються в 1,0 г	не виявлено	не виявлено
<i>S. aureus</i>	не допускаються в 1,0 г	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i>	не допускаються в 25 г	не виявлено	не виявлено
<i>Proteus</i> , в 0.1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
<i>L. Monocytogenes</i>	не допускаються в 25 г	не виявлено	не виявлено

Перелік досліджених показників відповідав вимогам, установленим для цього виду продукції ДСП 4.4.5.078–2001 [250]. Результати досліджень мікробіологічних показників виробів м'ясних посічених наведено в табл. 3.6. Із цих даних видно, що у виробках посічених м'ясних із ТПЕ вміст мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів не перевищував нормативів, установлених для зазначеної групи виробів [251]. В усіх виробках було встановлено відсутність патогенних мікроорганізмів, у тому числі бактерій роду *Salmonella* (у 25 г), відсутність у регламентованих масах продуктів бактерій групи кишкової палички (в 1 г), золотистого стафілокока (в 1 г) і протея (в 0,1 г).

Було проведено ряд досліджень, які свідчать про те, що розроблені ВМП із використанням ТПЕ повністю відповідають санітарно-мікробіологічним вимогам, установленим для цього виду продукції в Україні, та можуть зберігатися в охолодженому стані та вакуумній упаковці до трьох діб, у замороженому стані – до шести місяців.

4. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ

Передумовою реалізації в практичній діяльності технології структурованої емульсії є обґрунтування доцільності її використання при виготовленні продукції на підприємствах харчової промисловості та в закладах ресторанного господарства, що базується на показниках соціальної та економічної ефективності. Застосування структурованої емульсії у виробництві м'ясних січених напівфабрикатів дозволяє розширити асортимент та отримати продукцію з підвищеною харчовою цінністю, сприяє вдосконаленню технологічного процесу на підприємствах харчової промисловості та підвищенню рівня культури виробництва в закладах ресторанного господарства, що відображає соціальне значення представленої наукової розробки. Заміна частини сировини під час виробництва ВМП на ТПЕ забезпечує зниження поточних витрат та отримання економічних вигод у вигляді щорічного приросту прибутку, що свідчить про економічний ефект наукової розробки, поданої до захисту.

Для обґрунтування економічної ефективності наукової розробки визначено собівартість та відпускні ціни на продукцію за базової та розробленої технологій, а також додатковий економічний ефект, що отримає виробник у разі використання термостабільних пружних емульсій у виробництві м'ясних посічених напівфабрикатів. Для розрахунків як базовий продукт прийнято біфштекс посічений, як новий – біфштекс посічений із термостабільною пружною емульсією. Відповідно до чинного порядку ціноутворення в промисловості в основі ціни на продукцію лежить собівартість, що включає такі основні статті [199].

Сировина та матеріали. До складу статті включено вартість сировини і матеріалів, що створюють основу або необхідні для виробництва продукції. Вартість сировини та матеріалів визначено за цінами придбання без податку на додану вартість. Результат розрахунку витрат для придбання сировини та

матеріалів для виготовлення продукції за традиційною та новою технологією наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок вартості сировини та матеріалів для виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів з ТПЕ на 1000 кг готового продукту

Найменування сировини	Біфштекс посічений			Біфштекс посічений з ТПЕ		
	витрати сировини, кг	ціна, грн/кг	вартість, грн	витрати сировини, кг	ціна, грн/кг	вартість, грн
Яловичина	797,2	138,36	110300,6	659,7	138,36	91276,1
Шпик	118,8	18,15	2156,48	–	–	–
Вода	73,4	0,01	0,73	165,8	0,01	1,66
Сіль	11,8	1,34	15,82	16,0	1,34	21,45
Спеції	0,4	132,97	53,19	0,6	132,97	79,78
Натрію альгінат	–	–	–	11,8	180,0	2124,00
Карагінан-йота	–	–	–	0,9	140,0	126,00
Карагінан-капа	–	–	–	1,8	125,0	225,00
Сульфат кальцію	–	–	–	2,8	30,0	84,00
Олія рослинна	–	–	–	148,1	11,14	1650,56
Разом	–	–	112526,78	–	–	95588,54

За розрахунками витрати на придбання сировини для виробництва 1000 кг напівфабрикату «Біфштекс посічений» визначено на рівні 33205,78 грн та 30517,10 грн відповідно за традиційної та розробленої технологій.

До статті «Сировина та матеріали» включено також транспортно-заготівельні та витрати на пакування. Подані витрати прийнято відповідно в розмірі 4,0% та 2,0% від вартості сировини, що в абсолютному вимірі становлять 1328,23 та 664,12 грн на 1000 кг готової продукції. Таким чином, загальні витрати за статтею «Сировина та матеріали» складатимуть 35198,13 грн та 32509,45 грн на 1000 кг готової продукції за умов використання традиційної та запропонованої технологій.

Паливо та енергія для технологічних цілей. До цієї статті включається вартість купованих палива та енергії всіх видів, що витрачаються на

технологічні, енергетичні та інші потреби. Витрати визначено з урахуванням потужності та часу роботи обладнання, що використовується у виробництві посічених м'ясних напівфабрикатів. Витрати за зазначеною статтею визначено за укрупненими показниками на підставі даних із виробництва біфштекса посіченого. Середні питомі енерговитрати на 1 т біфштекса посіченого складають 3000,0 грн. Під час виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів із термостабільною пружною емульсією енерговитрати будуть більшими, що зумовлено необхідністю утворення емульсійної структури. Ураховуючи зазначене, енерговитрати на 1 т біфштекса посіченого зі структурованою емульсією прийнято в розмірі 3060,0 грн.

Основна заробітна платня. До цієї статті відносять витрати на виплату основної заробітної платні. Під час визначення основної заробітної плати працівників ураховано чинні нормативні документи щодо мінімальної оплати праці в Україні та практику оплати праці на підприємствах харчової промисловості [200; 201]. У розрахунках трудовитрати на 100 кг готового продукту прийнято на рівні 48 людино-годин із погодинною ставкою 12,50 грн, що дозволило визначити загальний розмір витрат за цією статтею на рівні 5000,0 грн на 1000 кг напівфабрикату «Біфштекс посічений». Трудовитрати на 1000 кг напівфабрикату «Біфштекс посічений з ТПЕ» вищі (49,5 людино/годин), що зумовлено додатковими операціями, пов'язаними з утворенням емульсійної структури кінцевого виробу та структуруванням останнього. За умови збереження погодинної ставки на рівні базового продукту витрати на виплату основної заробітної платні на 1000 кг напівфабрикату «Біфштекс посічений з термостабільною пружною емульсією» складатимуть 5150,0 грн.

Додаткова заробітна платня. Згідно з чинними положеннями до цієї статті відносять витрати на виплату виробничому персоналу підприємства додаткової заробітної платні, нарахованої за працю понад установлені норми, трудові успіхи та винахідливість, особливі умови праці. Вона включає доплати, надбавки, гарантійні й компенсаційні виплати, передбачені законодавством,

премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій. З урахуванням практики господарської діяльності розмір додаткової заробітної платні прийнято на рівні 25,0% від основної, що становить 1250,0 грн та 1287,5 грн на 1000 кг готової продукції відповідно за використання традиційної та запропонованої технологій.

Єдиний соціальний внесок. Із 2011 р. в Україні введено систему обліку та збору внесків на обов'язкове соціальне страхування «Єдиний соціальний внесок», який замінив збори до пенсійного фонду та фонду соціального страхування. З огляду на особливості виробництва в розрахунках собівартості продукції зі структурованою емульсією ставка єдиного соціального внеску прийнята на рівні 37,18% [202]. Витрати за цією статтею визначено в розмірі 2323,8 грн та 2393,5 грн на 1000 кг готової продукції за умови використання традиційної та запропонованої технологій відповідно.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання. До зазначеної статті відносять амортизаційні відрахування від вартості виробничого обладнання, інструментів та приладів зі складу основних виробничих засобів, інших необоротних матеріальних та нематеріальних активів, витрати на ремонт, що здійснюються для підтримання об'єкта в робочому стані, а також інші витрати, що пов'язані з утриманням та експлуатацією обладнання. Загальна потреба в обладнанні для виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів за традиційної технології оцінюється на рівні 210,0 тис. грн. Для виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів за запропонованою технологією витрати на обладнання більші, що зумовлено необхідністю придбання додаткового обладнання, і становлять 238,0 тис. грн. Ураховуючи обсяги виробництва продукції та чинні норми амортизації [203], амортизаційні відрахування на 1000 кг готової продукції визначено на рівні 1673,3 грн та 1724,0 грн відповідно за умови використання традиційної та запропонованої технологій. До витрат на утримання обладнання включено інші витрати, пов'язані з придбанням та експлуатацією додаткового устаткування. Витрати прийнято на рівні 1,0 % від поточних витрат на обслуговування основного обладнання. Загальна сума

витрат, пов'язаних з утримуванням та експлуатацією обладнання, визначена в розмірі 1690,00 грн та 1741,30 грн на 1000 кг готової продукції за умови використання традиційної та запропонованої технологій відповідно.

