

УДК 637.521.039

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-1-4>

ХАРАКТЕРИСТИКА ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН ТА ВИВЧЕННЯ ЇХ ПОВЕДІНКИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ

К. О. ЩЕРБАК, здобувачка рівня вищої освіти бакалавр;

О. І. КАРМАЗОВ, здобувач рівня вищої освіти бакалавр;

Т. С. ЖЕЛЄВА, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології м'яса
(Державний біотехнологічний університет)

Анотація. Підвищений попит на заморожені м'ясні вироби робить актуальною проблему збереження їх структурних властивостей при низькотемпературній обробці та зберіганні, а сучасні тенденції в харчуванні людини потребують виробництва продуктів харчування мінімальної енергетичної цінності, з мінімальною кількістю жиру та наявністю речовин, що поліпшують травлення. Одним із способів вирішення даних проблем є можливість використання харчових волокон під час виробництва м'ясних заморожених виробів. Широке різноманіття харчових волокон вітчизняного та зарубіжного виробництва на ринку України потребує системних досліджень для окремих видів волокон. Так, метою роботи було надати характеристику харчових волокон та вивчити їх поведінку у водних розчинах. В роботі вивчено та охарактеризовано чотири види харчових волокон (апельсинове волокно, морквяна, картопляна та пшенична клітковина), представлених на ринку харчових добавок України.

Експериментальні дослідження дозволили визначити поведінку харчових волокон у воді та водних розчинах електролітів шляхом вивчення процесів їх набрякання. Встановлено, що процес набрякання всіх харчових волокон в перші (10...15)-60 с йде інтенсивно. Незалежно від складу розчинника (вода, розчин NaCl) максимальний ступінь набрякання харчових волокон досягається протягом (20...35)-60 с, а найбільші швидкості набрякання на початкових стадіях та ступінь набрякання мали апельсинові волокна та морквяна клітковина. Також встановлено, що час досягнення повного набрякання морквяної клітковини був найдовшим порівняно з усіма харчовими волокнами. Одержані результати дослідження дозволили відзначити апельсинові харчові волокна «Citri-Fi» для цілеспрямованого використання під час виробництва м'ясних заморожених виробів.

Ключові слова: заморожені м'ясні вироби, харчові волокна, харчові добавки рослинного походження, кінетичні криві набрякання, швидкість та ступінь набрякання.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Підвищений попит на заморожені м'ясні вироби робить актуальною проблему збереження їх структурних властивостей при низькотемпературній обробці та зберіганні, а сучасні тенденції в харчуванні людини потребують виробництва продуктів харчування мінімальної енергетичної цінності, з мінімальною кількістю жиру та наявністю речовин, що поліпшують травлення. Одним із способів вирішення цих проблем є можливість використання харчових волокон при виробництві м'ясних заморожених виробів. Вивченням даної можливості займалося багато науковців та фахівців, однак ця проблема досі лишається невирішеною та актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Харчові волокна – це багатокомпонентна суміш різних за своєю природою речовин, основними з яких є полісахариди – неіоногенні або аніоноактивні поліелектроліти.

Серед фізико-хімічних властивостей харчових волокон найважливішими є їх гідрофільність і висока вологоутримуюча здатність. В середньому, 1 г волокна зв'язує 3 мл води, але ця величина сильно коливається залежно від типу волокна. Ця здатність волокон зумовлена наявністю в них гідрофільних

функціональних груп: карбоксильних, карбоксиметильних, гідроксильних та ін. [1; 2].

Для кращого розуміння властивостей харчових волокон необхідно знати їх хімічний склад. Волокна являють собою рослинний полісахаридний комплекс, який пов'язаний з білками та жирами [1]. Загалом вони мають такий склад, мас. %: вуглеводи – 81, у тому числі клітковина – 68; протеїни – 8; жири – 1; волога – 7; зола – 3. Основну частину вуглеводів складають полісахариди целюлозної природи – нейтральні та кислі, що впливають на перебіг процесу набрякання [3].

Харчові волокна належать до харчових добавок рослинного походження, що мають широкий спектр функціонально-технологічних властивостей. У м'ясних продуктах їх зазвичай використовують як стабілізатори фаршевих емульсій та напівфабрикатів заморожених для запобігання відділення вологи при зберіганні виробів, збільшення виходу та покращення показників якості, збагачення м'ясних продуктів корисними для здоров'я харчовими волокнами [4].

