

УДК 621.798.1

*Лебединець В. Т.,
viralebedynets@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0034-5290, Researcher ID: F-5530-2019,
к.т.н., доц., доцент кафедри товарознавства, технологій і управління якістю харчових продуктів,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

*Лебединець А. І.,
alebedynets1@gmail.com,
аспірант, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З АНТИМІКРОБНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ У ВИРОБНИЦТВІ АКТИВНИХ УПАКОВОК

***Анотація.** У статті узагальнені напрацювання науковців і практиків щодо використання рослинних антимікробних добавок у виробництві сучасних активних упаковок, що сприяє подовженню терміну придатності харчових продуктів. У таропакувальній промисловості особливу увагу приділяють створенню інноваційних плівкових матеріалів, які нетоксичні, легко утилізуються та здатні забезпечити ефективний захист продуктів харчування від мікробіологічного псування. Підкреслено актуальність використання рослинних екстрактів та ефірних олій, які характеризуються високою бактерицидною властивістю та безпечністю. Більшість рослинних екстрактів та ефірних олій містять дубильні речовини, терпеноїди, алкалоїди, флавоноїди, глікозиди та поліфеноли, що проявляють бактерицидні і фунгіцидні властивості. Завдяки цьому дані добавки забезпечують мікробіологічну безпеку харчових продуктів, адже створюють додатковий бар'єр і сповільнюють ріст поверхневої мікрофлори. Отримані теоретичні напрацювання підтверджують перспективність використання у виробництві активних упаковок екстрактів та ефірних олій з рослинних матеріалів, включаючи листя, квіти, коріння, плоди, кору тощо. В якості антимікробних добавок найчастіше рекомендують використовувати ефірні олії й екстракти пряно-ароматичних рослин (орегано, часник, кориця, розмарин, гвоздика, куркума, мускатний горіх тощо).*

Ключові слова: активна упаковка, бактерицидні властивості, рослинна сировина, екстракти, ефірні олії.

*Lebedynets V. T.,
viralebedynets@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0034-5290, Researcher ID: F-5530-2019,
Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Studies, Technologies and Food Quality Management, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

*Lebedynets A. I.,
alebedynets1@gmail.com,
Postgraduate, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

USE OF PLANT RAW MATERIALS WITH ANTI-MICROBIAL PROPERTIES IN MANUFACTURING OF ACTIVE PACKAGING

***Abstract.** The article summarizes the experience of scientists and practitioners on the use of plant antimicrobial additives in the production of modern active packaging, which contributes to extend the food products shelf life. In the packaging industry, special attention is paid to the creation of innovative film materials that are non-toxic, easily disposed and capable of effectively protecting food from microbial deterioration. The urgency of using plant extracts and ethereal oils, which are characterized by high bactericidal properties and safety, is emphasized. Most plant extracts and ethereal oils contain tannins, terpenoids, alkaloids, flavonoids, glycosides and polyphenols that exhibit bactericidal and fungicidal properties. Thanks to this the mentioned additives provide microbiological safety of food products, because they create an additional barrier and slow the surface microflora growth. The obtained theoretical evidence confirms the prospects for the use in the active packaging production of extracts and ethereal oils from plant materials, including leaves, flowers, roots, fruits, bark, etc. As antimicrobial additives, it is most often recommended to use ethereal oils and extracts of spicy&aromatic plants (oregano, garlic, cinnamon, rosemary, cloves, turmeric, nutmeg, etc.).*

Key words: active packaging, bactericidal properties, plant raw materials, extracts, ethereal oils.

JEL Classification: L15; L60; L66; O31
DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-17>

Постановка проблеми. Псування більшості харчових продуктів при зберіганні пов'язане з наявністю у них різних мікроорганізмів. Вони можуть потрапити у харчовий продукт на будь-якій стадії технологічного процесу – при виробництві, на стадії упакування, зберігання або реалізації.

Зниження кількості мікроорганізмів у харчових продуктах проводять різними технологічними прийомами – фізичними, хімічними та комбінованими.

Один із інноваційних способів вирішення проблеми мікробіологічного забруднення харчових продуктів – це розробка і створення харчових упаковок, які характеризуються комплексом антимікробних властивостей: бактерицидних і фунгіцидних.

Сьогодні науковці багатьох країн ведуть пошук різних антимікробних компонентів, які одночасно були б безпечними для людини і здатними до високотемпературної переробки та спорідненими до полімерів класу поліолефінів.

Антимікробні сполуки – це добавки, які використовуються для контролю біологічного погіршення та інгібування росту мікроорганізмів, у тому числі патогенних. Існує декілька груп антимікробних сполук, які потенційно можуть бути введені в харчові плівки, включаючи хімічні агенти, природні екстракти та пробіотики.

Природна рослинна сировина є перспективним джерелом для виробництва різних харчових продуктів багатоцільового призначення. Одночасно її рекомендують використовувати як сировину для активних упаковок, які проявляють антимікробні властивості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У харчовій промисловості особливу увагу приділяють створенню нових пакувальних матеріалів, які нетоксичні, легко утилізуються та здатні забезпечити ефективний захист продуктів харчування від мікробіологічного псування. Особливу увагу науковці приділяють розробці та розширенню асортименту активних упаковок з використанням рослинної сировини з бактерицидними і фунгіцидними властивостями. Дослідження у цьому напрямі проводили такі вчені, як Снежко А. Г., Кірш І. А., Zinoviadou K., Ahmad M., Gómez-Estaca J., Aguirre A., Salgado P.R., Alparslan Y., Yanwong S., Mahendran R., Widsten P. та інші.