Загальновиробничі витрати. До цієї статті включають витрати на управління виробництвом, амортизацію основних засобів та інших необоротних активів загальновиробничого призначення, витрати на обслуговування виробничого процесу, податки, збори та інші передбачені законодавством платежі, що безпосередньо пов'язані з виробничим процесом. Витрати за статтею прийнято на рівні 40% від витрат на оплату праці працівників виробництва, що в абсолютному вимірі становитиме 2500,00 грн та 2575,00 грн на 1000 кг готової продукції за умови використання традиційної та запропонованої технологій відповідно.

Втрати від браку. До цієї статті включено вартість забракованої продукції, а також витрати на усунення браку. Витрати за статтею прийнято на рівні 0,5 % від витрат на сировину та матеріали, що становитиме 176,00 грн та 162,50 грн на 1000 кг готової продукції відповідно за умови використання традиційної та запропонованої технологій.

До статті «Інші виробничі витрати» включено витрати, пов'язані з організацією та обслуговуванням виробництва і не віднесені до жодної з указаних статей витрат. Ці витрати складають 2,3% від виробничої собівартості.

За розрахунками виробнича собівартість 1000 кг напівфабрикату «Біфштекс посічений» за умови використання традиційної та запропонованої технологій становитиме відповідно 52341,83 грн та 50029,95 грн на 1000 кг готової продукції (табл. 5.2).

Окрім витрат виробничого характеру, до повної собівартості продукції включено адміністративні витрати та витрати на збут. Їх розмір прийнято на рівні 20% та 10% відповідно від витрат на оплату праці працівників виробництва.

Таким чином, повна собівартість 1000 кг напівфабрикату «Біфштекс посічений» становитиме відповідно 54216,83 грн та 51961,20 грн за умови використання традиційної та запропонованої технологій. Для визначення відпускних цін на продукцію враховано середній рівень рентабельності операційної діяльності за підприємствами переробної промисловості [201] та податок на додану вартість згідно з чинним законодавством [203]. За умови прийняття рентабельності продукції на рівні 15,0%, ПДВ – 17,0% відпускна ціна напівфабрикату «Біфштекс посічений» становитиме 72948,74, грн та 69913,79 грн за 1000 кг, тобто 72,95 грн та 96,91 грн за 1 кг готової продукції відповідно за умови використання традиційної та запропонованої технологій. Результати розрахунків собівартості за статтями та відпускної ціни наведено в таблиці 4.2.

За результатами розрахунку відпускної ціни на нову продукцію визначено, що витрати сировини на одиницю м'ясних посічених напівфабрикатів за розробленою технологією менші, що зумовлено заміною частини шпику та яловичини на термостабільну пружну емульсію. Через особливості технологічного процесу виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів із термостабільною пружною емульсією порівняно з виробництвом за традиційною технологією є більш трудомістким процесом та супроводжується збільшенням енерговитрат.

Зростання витрат на оплату праці, паливо та енергію для технологічних цілей, а також витрати на утримання та експлуатацію обладнання за іншими статтями компенсуються економією за рахунок зниження витрат на сировину та матеріали. Менший витрати на сировину та матеріали під час виробництва продукції за розробленою технологією є передумовою нижчих відпускних цін на продукцію «Біфштекс посічений з ТПЕ» порівняно з продукцією «Біфштекс посічений», що виготовлена за традиційною технологією (зокрема 69,91 грн проти 72,95 грн за 1 кг напівфабрикатів).

Таблиця 4.2 – Розрахунок собівартості виробництва та відпускної ціни напівфабрикату «Біфштекс посічений» за використання традиційної та запропонованої технологій на 100 кг продукції, грн

№ з/п	Найменування статей витрат	Біфштекс посічений	Біфштекс посічений із ТПЕ
1	Сировина та матеріали	35198,13	32509,45
2	Паливо та енергія для технологічних цілей	3000,00	3060,00
3	Основна заробітна платня	5000,00	5150,00
4	Додаткова заробітна платня	1250,00	1287,50
5	Єдиний соціальний внесок	2323,80	2393,50
6	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	1690,00	1741,30
7	Загальновиробничі витрати	2500,00	2575,00
8	Витрати від браку	176,00	162,50
9	Інші виробничі витрати	1203,90	1150,70
10	Виробнича собівартість	52341,83	50029,95
11	Адміністративні витрати	1250,00	1287,50
12	Витрати на збут	625,00	643,75
13	Повна собівартість	54216,83	51961,20
14	Прибуток	8132,52	7794,18
15	Оптова ціна підприємства	62349,35	59755,38
16	Податок на додану вартість	10599,39	10158,41
17	Відпускна ціна	112948,74	69913,79
18	Ціна 1 кг продукту	112,95	69,91

Використання структурованої емульсії під час виготовлення м'ясних посічених напівфабрикатів зумовлює більш низький рівень собівартості одиниці продукції та дозволяє отримати додатковий прибуток у розмірі 2260,00 грн на кожні 1000 кг виробів з визначенням цін на нову продукцію на рівні цін базової продукції (табл. 4.3).

Джерелом економічного ефекту від впровадження у виробництво розробленої технології є не лише підвищення цін на нову продукцію. Більш менша ціна на продукцію, що виготовлена за розробленої технології порівняно з продукцією, виготовленою за традиційною технологією, є інструментом стимулювання продажів.

Таблиця 4.3 – Економічний ефект за використання структурованої емульсії під час виготовлення м'ясних посічених напівфабрикатів

Показник	Біфштекс посічений	Біфштекс посічений із ГПЕ
Відпускна ціна (з ПДВ), грн/кг	112,95	112,95
Ціна (без ПДВ), грн/кг	102,35	102,35,35
Собівартість, грн/кг	94,22	89,96
Прибуток, грн/кг	8,13	12,39
Додатковий прибуток, грн: – на 1 кг продукції – на 1000 кг продукції		+4,26 +4260,00

Коефіцієнт еластичності попиту за ціною оцінюється на рівні 1,3 та означає, що зниження ціни на 1,0% зумовлює зростання попиту на продукцію в розмірі 1,3%. Зниження ціни на біфштекс посічений із термостабільною пружною емульсією порівняно з біфштексом посіченим становить 4,2%.

$$69,91 \div 72,95 \times 100 = 95,8\% ,$$

$$100,0 - 95,8 = 4,2\% .$$

З урахуванням зазначеного додатковий обсяг реалізації продукції виготовленої за традиційною технологією, становитиме 5,46%:

$$4,2 \times 1,3 = 5,46\% .$$

Збільшення обсягу продукції супроводжується зниженням рівня постійних витрат. З огляду на те, що постійні витрати у складі собівартості продукції становлять 12,0%, у разі зростання обсягу виробництва та реалізації продукції рівень їх знизиться та складе 11,36%:

$$\frac{12,0}{1,0564} = 11,36\% .$$

Зниження рівня постійних витрат забезпечить зростання рентабельності продукції в розмірі 0,64%. Результати розрахунку економічної ефективності виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів за розробленою технологією подано в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Результат розрахунку економічної ефективності виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів із використанням ТПЕ

Джерело економічного ефекту	Зміна рівня рентабельності продукції, %	Додатковий економічний ефект, грн /1 т продукції
Підвищення цін на продукцію, що виготовлена за розробленої технології, до рівня цін на продукцію, що виготовлена за традиційної технології	+6,35	+4260,00
Збільшення обсягу виробництва та реалізації продукції за рахунок більш низьких цін на продукцію, що виготовлена за розробленої технології, порівняно з продукцією, що виготовлена за традиційної технології	+0,64	+332,55

На підставі розрахунків, що подано вище, зроблено висновок щодо доцільності виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів за використання термостабільних пружних емульсій.