Використанню харчових волокон у складі м'ясних заморожених виробів присвячено багато робіт [4–8], однак їх широке різноманіття на ринку України обумовлює необхідність в системних

дослідженнях для окремих видів. Відомо, що властивості харчових волокон визначаються структурою і співвідношенням формуючих їх компонентів. Значною мірою особливості харчових волокон обумовлені видом рослини, їх віком, технологією виділення [9]. Тому харчові волокна різних видів рослин відмінні один від одного і в кожному конкретному випадку потрібна оцінка їх властивостей. Це дозволило визначити напрям подальших теоретичних та експериментальних досліджень та їх перспективність.

Формування цілей статті. Проведений аналіз літературних даних дозволив визначити мету роботи – характеристика харчових волокон та вивчення їх поведінки у водних розчинах. Сформульовано завдання дослідження:

- підбір та аналіз харчових волокон для цілеспрямованого використання під час виробництва м'ясних заморожених виробів;
- вивчення поведінки харчових волокон у водних розчинах;
- обґрунтування рекомендації щодо використання харчових волокон у технологіях м'ясних заморожених виробів.

Предметами дослідження стали чотири види харчових волокон, які мають дозвіл на використання у харчовій промисловості:

- апельсинове волокно «Citri-Fi» (ТОВ «Компанія Євроімпекс»);
- морквяна клітковина «Нессе» (ТОВ «Мельниця приправ»);
- картопляна клітковина «Potex» (ТОВ «Альфа-Нова»);
- пшенична клітковина «ВіаФайбер WF1000» (ТОВ «Віанокс»).

Дослідження проводили на кафедрі технології м'яса Державного біотехнологічного університету. Досліджували поведінку харчових волокон у воді та водних розчинах електролітів шляхом вивчення процесів їх набрякання. Ступінь набрякання волокон визначали об'ємним методом – відношенням об'єму набряклого волокна до його вихідного об'єму. Даний показник з часом збільшувався і поступово наближався до рівноважного значення. Швидкість набрякання волокон визначали графоаналітичним методом шляхом побудови кінетичних кривих залежності ступеня набрякання волокон з часом.

Виклад основного матеріалу дослідження. З огляду на поставлені завдання проведено роботи в двох напрямках – теоретичному та експериментальному. Під час теоретичних досліджень було вивчено та охарактеризовано декілька популярних видів харчових волокон, представлених на ринку харчових добавок України.

Апельсинове волокно «Citri-Fi» (ТОВ «Компанія Євроімпекс») – натуральне цитрусове волокно, витягнуте з клітинних тканин висушеної

апельсинової м'якоти без використання хімічних реагентів за допомогою механічної обробки, а саме – шляхом розкриття і розширення структури осередків апельсинового волокна. Така структура здатна утримати велику кількість води і зберегти її протягом усього часу виробничого процесу і зберігання продукту [10; 11].

Більшість виробників харчових волокон намагаються збільшити їх вологоутримуючу здатність за рахунок зменшення розмірів їх частинок. Однак таке волокно поглинає і тримає велику кількість води лише на початковому етапі, а в процесі теплової обробки і під час зберігання продукції значно її втрачає.

Здатність апельсинових волокон зв'язувати воду і утримувати її після термообробки або заморожування залежить від ступеня гідрофільності, характеру поверхні і пористості частинок волокна. Велика кількість гідрофільних груп забезпечує здатність волокна до утримання води і набрякання [8; 10]. Citri-Fi має високу жирозв'язуючу здатність, емульгуючі, стабілізуючі, структуроутворюючі властивості, антиоксидантну дію, знижує забрудненість мікроорганізмами, збільшуючи тим самим термін зберігання і покращуючи свіжість харчових продуктів, стійкість до високих температур заморожування і розморожування. Покращує поживну цінність, оскільки є продуктом функціонального призначення, завдяки вмісту корисної для здоров'я людини дієтичної клітковини [8; 10; 12].

За органолептичними показниками Citri-Fi являє собою порошок світло-кремового кольору з нейтральним смаком і запахом [8]. Термін зберігання не більше 36 місяців при температурі не нижче 0 °С і не вище 32 °С і відносній вологості повітря 30–75% з дотриманням умов транспортування і зберігання [8; 13].

Харчові апельсинові волокна «Citri-Fi» не входять до переліку інгредієнтів, що підлягають обов'язковому декларуванню у складі продукту з індексом «Е» [11]. Високі функціонально-технологічні властивості в поєднанні з біологічною цінністю відносять їх до поліфункціональних волокон для харчової промисловості. Основне призначення апельсинових волокон «Citri-Fi» – це підвищення енергоцінності, зниження собівартості, поява нових смакових рішень, поліпшення якості та органолептичних властивостей кінцевого продукту.