ВИСНОВКИ

Одним з ефективних напрямів підвищення харчового статусу споживачів є забезпечення населення України якісними м'ясними продуктами та розширення асортименту виробів м'ясних посічених з покращеними функціонально-технологічними властивостями. Аналітично та експериментально підтверджено, що використання у складі виробів м'ясних посічених структурованої термостабільної пружної емульсії на основі систем «розчин натрію альгінату–Ca²⁺–олія» дозволяє більш раціонально використовувати м'ясну сировину, покращити органолептичні показники виробів м'ясних посічених та харчову цінність за рахунок збагачення готової продукції поліненасиченими жирними кислотами.

З метою забезпечення цього напрямку визначені закономірності отримання термостабільної пружної емульсії, науково обґрунтовано та розроблено технології виробництва напівфабрикатів м'ясних посічених із її використанням. Доведена соціальна, технологічна та економічна доцільність промислового впровадження нових технологічних процесів. Розроблені та затверджені технологічні інструкції «Термостабільні структуровані емульсії у складі напівфабрикатів м'ясних та м'ясо-рослинних посічених» до ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені. Технічні умови», та «Термостабільні структуровані емульсії для ковбас варених» до ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови», технологічні картки на нову продукцію. Підтверджено, що соціальний аспект виробництва нової продукції полягає в тому, що використання термостабільної пружної емульсії підвищує харчову цінність виробів м'ясних посічених унаслідок зменшення вмісту тваринних жирів та зростання частки олії, що збільшує споживчу цінність та сприяє покращенню харчових раціонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравчук Н. М., Корецька І. Л. Інноваційні ресторанны технології: конспект лекцій для студ. спец. 8.05170113 «Технології в ресторанному господарстві» денної форми навчання. К.: НУХТ, 2014. 114 с.
2. Пивоваров П. П., Гринченко О. О., Михайлов В. М., Іванов С. В., Коваленко А. А., Пивоваров Є. П., Зайцев В. В., Абсалямов Ю. Г., Зайцев А. В., Янчева М. О. Інноваційні технології виробництва харчової продукції нового покоління масового споживання / Комітет з державних премій України в галузі науки і техніки // Харківський Державний університет харчування та торгівлі подає на здобуття Державної премії в галузі науки і техніки 2011 року роботу «Створення та впровадження сучасних ефективних технологічних процесів та обладнання для виробництва нових харчових продуктів зі стабілізованими властивостями». К. Освіта України, 2011. 642 с.
3. Пасічний В. М., Ястреба Ю. А. Дослідження структурно-механічних властивостей гелів альгінатів для виробництва структурованих продуктів на основі грибнової сировини // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2010. Вип. 24. С. 256–261.
4. Гринченко О. А. Научное обоснование и разработка технологии кулинарной продукции на основе полуфабрикатов функциональных композиций: дис. ... д-ра техн. наук. Харьков, 2005. 386 с.
5. Большакова В. А. Технология паст эмульсионного типа с использованием зернового сырья: дис. ... канд. техн. наук. Харьков, 2001. 286 с.
6. Пивоварова О. П. Технологія напівфабрикатів реструктурованих на основі печериць: дис. ... канд. техн. наук. Харьков, 2009. 274 с.
7. Населення України. Імперативи демографічного старіння: монографія К.: ВД «АДЕФ – Україна», 2018. 288 с.: http://www.idss.org.ua/monografii/2014_Naselennya
8. Employment and social protection in the new demographic context. Report IV. Fourth item on the agenda of International Labour Conference, 102nd Session, 2013. Geneva, International Labour Office, 2016. P. 50–58.

9. Населення України – 2018. Щорічна аналітична доповідь. – К.: Держкомстат України, ІДСД НАНУ, 2018. С. 45. VRL: http://www.niss.gov.ua/public/File/2013_table/1807_recomendation.pdf
10. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. VRL: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>
11. Концепція Загальнодержавної програми «Здоров'я – 2020: український вимір» VRL: <http://www.apteka.ua/article/107842>
12. Кудряшева А. А. Пища ХХІ века и особенности ее создания // Пищевая пром-сть. 2017. №1. С. 66–68.
13. Кочеткова А. П., Колесников А. Ю. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты // Пищевая пром-сть. 2015. №4. С. 7–10.
14. Перцевой Ф. В., Савгира Ю. А., Фошан А. Л. и др. Технология переработки продуктов питания с использованием модификаторов: монография. Харьков.: ХГАТОП, 1998. 177 с.
15. Смоляр В. И. Рациональное питание. Киев.: Наук. думка, 1991. 386 с.
16. Ковальчук В. А. Тваринництво та м'ясопереробка: сучасні методи // Мясной бизнес. 2015. №2. С. 65–67.
17. Дианова В. Т., Зареченская С. Г. Комбинированные мясные и молочные продукты с регулируемыми функциональными свойствами: Обзорная информация. М.: АгроНИИТЭИММП, 1989. 40 с.
18. Мазуренко О. В. Ефективність концентрації виробництва яловичини і свинини // Вісник аграрної науки. 2017. №10. С. 77–78.
19. Ивашов В. И., Рогцупкин В. И., Апраксина С. К. и др. Новое в науке о м'яке. М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. 20 с.
20. Инжиянц А. А., Симовьян С. В. Производство мясных продуктов пониженной калорийности. М.: АгроНИИТЭИММП, 1987. 35 с.
21. Мазуренко О. В. Економічні відносини в м'ясному підкомплексі // «Вісник аграрної науки Причорномор'я». 2015. № 4 (23). С. 238–241.

22. Мазуренко О. В. Стан і напрями розвитку м'ясопродуктового підкомплексу в Україні // Економіка АПК 2012. № 8. С. 59–65.
23. Рынок мяса и мясных продуктов Украины // Мясное дело. 2016. №5. С. 6–9.
24. Малофеева Ю. С., Красуля О. Н. Нечеткая логика как основа для моделирования рецептур мясных продуктов // Мясное дело. 2006. №2. С. 16–18.
25. Ракша-Слюсарева О., Круль В., Медведкова І. Якість м'ясних посічених напівфабрикатів функціонального призначення // Товари і ринки. 2012. №1. С. 95–101.
26. Колесникова Н. В. и др. Использование клолагенсодержащей эмульсии при производстве рубленних полуфабрикатов // пищевая пром-сть. 2011. №1. С. 18–19.
27. Мазуренко О. В., Саблука П. Т., Амбросова В. Я., Мазнева Г. Є. Роль особистих господарств громадян у виробництві м'яса // Проблеми ефективного функціонування АПК в умовах нових форм власності та господарювання: кол. монографія. К.: ІАЕ, 2001. С. 764–767.
28. Мазуренко О. В. Напрями розвитку м'ясного підкомплексу України // Організаційно-економічні проблеми розвитку АПК. К.: ІАЕ УААН, 2010. С. 83–87.
29. Сирохман І. В., Раситюк Т. М. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів. К.: ЦНЛ, 2014. 384 с.
30. Лобза, К. І., Митрофанов Н. С., Хлебніков В. І. Переробка м'яса птиці і яєць. М.: Агропромиздат. 1987. 238 с.
31. Мишалова, О. М. Загальна технологія м'ясної галузі: Навчальний посібник. Кемерово: ЛМТ КемТІПП, 2004. 100 с.
32. Рогов І. А., Забашта А. Г., Казюлін Г. П. Загальна технологія м'яса і м'ясопродуктів. М.: Агропромиздат, 2010. 563 с.
33. Лісіцин А. Б., Ліпатов М. М., Кудряшов Л. С, Алексахина В. А. Виробництво м'ясної продукції на основі біотехнології. М.: ВНІМП, 2015. 369 с.

34. Кишенько І. І. Теорія моделювання складу солених м'ясних виробів з використанням багатофункціональних колоїдних систем: автореф. дис. доктора техн. наук. Київ 2013 р VRL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/kishenko.pdf>
35. Гуляев В. Н. Технология пищевых концентратов М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 207 с.
36. Віннікова Л. Г. Теоретичні і методичні основи розробки технології харчових продуктів цільового призначення з підвищеним змістом харчових волокон: автореф. дис. доктора техн. наук. Одеса, 1992.
37. Добробабіна Л. Б. Наукові основи комплексу технологій харчових продуктів з гідро біонтів: автореф. дис. доктора техн. наук. Одеса, 2008.
38. Зайцев А. Н., Кочеткова А. А., Нечаев А. П. підручник для студентів вищих навчальних закладів «Харчові добавки» // М.: 2013. 873 с.
39. Ракша-Слюсарева О., Круль В., Попова Н. Харчова цінність м'ясних напівфабрикатів із використанням дієтичних добавок // Товари і ринки. 2015. №1. С. 110–117.
40. Ковальчук В. А. Тваринництво та м'ясопереробка: сучасні методи // Мясной бизнес. 2012. №2. С. 65–67.
41. Брік Г. Б., Ткаченко Д. М. Шляхи підвищення ефективності переробки нехарчових відходів м'ясопереробної галузі // Мясное дело. 2012. №10. С. 24–25.
42. Крижова Ю. П., Венгюк О.В. Дослідження властивостей м'ясних фаршевих систем // Вісник Сум. нац. аграр. ун-ту. Сер.: Тваринництво. 2012. Вип. 10. С. 132–134.
43. Колеснікова М. Б., Ільдїрова С. К., Журавльов С. В. Технологія виробництва індустріальних напівфабрикатів з м'ясної січеної маси // Вісник Дон. ун-ту економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. 2014. №1. С. 81 – 87.
44. Ракша-Слюсарева О., Круль В. М'ясних посічені напівфабрикати функціонального призначення // Товари і ринки. 2013. №2. С. 74–86.

45. Нечепуренко К. Б., Старостенко Б. О., Пивоваров П. П., Дуденко Н. В., Аштаєв О. С. Дослідження харчової та біологічної цінності біфштексів посічених з використанням термостабільної пружної емульсії // ScienceRise. 2017. № 5 (34). С. 62–66.
46. Кармас Е. Технологія ковбасних виробів М.: Легка і харчова промисловість, 1981. 256 с.
47. Баранов В. С., Мглинец А. И., Алешина Л. М. Технология производства продукции общественного питания. М.: Экономика, 1986. 400 с.
48. Кругляков Г. Н., Круглякова Г. В. Товароведение продовольственных товаров: Учебник. Ростов Н/Д: Издательский центр «Март», 2001. 488 с.
49. Дмитриенко О. Про м'ясні напівфабрикати // М'ясні технології світу. 2016. № 5/6. С. 97.
50. Шарпе А. А. Влияние температурных режимов на функционально-технологические свойства быстрозамороженных мясных полуфабрикатов // Харчова наука і технологія. 2015. №2. С. 68–69.
51. Журавская Н. К., Алехина Л. Т., Отряшенкова Л. М. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов. М.: Агропромиздат, 1985. 296 с.
52. Крижова Ю. П., Венгюк. О. В. Дослідження властивостей м'ясних фаршевих систем // Вісник Сум. нац. аграр. ун-ту. Сер.: Тваринництво. 2012. Вип. 10. С. 132–134.
53. Ткаченко Д. М. Шляхи підвищення ефективності переробки нехарчових відходів м'ясопереробної галузі // Мясное дело. 2012. №10. С. 24–25.
54. Дзюба Г. Н. Разработка технологии мясных комбинированных кулинарных изделий с использованием фарша крыля: дисс. канд. техн. наук, М., 1989.
55. Сирохман І. В., Задорожний І. М., Пономарьов П. Х. Товарознавство продовольчих товарів: Підручник. К.: Лібра, 2007. 600 с
56. І. В. Сирохман, Т. М. Раситюк. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів. Київ 2004. 382с.

57. Габріельянс М. А., Козлов А. П. Товарознавство м'ясних і рибних товарів: Підручник. 5 вид., Економіка, 2016. 408 с.
58. Хоменко В. І. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва К.: Сільгоспосвіта, 1995. 716 с.
59. Терягин Б. В., Абрикосова И. И., Лифшиц Е. М. Молекулярное притяжение конденсированных тел. // Успехи физических наук, Т. 64, вып. 3. с. 493–528.
60. Гончаров Г. І. Технологія первинної переробки худоби і продуктів забою: навч. посіб. К.: НУХТ, 2003. 160 с.
61. Якубчак О. М., Хоменко В. І., Кравців Р. І. Виготовлення ковбас і м'ясних продуктів. К.: Бібліотека ветеринарної медицини, 1999. 122 с.
62. Сирохман І. В., Задорожній І. М., Пономарьов П. Х. Товарознавство продовольчих товарів. К.: Лібра, 1997. 632 с.
63. Заяс Ю. Ф. Якість м'яса і м'ясопродуктів. М.: Легка і харчова пром-ість, 1981. 480 с.
64. Рогов І. А., Жаринов А. І. Виробництво ковбас і м'ясних делікатесів. М.: Профіздат, 1994. 210 с.
65. Соколов А. А. Фізико-хімічні і біохімічні основи технології м'ясопродуктів. М.: Харч. пром-ість, 1995. 145 с.
66. Тимошук І. І., Черниш М. Ю., Яворський В. В. Технологія м'яса і м'ясопродуктів. К.: Урожай 1992. 160 с.
67. Черников М. П. Протеолиз и биологическая ценность белков. М.: Медицина, 1975. 231 с.
68. Пивоварова О. П., Пивоваров Є. П. Дослідження стану води та вологоутримуючої здатності структурованих систем на основі альгінату натрію // Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві: зб. наук. пр. / Харківський держ. ун-т. харчування та торгівлі. 2009. Вип. 2 (10). С. 170–177.

69. Пивоваров П. П., Прасол. Д. Ю. Вода та її значення у формуванні фізико-хімічних, органолептичних показників сировини та продуктів харчування // Теоретичні основи технології харчових виробництв: навч. посібник. Ч.4. Харків. ХДУХТ, 2003. 48 с.
70. Рогов І. А., Жаринов А. І., Козюлін Г. П. Загальна технологія м'яса і м'ясопродуктів. М.: Колос, 2000. 367с.
71. Рогов І. А., Забашта А. Г., Гутнік Б. Е. Довідник технолога ковбасного виробництва. М.: Колос, 1993. 431 с.
72. Тарте Р. Ингредиенты в производстве мясных изделий. Свойства, функциональность, применение // М.: Произдат 2015. 346 с.
73. Матюхина З. П. Основы физиологии питания, микробиологии, гигиены и санитарии: учебник для нач. проф. образования М.: Издательский центр «Академия», 2013. 256 с.
74. Олексієнко Я. І., Шахматов В. А., Верещагіна О. П. Харчування та його вплив на здоров'я людини: навчально-методичний посібник. Черкаси: ПП Чабаненко Ю. А., 2014. 42 с.
75. Осипенко А. А. Потребление VRL: <http://sportlife.org.ua/uk/Voda/Potreblenie-vody.html>.
76. Димань Т. М., Барановський М. М., Білявський Г. О., Власенко О. В., Мороз Л. В. Екотрофологія. Основи екологічно безпечного харчування: Навчальний посібник. К.: Лібра, 2006. 304 с.
77. Дымань Т. Н., Шевченко С. И., Берзина С. В. Новые тенденции в питании человека. К.: Гнозис, 2007. 76 с.
78. Кузьмінська О. В., Червона М. С. Значення раціонального здоров'я молоді. К.: Державний інститут проблем сім'ї та молоді, Український ін-т соціальних досліджень, 2004. Кн. 4. 128 с.
79. 10 міфів про схуднення. VRL: <http://krasotki.blox.ua/2010/03/Yak-shudnuti-nazavzhdi.html>
80. Малахов Г. П. Здоровое питание: авторский учебник. СПб ИК КОМПЛЕКТ, 1997. 490 с.

81. Скальный, А. В., Рудаков И. А., Нотова С. В., Бурцева Т. И., Скальный В. В., Баранова О. В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии. Оренбург: ГОУОГУ, 2005. 117 с.
82. Давис А. Нутрицевтика. Питание для жизни, здоров'я и долголетия. М.: Саттва, 2004. 544 с.
83. Тутельян В. А., Спиричев В. Б., Суханов Б. П., Кудашева В. А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека: справочное руководство по витаминам и минеральным веществам М.: Колос, 2002. 424 с.
84. Філіпов М. В. Сучасний стан та проблеми функціонування ринку м'ясної продукції в Україні: вісник ОНУ ім. І. Мечнікова. 2013. Т. 18, вип. 2/1. С 183–187.
85. Мандра Н. М., Денисович Ю. Ю. Перспектива вдосконалення технологічних методів переробки м'яса курчат-бройлерів // Зберігання та переробка сільгоспсировини. М.: Харчова пром-ість, 2006. № 10, С. 41.
86. Ринок ковбасних виробів: визначення ситуацій та пошук шляхів розвитку. VRL: <http://www.proagro.com.ua/news/proagro/4070543.html>
87. Колесова Л. Произвести и продать // М'ясний бізнес. 2007. №5(55). С 64–66.
88. Вязовская С. Демократический продукт. Тенденции на рынке Украины. VRL: <http://www.meatbusiness.ua>
89. Шугурова Т. Инновационный поход к производству натуральных полуфабрикатов // М'ясний бізнес. 2011. №4. С. 56–57.
90. Мощевикина О. Н. Совершенствование технологии маринованных полуфабрикатов из свинины: дис. ... канд. техн. наук. Улан-уде. 2009 VRL: <http://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-tehnologii-marinovannyh-polufabrikatov-iz-svininy>
91. Заценина Н. П. Совершенствование технологии комбинированных рубленых изделий и полуфабрикатов: дис. ... д-ра техн. наук. Воронеж. 2012. VRL: <http://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-tehnologii-kombinirovannyh-rublenyh-izdeliy-i-polufabrikatov>