Завдяки своїм унікальним властивостям апельсинові волокна «Citri-Fi» знаходять широке застосування при виробництві м'ясної, кондитерської, молочної, хлібобулочної та рибної продукції, продуктів функціонального призначення, у тому числі і при виробництві масложирової продукції [8; 14; 15].

Основною перевагою використання волокон «Citri-Fi» є те, що поряд з формуванням необхідної

консистенції і поліпшенням органолептичних властивостей харчових продуктів, вони позитивно впливають на фізіологічні процеси організму людини: очищають від шлаків, знижують холестерин, виводять важкі метали, покращують функціонування шлунково-кишкового тракту. Волокна дозволяють розширити асортимент продуктів, корисних для здоров'я.

Рекомендовані норми використання у складі м'ясних заморожених виробів становить 0,1–3% [8; 12].

Інноваційний процес виробництва і високі технологічні властивості «Citri-Fi» в поєднанні з біологічною цінністю дозволяють визначити основне призначення апельсинових волокон «Citri-Fi» – це зниження собівартості, поліпшення якості та органолептичних властивостей готового продукту, підвищення поживної цінності, що робить їх унікальними у порівнянні з іншими видами харчових волокон. Продукт «Citri-Fi» виробництва заводу Fiberstar Inc., США був нагороджений срібною медаллю на Європейській виставці харчових добавок в номінації «Найбільш інноваційна харчова добавка» [12; 13].

Морквяна клітковина «Нессе» від фірми-виробника «Мельниця приправ» вже давно зарекомендувала себе на ринку харчових добавок та серед фахівців харчової галузі, у тому числі м'ясної. Її використовують в якості харчового волокна, що добре набрякає, з метою часткової заміни м'ясної сировини.

Здатність морквяної клітковини поглинати значні кількості вологи обумовлює її ефективне застосування в якості стабілізатора фаршевої структури при виготовленні продуктів, що містять гідратовані тваринні та рослинні білки і емульсії на їх основі. Вологоутримуюча здатність волокнистих структур моркви перевищує показник будь-яких інших клітковин в 4–5 разів і становить 1:10–19, в залежності від рівня заміни м'ясної сировини.

Морквяна клітковина має антиоксидантну дію, що особливо актуально для продуктів з м'яса птиці механічної обвалки та продуктів, підданих тривалому зберіганню, у тому числі в замороженому вигляді. Використання клітковини «Нессе» в січених м'ясних напівфабрикатах до 50% знижує втрати при смаженні, при цьому зберігає соковитість і підсмажений зовнішній вигляд.

Рекомендована норма застосування становить 0,5–2% або 1:8–10.

Морквяну клітковину вносять в фарш в сухому вигляді або після попередньої гідратації. В сухому вигляді клітковину вносять на м'ясну нежирну сировину на першому етапі. Ступінь зв'язування вологи і рівень внесення клітковини в сухому вигляді залежить від якості м'ясної сировини, рецептури, типу обладнання, вимог, що пред'являються до якості готового продукту.

Для повного розкриття функціональних властивостей клітковини «Нессе» рекомендується проводити її попередню гідратацію теплою водою (35–45 °С) з подальшим охолодженням за температури 0–4 °С. Попередню гідратацію клітковини проводять в куттері або в мішалці. Допускається її внесення на стадії додавання жирної сировини. Гідратація харчових волокон залежить від рівня заміни м'ясної сировини в рецептурі. Так, при заміні м'ясної сировини до 10–15% морквяною клітковиною ступінь її гідратації повинен становити 1:10–15, а при заміні м'ясної сировини до 15–20% – гідратація 1:8–10.

Морквяну клітковину можна застосовувати спільно з будь-яким порошкоподібним тваринним або рослинним білком [16].

Картопляна клітковина Potex, шведської компанії «Lyckeby Starch AB» фірми-представника в Україні ТОВ «Альфа-Нова», є продуктом переробки картопляних очисток і залишків стін картопляних бульб без використання хімічних процесів. Частка клітковини становить 1% від загальної ваги картоплі, в той час як частка крохмалю – близько 20%. Проте, виробництво картопляної клітковини дуже перспективне, бо вона є найціннішою частиною картоплі.