92. Сухоруков А. А. Разработка технологии рубленого полуфабриката функциональной направленности из гидробионтов: дис. ... канд. техн. наук. Улан-Уде. 2011. VRL: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-rublenogo-polufabrikata-funktsionalnoy-napravlenosti-iz-gidrobiontov>

93. Морозкина И. К. Разработка технологии рубленых полуфабрикатов на мясной основе для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний: дис. ... д-ра техн. наук. М. 2007. VRL: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-rublenyh-polufabrikatov-na-myasnoy-osnove-dlya-profilaktiki-serdechno-sosudistyh-zabolevaniy>

94. Статичний аналіз ринку заморожених продуктів. VRL: http://www.radakmu.org.ua/file/zvit_Bartkovskogo.doc.

95. Огляд ринку м'ясних консервів. VRL: <http://www.souz-inform.com.ua/index.php>

96. Ковальчук А. Крупнейшие аграрные компании України: м'ясопереробна промисловість // Дело. 2015. VRL: <http://delo.ua/business/markets>

97. Мазуренко О. В. Продовольча безпека та поточна ситуація з пропозиції виробництва та споживання м'яса // Вісник Уманського національного університету садівництва. 2015. Вип. 77. С. 105–111.

98. Зубця М. В., Саблука П. Т., Месель-Веселяка В. Я., Федорова М. М. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку). К.: ННЦ ІАЕ, 2011. 1008 с.

99. Скальная М. Г., Дубовой Р. М., Скальный А. В. Химические элементы – микронутриенты как резерв восстановления здоровья жителей России. Оренбург: РИКГОУОГУ. 2004. 239 с.

100. Самсонов М. А., Покровский А. А. Справочник по диетологии М.: Медицина, 1992. 464 с.

101. Покровский А. А. Беседы о питании М.: Экономика, 1986. 367 с.

102. Нечаев А. П., Витол И. С. Безопасность продуктов питания: учебное пособие. М.: Издательский комплекс МГУПП, 1999. 87 с.

103. Маймулов В. Г., Якубова И. Ш., Чернякина Т. С. Питание и здоровье детей. СПб.: СПбГМА им. И. И. Сеченова, 2003 354 с.
104. Мартинчик А. Н., Маев И. В., Петухов А. Б. Питание человека (основы нутрициологии). М.: ГОУВУНМЦМЗРФ, 2002. 572 с.
105. Агаджанян Н. А., Скальный А. В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека М.: Медицина, 1999. 69 с.
106. Рудаков И. А., Нотова С. В., Бурцева Т. И., Скальный В. В. и др. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии. Оренбург: ГОУОГУ, 2005. 117 с.
107. Маюрникова Л. А., Позняковский В. М., Суханов Б. П., Гореликова Г. А. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность. М.: Издательство «Гиорд», 2012. 127 с.
108. Сложенкина М. И., Горлов И. Ф. Разработка технологии мясных изделий с использованием растительных белково-углеводных комплексов и биологически активных веществ. Волгоград: ВолгГТУ, 2015. 254 с.
109. Бессонова Л. П., Антипова Л. В. Метрология, стандартизация и сертификация продуктов животного происхождения. М.: Гиорд, 2013. 236 с.
110. Е. Н. Чернобай Технология хранения, переработка и стандартизация продукции животноводства – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2013. – 96 с.
111. Георгиевский В. П. Технология и стандартизация лекарств. СПб.: Фарм. 2000. Т. 2, 782 с.
112. Быков В. П. Технология рыбных продуктов. М.: Пищевая пром-сть, 1980. 282с.
113. Тишин В. Е. Технология производства и использование агара, фулцеллерана и альгината натрия за рубежом: Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ // Технология обработки рыбы и морепродуктов, сер.3, вып.4. – М., 1971, с.21–26.
114. Lagergen J., Bergstrom R., Lindgren A. Symptomatic gastroesophageal reflux as a risk factor for esophageal adenocarcinoma // New Engl. Med. 1999. Vol. 340. P. 825–831.

115. Washington N. Int J Pharmaceut. 1985. Vol. 27. P. 279–286.

116. Агаркова Е. Ю. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Разработка технологии функциональных эмульсионных аэрированных продуктов на основе трансформации полипептидных комплексов / Москва. – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-funktsionalnyh-emulsionnyh-aerirovannyh-produktov-na-osnove-transformatsii-polipeptidnyh-kompleksov>

117. Щипцов В. Н. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Разработка технологии мясных рубленых обогащенных кулинарных изделий для детского питания / Москва. – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-myasnyh-rublenyh-obogaschennyh-kulinarnyh-izdeliy-dlya-detskogo-pitaniya>

118. Смыков И. Т. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Моделирование процессов структурирования и управление структурообразованием в гетерогенных биополимерных системах. / Москва. – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/modelirovanie-protsessov-strukturirovaniya-i-upravlenie-strukturoobrazovaniem-v-geterogennyh-biopolimernyh-sistemah>

119. Шарипова Т. В. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Исследование и разработка технологии мясорастительных полуфабрикатов для геродиетического питания / Кемерово. 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: tekhnosfera.com/issledovanie-i-razrabotka-tehnologii-myasorastitelnyh-polufabrikatov-dlya-gerodieticheskogo-pitaniya

120. Омаров Р. С. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Разработка технологии реструктурированного мясoproдукта с использованием белковых

структурообразователей животного происхождения / Ставрополь. 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-restrukturirovannogo-myasoprodukta-s-ispolzovaniem-belkovyh-strukturoobrazovateley-zhivotnogo-prois>

121. Бунина О. Ю. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Разработка технологии мясопродукта для лиц с избыточной массой тела / Ставрополь. – 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-myasoprodukta-dlya-lits-s-izbytochnoy-massoy-tela>

122. Лукин А. А. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Исследование и разработка технологии производства мясного хлеба с использованием белкового полуфабриката / Кемерово . 2013 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/issledovanie-i-razrabotka-tehnologii-proizvodstva-myasnogo-hleba-s-ispolzovaniem-belkovogo-polufabrikata>

123. Чижова П. Б. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Разработать технологию замороженных фруктовых десертов с молочными продуктами / М. – 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/razrabotat-tehnologiyu-zamorozhennyh-fruktovyh-desertov-s-molochnymi-produktami>

124. Дашиева Л. Б. автореферат диссертации по технологии продовольственных продуктов, 05.18.04, диссертация на тему: Разработка белково-жировой эмульсии для рубленых полуфабрикатов из мяса птицы / Улан-Удэ. – 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-belkovo-zhirovoy-emulsii-dlya-rublennyh-polufabrikatov-iz-myasa-ptitsy>

125. Glenn R. Schmidt, Warrie J. Means Process for preparing algin/calcium gel structured meat products US 4603054 A 1988-1990 (Патент)

126. Schmidt, Glenn R. (Ft. Collins, CO) Means, Warrie J. (Ft. Collins, CO) United States Patent 4603054 Process for preparing algin/calcium gel structured

meat products /Dialog Search-Food Sci. & Technology Abstracts. Technical Bulletin F-83, Kelco Company, Jan., 1984. Beef, Oct., 1984, page 6.

127. Pereyra, Ricardo Interaction and stabilization of acidified casein dispersions with low and high methoxyl pectins [Text] / Ricardo Pereyra, A. Schmidt Karen, Louise Wicker // J. Agr. and Food Chem. – 1997. – Vol. 45, № 9. – P. 3448 – 3451.

128. Дмитрик І. Особливості використання харчових текстур у молекулярній технології [Текст] / І. Дмитрик // Товари і ринки. – 2009. – № 2. – С. 58–64.

129. Токарчук Ю. Характеристика та застосування поверхнево-активних речовин (ПАР) [Текст] / Ю. Токарчук та ін. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. – №6. – С. 18–22.

130. Калугіна І. М. Моделювання драгледоподібних страв функціонального призначення з добавками морських водоростей / І. М. Калугіна // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 4. – С. 14–16.

131. Некрасов П. О. Дослідження фізіологічних властивостей жирових емульсійних систем, збагачених діацилгліцеридами / П. О. Некрасов // Вопр. Химии и хим. технологи. – 2010. – № 4. – С. 55–58.

132. Мусина О. Н. Получение эмульсионных продуктов как пример инновационно-проектной деятельности в пищевой отрасли / О. Н. Мусина, А. И. Лосева, Е. А. Сафонова и др. // Пищевая промышленность. – 2012. – № 9. – С. 10–12.

133. О секретах желирования и студнеобразования: мастер-класс канадской олимпийской команды кулинаров [Текст] // Питание и общество. – 2011. – № 8. – С. 14–15.

134. Mc Natt Kristen, W. Foods colors and safety; consumer viewpoint [Text] / W. Mc Natt Kristen, E. Powers Mary, A. Sloan Elizabeth // Food Tecnol. – 2006. – P. 15–17.

135. Свиридов В. В. Влияние природы студнеобразователей на свойства пищевых студней [Текст] / В. В. Свиридов, А. В. Банникова, Н. М. Птичкина // Изв. высш. учеб. заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 1. – С. 59–61.

136. Колісніченко Т. О. Обґрунтування доцільності використання морських водоростей при виробництві емульсійних соусів / Т. О. Колісніченко // Риб. Госп-во України. – 2010. – №7. – С. 14–15.

137. Жаринов А. И. Краткие курсы по основам современной технологии переработки мяса [Текст] : Часть 1 / А. И. Жаринов; под ред. М. П. Воякина // Эмульгированные и грубо измельченные мясопродукты. – М.: Итар-ТАСС, 2014. – 154 с.

138. Nechepurenko K. V. Pivovarov P. P. Technological aspects of obtaining structured emulchion in composition of meat products / Eastern-european Journal of enterprise technologies. Kharkov – Vol 2, No 12(68) 2014. – С. 79–84.

139. Погожих Н. И. Разработка интенсивного способа сушки картофеля со смешанным тепло подводом и анализ процессов методом ЯМР : дисс. канд. техн. наук : 05.18.12 / Погожих Николай Иванович. – Одесса, 1989. – 158 с.

140. Ратушный А. С. Математическо-статистическая обработка опытных данных в технологии продуктов общественного питания : методические указания / А. С. Ратушный, В. Г. Топольник. – М., 1993. – 176 с.

141. Скурихин И. М. О методах определения содержания минеральных веществ в продуктах // Вопросы питания. – 1981. – № 2. – С. 10–15.

142. Mohammad Outokesh. Preparation of stable alginate microcapsules coated with chitosan or polyethyl-eneimine for extraction of heavy metal ions / Mohammad Outokesh, Hitoshi Mimura, Yuichi Niibori, Kouichi Tanaka // Journal of Microencapsulation. – 2006. – V. 23 – № 3. – P. 291–301.

143. Marek Bucko. Round robin experiment «Bead production technologies» / Marek Bucko, Brancko Bugarski // XII International workshop bioencapsulation. – 2004. – P. 17–20.

144. Mc Hugh D. J. Production, properties and uses of alginates / McHugh D.J. – Rome, FAO: FAO Fisheries Technical Paper № 288, 1987. – P. 58–115.

145. Манаенков О. В. Влияние физико-химической модификации на массоперенос в альгинатных гидрогелях: Дис. ... канд. хим. Наук : 02.00.04 / О. В. Манаенков. – Тверь, ТГТУ, 2005. – 126 с.

146. J. Peter Clark Food Encapsulation: Capturing One Substance by Another // Food Technology. – 2002. – Vol. 56 – № 11. – P. 63 – 65.

147. Янчева М. А. Разработка технологии комбинированных мясных изделий с использованием полифункционального препарата коллагена : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Янчева Марина Александровна. – Х., 2000. – 242 с. 274.

148. Кудряшева А. А. Пища XXI века и особенности ее создания // Пищевая пром-сть. – 2014. – №1. – С. 66–68.

149. Кочеткова А. П. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты /А. П. Кочеткова, А. Ю. Колесников // Пищевая пром-сть. – 1999. – №4. – С.7–10.

150. Козин И. И. Применение эмульсий в пищевой промышленности. – М: Пищевая пром-сть, 1966. – 251 с.

151. Сафонова О. Н., Радченко А. С., Фомичева Е. В. Проблемы повышения производительности труда // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. Научно-информационный журнал. Пенза, Изд-во ПГУ. – 2014. № 1(9). С. 49–54.

152. Гринченко О. А. Научное обоснование и разработка технологии кулинарной продукции на основе полуфабрикатов функциональных композиций: Дис...д-ра. техн. наук. – Харьков, 2005. – 386 с

153. Медведовский, Я. С. Технология мясных фаршевых изделий с биологически активными веществами [Текст]: Дисс...канд. техн. наук / Я. С. Медведовский; 05.18.16-технология продуктов питания; Науч. рук. А. Т. Васюкова. – Донецк, 2003. – 165 с.

154. Большакова В. А. Технология паст эмульсионного типа с использованием зернового сырья: Дис...канд. техн. наук. – Харьков, 2001. – 286 с.

155. Козин Н. И. Применение эмульсий в пищевой промышленности. М.; 1966 г. – 251 с.

156. Пестина А.О. Технология реструктурированного полуфабриката из дыни. Дисс. На соиск. учен. степени канд. тех. наук, специальность 05.18.16 «Технология продуктов питания», Харьков, ХДУХТ, 2008, 177 с.

157. Пивоваров Е.П. Технологія драгледоподібної десертної продукції з використанням систем крохмаль-функціональний полісахарид. Дисс. На соиск. учен. степени канд. тех. наук, специальность 05.18.16 «Технология продуктов питания», Харьков, ХДУХТ, 2003, 180 с.

158. Рябец О.Ю. Технологія емульсійних виробів з грибів. Дисс. На соиск. учен. степени канд. тех. наук, специальность 05.18.16 «Технология продуктов питания», Харьков, ХДУХТ, 2003, 180 с.

159. ТУ 15.4 – 24034529-005-2003 (ТУ 6-09-5077-83) Кальций хлорид 2-водный (кальций хлористый Ч).

160. ДСТУ 4589: 2006 Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення яловичини за кулінарним призначенням. Технічні умови.

161. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. – Взамен ГОСТ 2874-73. Введ. 01.01.85. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 14 с.

162. ГОСТ 6709-72. Вода дистиллированная. Технические условия. – Взамен ГОСТ 6709-53. Введ. 01.01.1974. – М.: Изд-во стандартов, 1972. – 16 с.

163. ГОСТ 26668-85. Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов. – Введ. 01.07.1986 – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 5с.

164. ГОСТ 26669-85. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. – Введ. 04.12.1985. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 9 с.

165. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Минерализация для содержания токсических элементов. – Взамен ГОСТ 26929-86. Введ. 01.01.96. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 23 с.

166. Горальчук А. Б., Пивоваров П. П., Гринченко О. О., Полевич В. В., Гурський П. В. Реологічні методи дослідження сировини та харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Методичний посібник Харківського державного університету харчування та торгівлі. – Харків, 2006. – 63 с.

167. Современные вычислительные системы и программное обеспечение [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nad-vasiluk.narod.ru/po.htm>

168. ГОСТ 8462 – 75 Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе.

169. ГОСТ 5346 – 78 «Методі определения пенетрации пенетрометром с конусом», взамін ГОСТ 5346-50.

170. Постнов Г. М., Чеканов М. А. Автоматизація процесу отримання експериментальних даних за допомогою модернізованого пластометру Толстого для визначення структурно-механічних властивостей м'яса // Зб. наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі.» – Харків: ХДУХТ, 2006. – Вип.2 (4). – С.271–275.

171. Крайнюк Л. Н. К вопросу о совершенствовании методики определения водосвязывающей способности мяса и мясопродуктов / Л. Н. Крайнюк, Ю. А. Савгира, Е. Б. Позднякова, М. А. Янчева // Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв : зб. наук. пр. : у 2 ч. – Х., 2000. – Ч. 1. – С. 119 – 123.

172. Журавская Н. К. Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов / Н. К. Журавская, Б. Е. Гутник, Н. А. Журавская. – М. : Колос, 1999. – 176 с.

173. Антипова Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М. : Колос, 2004. – 571 с.

174. ГОСТ 11103-85 Метод определения термической стойкости.

175. ГОСТ 5900-73 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ.