Найбільш важлива властивість картопляної клітковини – підвищена здатність зв'язувати вологу. Порожні, висушені клітини клітковини при контакті з водою знову набувають своїх розмірів і структури. Фактична здатність зв'язування води клітковиною залежить від зовнішніх умов. Встановлено, що високі температури не впливають на вологоутримуючу здатність Potex, а навпаки, при підвищенні температури до 90 °С вологоутримуюча здатність збільшується на 20%. Крім того, Potex витримує холод без втрати вологоутримуючої здатності. Навіть багаторазові повторювані цикли заморожування та розморожування не впливають на вологоутримуючу здатність Potex.

Клітковина Potex також володіє високою жируотримуючою здатністю та нерозчинна у воді, що дозволяє виробляти стійкі суміші жиру і води в співвідношенні 8:8:1 (вода:жир:Potex). Вона добре витримує рН від 3 до 10. Так, при рН 4, вологоутримуюча здатність Potex залишається фактично без змін.

Potex багате на дієтичне волокно: майже в 2 рази перевищує вміст в пшеничних висівках. Картопляні волокна містять пектин і геміцелюлозу, які впливають на метаболізм та функції кишечника. Potex має низьку калорійність – 75 ккал/100 г. На відміну від зернових волокон, Potex містить менше фітинової кислоти, яка зв'язує мінерали і обмежує їх засвоєння організмом.

Potex легкий у використанні та може легко змішуватися з іншими інгредієнтами і водою без побічних ефектів осідання і утворення грудок.

Цей комплекс властивостей робить клітковину незамінним компонентом при виробництві м'ясних продуктів. Рекомендована норма використання в м'ясних виробах – 0,3...1% до маси несоленої сировини [17; 18].

Серед широкого асортименту пшеничного волокна, представленого на ринку, необхідно виділити пшеничну клітковину ВіаФайбер WF1000 компанії Віанокс – однієї з лідерів на ринку харчових інгредієнтів України, що пропонує пшеничну клітковину для харчової промисловості, зокрема м'ясної.

Пшенична клітковина ВіаФайбер WF1000 складається з баластних речовин і має велике значення з точки зору біологічної цінності і принципів здорового харчування. Клітковина є харчовими волокнами і дозволена до застосування як харчова добавка. Вона служить не тільки для збагачення продуктів баластними речовинами, а й пропонує цілий ряд функціональних і технологічних рішень.

Головна функціональна особливість клітковини – її висока волого- і жирозв'язуюча здатність – 1:12 та 1:5 відповідно. Оскільки волокна клітковини мають капілярну структуру, утримання води відбувається не тільки поверхнею волокон, а й всередині капілярних каналів, в результаті чого волога рівномірно розподіляється і міцно утримується, покращуючи структуру готового продукту. Додавання всього 2% харчових волокон значно підвищує показник вологозв'язування в харчовій системі. Оскільки рідина транспортується в серцевину волокон целюлози по капілярах, консистенція не зазнає ніякого негативного впливу, що забезпечує стабільність продукту.

Використання даної клітковини при виробництві січених м'ясних напівфабрикатів дозволяє стабілізувати реологічні характеристики фаршу. Завдяки високій волого- і жирозв'язуючій здатностям клітковина покращує процес формування, знижує втрати при термічній обробці, при цьому зберігається соковитість і привабливий зовнішній вигляд готової продукції.

При заморожуванні напівфабрикату гідроксильні групи целюлози зв'язують молекули води, внаслідок чого вони не кристалізуються, що призводить до поліпшення якості, оскільки при розморожуванні кристали льоду не руйнують стінки клітин. Отже, не відбувається втрата м'ясного соку.

Рекомендована норма використання в січених напівфабрикатах – не більше 2% до маси несоленої сировини. Закладка здійснюється в фаршмішалці разом з м'ясною сировиною і ретельно перемішується протягом 5–10 хв, потім додають інші компоненти рецептури відповідно до технологічної схеми [19].

Отже, проведена частина теоретичних робіт дозволяє стверджувати про доцільність

використання наведених видів харчових волокон у складі м'ясних заморожених виробів.

Під час експериментальних досліджень було вивчено поведінку харчових волокон у водних розчинах шляхом визначення швидкості та максимального ступеня набрякання. Враховуючи, що загалом рецептура м'ясних заморожених виробів містить сіль кухонну у кількості близько 2%, то вважаємо доцільним також дослідити процеси набрякання харчових волокон у 1% та 2% розчині солі.