176. Отбор проб для физико-химических исследований : ГОСТ 4288. – К. : Изд-во стандартов, 1976. – 5 с.

177. Отбор проб для физико-химических исследований :ГОСТ 7269. – К. : Изд-во стандартов, 1979. – 5 с.

178. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

179. ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення (ISO 11290-1:1996, IDT)

180. ДСТУ ISO 11290-2:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 2. Метод підрахування (ISO 11290-2:1998, IDT).

181. ДСТУ ISO 6579:2006 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Методика виявлення *Salmonella* spp (ISO 6579:2002, IDT).

182. ГОСТ 30518-97 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).

183. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца (с Изменением N 1).

184. ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия.

185. ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. распространяется на сырье и пищевые продукты и устанавливает колориметрический и атомно-абсорбционный методы определения ртути.

186. МУ 5178-90 Методические указания по обнаружению и определению содержания общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции.

187. ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (с Изменением N 1).

188. ГОСТ 26931-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди. распространяется на пищевые сырье и продукты и устанавливает полярографический и колориметрические методы определения меди.

189. ГОСТ 26934-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка.

190. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. распространяется на пищевое сырье и продукты и устанавливает метод определения свинца, кадмия, меди, цинка и железа.

191. ДСТУ 3946-2000 Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Основні положення.

192. Поздняковский В. М. Экспертиза мяса и мясопродуктов / В. М. Поздняковский. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2007. – 526 с.

193. Горбатов А. В. Реология мясных и молочных продуктов / А. В. Горбатов. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 283 с.

194. Методы анализа пищевых сельскохозяйственных продуктов и медицинских препаратов : [Пер. с англ.]. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 743 с.

195. Антипова Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов : учебное пособие / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М. : Колос, 2004. – 571 с.

196. Гуров А.Н. Методы оценки эмульгирующих свойств пищевых белков // Пищевая и перерабатывающая пром-сть. - 1987. -№1. - С.61 - 63.

197. Седюкин В.К. Методы оценки и управления качеством промышленной продукции / В.К. Седюкин, В.Д. Дурнев, В.Г. Лебедев - М.: ИИД "Филинь", Рилант, 2000. – 328 с.

198. Остриков А.Н. Исследование форм связи влаги в топинамбуре методом дифференциально-термического анализа / А.Н.Остриков, И.В.Кузнецова, И.А.Зуев //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – №7. – С. 33-35.

199. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості. Затверджено Наказом Міністерства промислової політики України від 09.07.07 р. № 373. – К.: ДКЕД, 2007. – 321 с.

200. Закон України «Про державний бюджет України на 2013 р.» – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5515-17>

201. Офіційний сайт Державної служби статистики України - Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

202. Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» із змінами та доповненнями – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2464-17>

203. Податковий кодекс України – із змінами та доповненнями – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>

204. ГОСТ 24816-81. Метод определения сорбционной влажности.

205. Погожих Н. И. Научные основы теории и техники пищевого сырья в массообменных модулях. // Дисс. докт. техн. наук. - Харьков, 2002. - 355с.

206. Вода в пищевых продуктах /Под ред. Р.Б. Дакуорта. Пер. с англ. М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 376 с.

207. Торяник А. И, Определение влагосодержания в пищевых продуктах методом ЯМР: Методическое пособие для аспирантов. / А. И. Торяник, А. Г. Дьяков., Д. А. Торяник – Х.: ХГУПТ, 2003. – 20 с.

208. Фаррар Т. Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР /Т. Фаррар, Э. Беккер. – М.: Мир, 1973. – С. 163.

209. Дьяков А. Г. Система управления спектрометром ЯМР / А. Г. Дьяков, А. Ф. Даниленко // Сборник научных трудов НТУ ХПИ «Информатика и моделирование» 26'2003. – с. 119–123.

210. Абрамзон А. А. Эмульсии. – М: Химия, 1972. – 448 с.

211. Старичков А. И. Структурообразование дисперсных систем // Пищевая пром-сть. – 2000. – №11. – С. 38–39.

212. Токаев Э. С., Рогов И. А. Производство продуктов повышенной пищевой ценности с использованием эмульсий: Обзорная информация. – М.: АгроЦНИИТЭИММП, 1988. – 32 с.

213. Патент № 31699 А Україна, МКИ, А 23 L 1/24. Спосіб отримання соусів емульсійного типу / П. П. Пивоваров, О. О. Гринченко, В. А. Большакова, С. Р. Ванецян, Л. Н. Мостова (Україна). – № 98105571; Заявл. 23.10.98; Опубл. 5.12. 2000, Бюл. № 7. – П-2 с.

214. Тарасова Л. И. Полисахариды как стабилизаторы Эмульсионных эмульсий / Л. И. Тарасова, Г. П. Михайлова, А. С. Стеценко и др. // Пищевая пром-сть. – 1994. – №11. – С. 8.

215. Нечаев А. П. и др. Эмульсия. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 30 с.

216. Колесникова М. Б., Крайнюк Л. М., Пивоваров П. П. Емульгуючі та стабілізуючі властивості полісахаридів і їх використання в технології емульсійних соусів // Вісник ДОНДУЕТ. – 1999. – № 4. – С. 97–103.

217. Большакова В. А., Гринченко О. О. Використання стабілізаційних систем в технології соусів // Актуальні проблеми сучасної науки у дослідженнях молодих вчених м. Харків: наук. пр. – Харків: АТ «Бізнес Інформ», 2000. С. 219–221.

218. Светлаков Д. Б. Разработка композиций на основе капа-каррагинана для регулирования реологических свойств эмульгированных мясопродуктов: Дис. ... канд. техн. наук : 05.18.07 : Москва, 2004 117 с. РГБ ОД, 61:05-5/881.

219. Е. Л. Комарова, Растительные полисахариды для молочной промышленности // Ежеквартальный журнал-каталог «МОЛОЧНАЯ РЕКА». – М.: «Наука и бизнес», № 4 2007 г. – С. 71–78.

220. Использование полисахаридов при производстве кулинарной продукции с пенной структурой / П. П. Пивоваров, О. А. Гринченко, С. В. Журавлев и др. – Харьков, 1990. – 120 с.

221. Богданов В. Д. Структурообразователи в технологии рыбных продуктов. – Владивосток.: Изд-во Дальневост. Университета, 1990. – 104 с.
222. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин и др., под ред. А. В. Горбатова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с.
223. Реометрия пищевого сырья и продуктов (справочник) / А. В. Горбатов, Ю. А. Мачихин, А. П. Максимов и др. – М. : Агропромиздат, 1990.
224. Пасичный В. Н. Проблемы и перспективы отечественного рынка пищевых добавок // Продукты & ингредиенты. – 2015. – № 2. – С. 24–26.
225. Ван Моурикс С. В. Мировой рынок пищевых добавок – состояние и перспективы // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 2. – С. 6–8.
226. Светлаков Д. Б. Каррагинаны. – М.: «Спецификации для пищевых добавок и рецептур», – 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://specin.ru/carraginan/98.htm>
227. Thickening and Gelling Agents for food. Edited by Alan Imeson, bchic Academie & Professional, UK. – 1994. – P. 343–389.
228. Кочеткова А. А. Пищевые гидроколлоиды: теоретические заметки // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2010. – №1. – С.10–11.
229. Европейский рынок гидроколлоидов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2000. – №1. – С.12–13.
230. Тутельян В. А. Биологически активные добавки в профилактическом и лечебном питании. Эволюция взглядов и подходов / В. А. Тутельян // Биологически активные добавки к пище и проблемы здоровья семьи : материалы V международного симпозиума – Красноярск, 2001 – С. 3–5.
231. Пищевые волокна / Дудкин М. С., Черно Н. К., Казанская И. С. и др., – К.: Урожай. – 1988. – 152 с.
232. Самсонов М. А. Концепция сбалансированного питания и её значение в изучении механизмов лечебного действия : пищи / М. А. Самсонов // Вопросы питания. – 2001. – №5. – С. 3–9.

233. Fat absorbion method centrifuge. Analitical Metods. Central Soya Co. Inc. – 1973. – 3 с.

234. Sudhacar V., Singal R.S., Kulkarni P.R. Starch-galactomannan interactions – functionality and rheological aspects // Food Chem. – 1996. – 55, №3. – С.259 – 264.

235. Лукьянов Г. А. Новейшие технологии в мясной промышленности – немецкие пищевые добавки и специи / Г. А. Лукьянов // Мясная индустрия. – 1998.– № 1. – С. 31 – 32.

236. Горбань В. Г. Технологія фаршу з яловичини ферментованої та кулінарних виробів на його основі : автореф. дис. на здобуття наук. Ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / В. Г. Горбань. – Харків, 2007. – 19 с.

237. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – М. : Экономика, 1982. – 720 с.

238. Тильгнер Д. Е. Органолептический анализ пищевых продуктов. М.: Пищепромиздат, 1962. – 338 с.

239. ISO 6658:1985. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:// www.ars_russia.com.

240. Самсонов М. А. Концепция сбалансированного питания и её значение в изучении механизмов лечебного действия : пищи / М. А. Самсонов // Вопросы питания. – 2001. – №5 . – С. 3–9.

241. Липатов Н. Н. Биотехнологические методы повышения пищевой ценности из низкосортного мясного сырья / Н. Н. Липатов, В. А. Алексахина, Н. Г. Бандуркин, Л. Ф. Митасева // Мясная промышленность [Обзор. информ. АгроНИИТЭИММП]. – 1990. – С. 36.

242. Розанцев Э. Г. Биохимия мяса и мясных продуктов / Э. Г. Розанцев. – М. : ДеЛи, 2006. – 236 с.

243. Притульська Н. В. Нетрадиційні компоненти сировини та використання у виробництві м'ясних консервів / Н. В. Притульська, С. В.

Козаченко, В. В. Гаврилишин // Формування асортименту та зберігання товарів у ринкових умовах: збірник наук. праць. – К., 1995. – С. 109 – 112.

244. Василевская Л. С. Физиологические основы проблемы питания / Л. С. Василевская // Вопросы питания. – 2002. – № 2 – С. 42–45.

245. Лерина И. В. Классификация интегральных характеристик качества мяса говядины, ферментированного протеолитическим препаратом протомегатерином Г20Х / И. В. Лерина, В. А. Коваленко, В. М. Куфтан // Товарознаводство – наука, практика та перспективи розвитку в умовах ринку: Матер. міжнар. наук.-практ. конф., – К., 1999. – Ч. 2. – С. 108.

246. Рогов И. А. Общая технология мяса и мясопродуктов / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М. : Колос, 2000. – 355 с.

247. Булычев И. Н. Разработка технологической схемы разделки говяжьих туш, унифицированной с международными системами : дисс. канд. техн. наук: 05.18.04 / Булычев Игорь Николаевич. – Москва, 2007. – 197 с.

248. Касьянов Г. И. Технология производства паштетов и фаршей / Г. И. Касьянов. – РнД: Март, 2004. – 304 с.

249. CRC Handbook of Chemistry and Physics. – 90ed. – CRC Press, 2010. – С. 8-113

250. Ben E. Smith, Paul A. Sutton, C. Anthony Lewis. Analysis of ARN naphthenic acids by high temperature gas chromatography and high performance liquid chromatography. J. Sep. Sci. 2007, 30, 375—380. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jssc.200600266/pdf> Свойства органических соединений: Справочник. – Под ред. Потехина А.А. – Л. : Химия, 1984. – С. 262–263.

251. Вітаміни рослинних олій. <http://drvitaminkin.com/vitaminy-v-produktah/bazovye/v-rastitelnom-masle.html>

252. Кайм Х. Технология переработки мяса. Немецкая практика. Практическое руководство / Х. Кайм 12-го изд. СПб.: Профессия, 2008. – 488 с.

253. Чиркина Т. Ф. Рубленые мясные полуфабрикаты с измененным химическим составом / Т. Ф. Чиркина, А. Б. Павлова, А. М. Золотарева // Мясная индустрия. – 2002. – № 10. – С. 20–21.

254. Забашта А. Г. Использование низкосортного сырья для производства мясных продуктов / А. Г. Забашта, В. Н. Письменская, Н. Н. Цветкова // Мясная индустрия. – 2002. – № 11. – С. 18–20.

255. Янчева М. А. Разработка технологии комбинированных мясных изделий с использованием полифункционального препарата коллагена: дисс. канд. техн. наук : 05.18.16 / Янчева Марина Александровна. – Х., 2000. – 242 с.

256. Webster I. D. Protein hydrolysates from meat industry products / I. D. Webster, D. A. Ledward, R. A. Lawrie // Med. Sci. – 1990. – V. 7.– № 2. – P. 147–157.

257. Гурский П.В. Технологія паст на основі сиру кисломолочного нежирного. Дисс. На соиск. учен. степени канд. тех. наук, специальность 05.18.16 «Технология продуктов питания», Харьков, ХДУХТ, 2008, 189 с.

258. A. Zwart, A. Buursma, E.J. van Kampen, B. Oeseburg, P.H.W. van der Ploeg, W.G. Zijlstra A Multi – wavelength spectrophotometric Method for the simultaneous determination of five Hemoglobin derivatives // J.Clin.Chem.Clin.Biochem, 1981. – 19, N7. – P. 457–463.

259. Коваль Т. В. Страх старості як чинник буття сучасної людини : автореф. дис. ... канд. філос. наук / Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. – Луганськ, 2012. – 20 с.

260. Василевская Л. С. Физиологические основы проблемы питания / Л. С. Василевская // Вопросы питания. – 2002. – № 2 – С. 42–45.

261. Дуденко Н. В. Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов её переработки: учебник / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцкая, В. В. Евлаш. – К.: ИНКОС, 2007. – 287 с.

262. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування / В. І. Смоляр. – К.: Здоров'я, 2000. – 180 с.

263. Шатнюк Л. Н. Научные основы новых технологий диетических продуктов с использованием витаминов и минеральных веществ : дисс д-р техн. наук / Л. Н. Шатнюк. – М., 2000. – 314 с.

264. Косой В. Д. Совершенствование производства колбас / В. Д. Косой, В. П. Дорохов. – М. : ДеЛи принт, 2006. – 766 с.

265. Якубчак О. М. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва / О. М. Якубчак, В. І. Хоменко. – Київ : Біопром, 2005. – 800 с.

266. Беляев М. И. Полуфабрикат многофункционального назначения из свежей крови убойных животных / М. И. Беляев, С. А. Терещенко, Г. В. Дейниченко // Проблемы индустриализации общественного питания страны: тез. докл. 2-й. Всесоюз. науч. конф. – Харьков, 1989. – 104 с.

267. Спиричев В. Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные подходы и практические решения / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Поздняковский // Пищевая промышленность. – 2003. – №3. – С. 10–17.

268. Angelo Allen. T. St. A brief introduction to food emulsions and mulsifiers // Food Emulsifiers: Chem., Technol., Funct, Prop. And Appl. /msterdam etc. – 1989. – P. 1 – 8.

269. Нечепуренко К. Б., Малафаєв М. Т. Дослідження в'язкості розчинів натрію альгінату від концентрації і температури [Текст] / К. Б. Нечепуренко, М. Т. Малафаєв // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі – Вип. 2 (6), Харків, – 2014. – С. 87– 95.

270. De Conick V., Vanhemelrick J. Maltodextrin as partial fat replacement in salad dressings and margarine // Food Ingredients Eur. Conf. Proc. – 1991. – № 5. С. 512 – 516.

271. Lawsan P. Use of carbohydrates as fat replacers// Food Ingredients and Process. – 1992. June. С. 150 – 157.

272. Пивоваров П. П. Теоретичні основи технології харчових виробництв. Навч. Посібник. Ч. 4. Вода та її значення у формуванні фізико-хімічних,

органолептичних показників сировини та продуктів харчування / П. П. Пивоваров, Д. Ю. Прасол. – Харків: ХДУХТ, 2003. – 48 с.

273. Сирохман І. В., Раситюк Т.М. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів. – К.: ЦНЛ, 2014. – 384 с.

274. Івашов В. І. Обладнання для переробки м'яса/В.І. Івашов. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 464 с.

275. Голубєв І. Г. Обладнання для переробки м'яса. Каталог / І. Г. Голубєв, В. М. Горін, А. І. Парфентьева. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2015. – 220 с.

Наукове електронне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

НЕЧЕПУРЕНКО Кристина Борисівна
ПІВОВАРОВ Павло Петрович
РАДЧЕНКО Людмила Олексіївна

**ТЕХНОЛОГІЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНИХ ПРУЖНИХ ЕМУЛЬСІЙ
ДЛЯ ВИРОБІВ ІЗ ФАРШІВ**

Монографія

Видано в авторській редакції

План 2019 р., поз 17 Один електроний оптичний диск (CD-ROM);
Супровідна документація. Об'єм даних 12,0 Мб.

Видавець і виготівник Харк. держ. ун-т харч. та торг.
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №4417 від 10.10.2012 р.