Кінетичні криві набрякання харчових волокон наведено на рис. 1, узагальнені кінетичні характеристики процесу набрякання харчових волокон – швидкість набрякання на початкових стадіях процесу (ω , кг/с), константа швидкості набрякання (k , с^{-1}), час досягнення повного набрякання (τ_{max} , с), максимальний ступінь набрякання волокон – граничне набрякання (α_{∞} , %) представлені в табл. 1.

Експериментально встановлено, що процес набрякання всіх харчових волокон в перші (10...15)·60 с йде інтенсивно, досягаючи максимального ступеня набрякання 450% (у воді дистильованій).

У розчинах електролітів має місце електростатична взаємодія іонів з іоногенними функціональними групами поліелектролітів. Так, при набряканні волокон у розчинах солі катіони натрію взаємодіють із негативно зарядженими карбоксильними групами, що входять до складу полігалактуронових кислот. У результаті загальний заряд макромолекул полісахаридів волокон зменшується. Як відомо, макромолекули поліелектролітів в ізоелектричному стані мають більш щільне пакування, яке не сприяє їхньому набряканню.

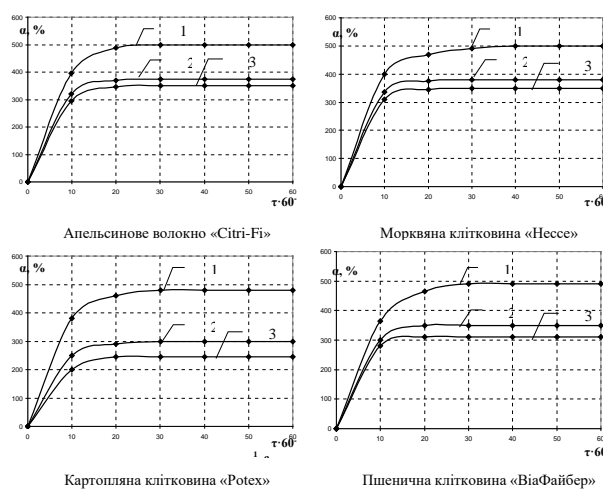


Рис. 1. Кінетичні криві набрякання харчових волокон ($t_{\text{набр}} = 14,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$): 1 – у воді; 2 – в 1% розчині NaCl; 3 – в 2% розчині NaCl

Таблиця 1

Характеристики процесу набрякання харчових волокон

Найменування розчинника	Кінетичні характеристики			
	$\omega \cdot 10^{-5}$, кг/с	k , с ⁻¹	$\tau_{\max} \cdot 60^{-1}$, с	α_{∞}
Апельсинове волокно «Citri-Fi»				
Вода дистильована	0,15	6,84	25	500
1% розчин NaCl	0,13	6,54	20	375
2% розчин NaCl	0,11	8,22	20	350
Морквяна клітковина «Нессе»				
Вода дистильована	0,15	6,76	35	500
1% розчин NaCl	0,14	6,74	25	380
2% розчин NaCl	0,12	8,46	25	350
Картопляна клітковина «Potex»				
Вода дистильована	0,14	6,78	30	480
1% розчин NaCl	0,10	8,54	25	300
2% розчин NaCl	0,09	9,22	20	245
Пшенична клітковина «ВіаФайбер»				
Вода дистильована	0,12	8,14	30	490
1% розчин NaCl	0,11	8,25	20	350
2% розчин NaCl	0,11	8,27	20	310

Набрякання волокон у водних розчинах електролітів пов'язане зі зміною фізичного стану його гідрофільних компонентів, зокрема білків та полісахаридів, під час їх взаємодії з гідратованими іонами.

Узагальнюючи одержані результати, можна стверджувати, що незалежно від складу розчинника (вода, розчин NaCl) максимальний ступінь набрякання харчових волокон досягається протягом (20...35)·60 с, що є основою для визначення технологічних параметрів виробництва м'ясних заморожених виробів, а саме витримки м'ясної системи до дозування. Також встановлено, що найбільш швидкість набрякання на початкових стадіях та ступінь набрякання як і у розчинах солі, так і у воді мають харчові волокна Citri-Fi та Нессе, найменшу – Potex. Однак, час досягнення повного набрякання Нессе був найдовшим порівняно з усіма харчовими волокнами (35·60 с).

Одержані експериментальні результати дослідження є підґрунтям як для обґрунтування вибору харчових волокон, так й визначення технологічних параметрів окремих операцій виробництва м'ясних заморожених виробів.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі. Результати проведених досліджень дозволили відзначити апельсинові харчові волокна «Citri-Fi» для цілеспрямованого використання під час виробництва м'ясних заморожених виробів. Вважаємо перспективним подальший напрям робіт із розробки нових рецептур заморожених м'ясних виробів із використанням у їх складі харчових апельсинових волокон «Citri-Fi», які дозволять розширити асортимент високоякісної і конкурентоспроможної м'ясної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баль-Прилипка Л. В. Актуальні проблеми галузі : навчальний посібник. Київ, 2010. 374 с.
2. Кватирка О. Клітковина: особливості використання харчових волокон у м'ясній промисловості. *М'ясні технології світу*. 2010. № 11. С. 28–32.
3. Пернеровська А. С., Желева Т. С. Сучасні аспекти використання харчових волокон під час виробництва функціональних м'ясних продуктів. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини* : матеріали VII міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 30-31 травня 2016 р. Кривий Ріг : ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2016. С. 98–99.
4. Желева Т. С., Розуменко А. Р. Вплив харчових добавок рослинного походження на функціонально-технологічні властивості заморожених м'ясних напівфабрикатів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. № 4. С. 50–60.
5. Biswas A. K., Kumar V., Bhosle S., Sahoo J., Chatli M. K. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *International Journal of Livestock Production*. 2011. Vol. 4. № 2. P. 45–54.
6. Желева Т. С. Перспективи використання фаршу м'ясного замороженого з сумішшю «KRIOMEAT» в сегменті HORECA. *Innovative development of hotel and restaurant industry and food production* : proceedings of I International scientific and practical Internet conference, 24.04.2020. Prague : Oktan-Print s.r.o., 2020. P. 36–37.
7. Желева Т. С., Янчева М. О., Большакова В. А. Суміші «KrioMeat» у технологіях виробництва напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених. *Розвиток технічних наук: проблеми та рішення* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Брно, 27-28 квітня 2018 р. Чеська Республіка, Брно, 2018 р. С. 91–95.

8. Баль-Прилипка Л. В., Леонова Б. І., Рябовол М. В. Використання харчових апельсинових волокон при виробництві м'ясних продуктів. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Том 25. № 6. С. 131–137. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/26352dbd-cd4d-491d-a237-312c54f82a36/content> (дата звернення: 02.04.2024).
9. Javůrková Z., Pospiech M., Zelenková M., Kameník J., Petrášová M., Tremlová B. Microscopic determination of Bamboo Fiber in Meat Products. *Potravinářstvo Scientific Journal for Food Industry*. 2015. Vol. 9. № 1. P. 190–194.
10. Де замовити харчові волокна «Citri-Fi» в Україні? Функціональні властивості харчових волокон. *Харчові технології*: веб-сайт. URL: <https://harch.tech/2022/05/17/euroimpex-citri-fi/> (дата звернення: 02.04.2024).
11. Харчові волокна Fiberstar Inc., США. *Компанія Євроімпекс*: веб-сайт. URL: <https://euroimpex.net.ua/ru/pishhevue-voлокna/> (дата звернення: 02.04.2024).
12. Citri-Fi Natural Citrus Fiber. URL: <https://www.fiberstar.net/citri-fi-natural-citrus-fiber-overview/> (дата звернення: 02.04.2024).
13. Fiberstar, Inc.: Citri-Fi® Citrus Fiber – Natural & Clean Label. URL: <https://www.fiberstar.net> (дата звернення: 02.04.2024).
14. Натуральні інгредієнти для покращення смаку та корисності варених ковбас. *Компанія Євроімпекс*: веб-сайт. URL: <https://euroimpex.net.ua/ru/11-naturalni-gridienti-dlya-pokrashheniya-smaku-ta-korisnosti-varenih-kovbas/> (дата звернення: 02.04.2024).
15. Беркіта О. Харчові апельсинові волокна у м'ясопереробній галузі. *М'ясні технології світу*. 2011. № 3. С. 34–35.
16. Nesse Ukraine. URL: <http://nesse-ukraine.com> (дата звернення: 02.04.2024).
17. Грек О.В., Онопрійчук О.О., Тимчук А.В., Овсієнко К.В. Визначення показників якості альбумінової пасти з клітковиною. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Том 23. № 6. С. 149–157. URL: <https://nuft.edu.ua/doi/doc/swnuft/2017/6/19.pdf> (дата звернення: 02.04.2024).
18. Шевчук Ю.С., Якимчук І.В., Грищенко А.М. Використання картопляної дієтичної харчової клітковини в хлібпеченні. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8272f4b9-9e5f-4be7-8dd2-da876cc43537/content> (дата звернення: 02.04.2024).
19. Клітковина ВіаФайбер. *Компанія Віанокс*: веб-сайт. URL: <https://vianoks.com.ua/ua/nashi-predlozheniya/myasnye-polufabrikaty-ua/kletchatka-prottekt-3-ua.html> (дата звернення: 02.04.2024).

REFERENCES

1. Bal-Prylypko, L. V. (2010). *Aktualni problemy haluzi [Current problems of the industry]*. Kyiv [in Ukrainian].
2. Kvaturka, O. (2010). Klitkovyna: osoblyvosti vykorystannia kharchovykh volokon u miasnii promyslovosti [Klitkovyna: the peculiarities of the pickling of grub fibers in meat industry]. *Miasni tekhnologii svitu – Myasni technologies to light*, 11, 28–32 [in Ukrainian].
3. Pernerovska, A. S., & Zhelieva, T. S. (2016). Suchasni aspekty vykorystannia kharchovykh volokon pid chas vyrobnytstva funktsionalnykh miasnykh produktiv [Modern aspects of the use of dietary fibers during the production of functional meat products]. *Materialy VII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii «Kharchovi dobavky. Kharchuvannia zdorovoi ta khvoroї liudyny» – Proceedings of the VII International Scientific and Practical Internet Conference «Nutritional supplements. Nutrition of a healthy and sick person»*. (pp. 98–99). Kryvyi Rih: DonNUET im. M. Tuhana-Baranovskoho [in Ukrainian].
4. Zhelieva, T. S., & Rozumenko, A. R. (2021). Vplyv kharchovykh dobavok roslynnoho pokhodzhennia na funktsionalno-tekhnolohichni vlastyvy zamorozhenykh miasnykh napivfabrykativ [The influence of food additives of vegetable origin on the functional and technological properties of frozen meat semi-finished products]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky – Taurian Scientific Bulletin. Series: Technical sciences*, 4, 50–60 [in Ukrainian].
5. Biswas, A. K., Kumar, V., Bhosle, S., Sahoo, J., & Chatli M. K. (2011). Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *International Journal of Livestock Production*, 2 (4), 45–54.
6. Zhelieva, T. S. (2020). Perspektyvy vykorystannia farshu miasnoho zamorozhenoho z sumishshiu «KRIOMEAT» v sehmenti HORECA [Prospects for the use of frozen minced meat with the KRIOMEAT mixture in the HORECA segment]. *Proceedings of I International scientific and practical Internet conference «Innovative development of hotel and restaurant industry and food production»*. (pp. 36–37). Prague: Oktan-Print s.r.o. [in Cheska Republic].
7. Zhelieva, T. S., Yancheva, M. O., & Bolshakova, V. A. (2018). Sumishi «KrioMeat» u tekhnolohiiakh vyrobnytstva napivfabrykativ miasnykh posichenykh zamorozhenykh [The sums of "KrioMeat" in technologies of virobnytstva napivfabrykativ meats in many frozen]. *Materialy Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Rozvytok tekhnichnykh nauk: problemy ta rishennia» – Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Development of technical sciences: problems and solutions»*. (pp. 91–95). Brno [in Cheska Republic].
8. Bal-Prylypko, L. V., Leonova, B. I., & Riabovol, M. V. (2019). Vykorystannia kharchovykh apelsynovykh volokon pry vyrobnytstvi miasnykh produktiv [The use of edible orange fibers in the production of meat products]. *Naukovi pratsi NUKhT – Scientific Works of NUFT*, 6 (25), 131–137. Retrieved from <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/26352dbd-cd4d-491d-a237-312c54f82a36/content> (accessed 2 April 2024) [in Ukrainian].
9. Javůrková, Z., Pospiech, M., Zelenková, M., Kameník, J., Petrášová, M., & Tremlová, B. (2015). Microscopic determination of Bamboo Fiber in Meat Products. *Potravinářstvo Scientific Journal for Food Industry*, 1 (9), 190–194.
10. Де замовити харчові волокна «Citri-Fi» в Україні? Функціональні властивості харчових волокон. *Харчові технології* [Where to order dietary fibers "Citri-Fi" in Ukraine? Functional properties of dietary fibers. Food technologies]. *harch.tech*. Retrieved from <https://harch.tech/2022/05/17/euroimpex-citri-fi/> (accessed 2 April 2024) [in Ukrainian].

11. Kharchovi volokna Fiberstar Inc., SShA. Kompaniia Yevroimpex [Dietary fibers Fiberstar Inc., USA. Euroimpex company]. *euroimpex.net.ua*. Retrieved from <https://euroimpex.net.ua/ru/pishhevye-volokna/> (accessed 2 April 2024) [in Ukrainian].

12. Citri-Fi Natural Citrus Fiber. Retrieved from <https://www.fiberstar.net/citri-fi-natural-citrus-fiber-overview/> (accessed 2 April 2024).

13. Fiberstar, Inc.: Citri-Fi® Citrus Fiber – Natural & Clean Label. Retrieved from <https://www.fiberstar.net> (accessed 2 April 2024).

14. Naturalni inhridenti dlia pokrashchennia smaku ta korysnosti varenykh kovbas. Kompaniia Yevroimpex [Natural ingredients to improve the taste and usefulness of cooked sausages. Euroimpex company]. *euroimpex.net.ua*. Retrieved from <https://euroimpex.net.ua/ru/11naturalni-ingridienti-dlya-pokrashhennya-smaku-ta-korisnosti-varenih-kovbas/> (accessed 2 April 2024) [in Ukrainian].

15. Berkyta, O. (2011). Kharchovi apelsynovi volokna u miasopererobnii haluzi [Edible orange fibers in the meat processing industry]. *Miasni tekhnologii svitu – Meat technologies of the world*, 3, 34–35 [in Ukrainian].

16. Nesse Ukraine. Retrieved from <http://nesse-ukraine.com> (accessed 2 April 2024).

17. Hrek, O. V., Onopriichuk, O. O., Tymchuk, A. V., & Ovsienko, K. V. (2017). Vyznachennia pokaznykiv yakosti albuminnoi pasty z klitkovynoiu [Determination of quality indicators of albumen paste with fiber]. *Naukovi pratsi NUKhT – Scientific Works of NUFT*, 6 (23), 149–157. Retrieved from <https://nuft.edu.ua/doi/doc/swnuft/2017/6/19.pdf> (accessed 2 April 2024) [in Ukrainian].

18. Shevchuk, Yu. S., Yakymchuk, I. V., & Hryshchenko, A. M. Vykorystannia kartoplanoi diietychnoi kharchovoi klitkovyny v khlibopechenni [Use of potato dietary fiber in bread baking]. Retrieved from <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8272f4b9-9e5f-4be7-8dd2-da876cc43537/content> (accessed 2 April 2024) [in Ukrainian].

19. Klitkovyna ViaFaiber. Kompaniia Vianoks [ViaFiber fiber. Vianox company]. *vianoks.com.ua*. Retrieved from <https://vianoks.com.ua/ua/nashi-predlozheniya/myasnye-polufabrikaty-ua/kletchatka-prottekt-3-ua.html> (accessed 2 April 2024) [in Ukrainian].

K. Shcherbak, bachelor's degree holder; **O. Karmazov**, bachelor's degree holder; **T. Zhelieva**, PhD, Associate Professor of the Department of Meat Technology (State Biotechnological University). **Characterization of dietary fibers and study of their behavior in aqueous solutions**

Abstract. The increased demand for frozen meat products makes the problem of preserving their structural properties during low-temperature processing and storage urgent, and modern trends in human nutrition require the production of food products with a minimum energy value, with a minimum amount of fat and the presence of substances that improve digestion. One of the ways to solve these problems is the possibility of using dietary fibers during the production of frozen meat products. The wide variety of dietary fibers of domestic and foreign production on the market of Ukraine requires systematic research for individual types of fibers. Thus, the purpose of the work was to provide a characterization of dietary fibers and study their behavior in aqueous solutions. The paper studied and characterized four types of food fibers (orange fiber, carrot, potato and wheat fiber) presented on the market of food additives in Ukraine.

Experimental studies made it possible to determine the behavior of dietary fibers in water and aqueous solutions of electrolytes by studying the processes of their swelling. It was established that the process of swelling of all dietary fibers in the first (10...15)-60 seconds is intensive. Regardless of the composition of the solvent (water, NaCl solution), the maximum degree of swelling of food fibers is reached within (20...35)-60 seconds, and orange fibers and carrot fiber had the highest swelling speed at the initial stages and the degree of swelling. It was also established that the time to reach full swelling of carrot fiber was the longest compared to all dietary fibers. The obtained results of the study made it possible to note the orange dietary fiber "Citri-Fi" for targeted use during the production of frozen meat products.

Key words: frozen meat products, dietary fibers, dietary supplements of vegetable origin, kinetic curves of swelling, rate and degree of swelling.