Постановка завдання. Рослинна сировина з антибактеріальними властивостями зарекомендувала себе як перспективний матеріал у виготовленні активних упаковок. Метою статті є аналіз інноваційних способів їх впливу на безпечність продуктів харчування, а саме: введення у пакувальний матеріал рослинних антимікробних добавок у вигляді екстрактів та рослинних олій. Проявляючи антимікробну активність, вони забезпечують мікробіологічну безпеку за рахунок створення додаткового бар'єру і зниження росту поверхневої мікрофлори на продуктах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для забезпечення населення необхідною кількістю

харчових продуктів необхідно не тільки збільшити їх виробничі обсяги, але й проводити дослідження і розробки науково обґрунтованих ефективних технологій їх зберігання. Під дією небажаних мікроорганізмів погіршується якість і скорочуються строки зберігання харчових продуктів. Крім того, у такому продукті за час його транспортування, зберігання і реалізації будуть нагромаджуватися токсини, які можуть викликати харчове отруєння, при його споживанні. Наприклад, відомо, що у продуктах під дією плісневих грибів, які розвиваються у них, можуть утворюватися мікотоксини – низькомолекулярні вторинні метаболіти плісневих грибів. Окрім високої токсичності, більшість мікотоксинів мають тератогенну, мутагенну, канцерогенну і гепатогенну дію.

Науковцями було узагальнено види сучасних діючих речовин (консервантів), які використовуються самостійно або в якості компонентів антимікробних складових для активних упаковок [1].

Звично у полімерну матрицю вносять наночастинки металів для посилення їх антибактеріальної активності, але вони мають визнані недоліки, такі як висока вартість, токсичність, шкідливість і проблеми утилізації відходів.

Для подолання цих недоліків використовують екологічно чисті антибактеріальні матеріали, такі як екстракти й ефірні олії з різних частин рослин для знищення грамположитивних і грампегативних бактерій.

Слід зауважити, що більшість екстрактів з рослинної сировини містять дубильні речовини, терпеноїди, алкалоїди, флавоноїди, глікозиди та поліфеноли, що мають антибактеріальну активність проти широкого спектра мікроорганізмів у дослідженнях *in vitro*. Екстракти, багаті галотанінами, проявляють більш сильну антибактеріальну дію, ніж інші феноли, такі як флавоноїди.

Одним із напрямів боротьби з мікроорганізмами є включення добавок біоцидів рослинного походження у структуру полімерних матеріалів, що використовуються для виготовлення упаковки.

У дослідженнях вчених останніх років приділяється велика увага створенню полімерних плівок з бактерицидними властивостями. В якості антимікробних добавок найчастіше рекомендують використовувати ефірні олії й екстракти пряноароматичних рослин (орегано, часник, кориця, розмарин, гвоздика, куркума, мускатний горіх тощо) (табл. 1).

Аналізуючи дані науково-технічної літератури, слід зауважити, що ціла низка дикорослих лікарських рослин, що ростуть і культивуються на території України, їх екстракти мають виражені бактерицидні і бактериостатичні властивості та можуть бути використані у виробництві різноманітних харчових продуктів і активних упаковок.

Переважну більшість екстрактів отримують з рослинних матеріалів, включаючи листя, квіти, коріння, бутони, плоди та кору.

Таблиця 1

Антибактеріальні властивості плівок з використанням натуральної рослинної сировини

Назва натуральної сировини, що вводять в плівку	Вид упаковок	Харчовий продукт, який рекомендують упаковувати	Антибактеріальна дія проти мікроорганізмів
1	2	3	4
ЕФІРНІ О.ЛІІ з			
м'ята перцевої [2]	желатинові плівки	харчові продукти	Staphylococcus aureus та Escherichia coli
цитронели [2]	желатинові плівки	харчові продукти	Staphylococcus aureus та Escherichia coli
орегано [3]	їстівні плівки із сироваткового білка	яловичина	Загальної кількості життєздатних мікроорганізмів, Pseudomonads
орегано або чебрецю [4]	їстівна плівка з соєвого білка	свіжа яловичина, яловичий фарш	Escherichia coli, E.coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa та Lactobacillus plantarum
орегано [5]	їстівні плівки із білка тритікале	харчові продукти	Грампозитивних (Staphylococcus aureus) та грамнегативних бактерій (Escherichia coli і Pseudomonas aeruginosa)
часнику і чебрецю [6]	зеїнові плівки	харчові продукти	Enteropathogenic Escherichia coli (EPEC), Listeria monocytogenes, Salmonella Enteritidis та Staphylococcus aureus
бергамоту [7]	желатинові плівки	харчові продукти	L. monocytogenes та S. aureus
лимонної трави [7]	желатинові плівки	харчові продукти	Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus та Salmonella typhimurium
гвоздики [8]	желатин-хітозанова плівка	охолоджена риба	Pseudomonas fluorescens, Shewanella putrefaciens, Photobacterium phosphoreum, Listeria innocua, Escherichia coli та Lactobacillus acidophilus
гвоздики [9]	білкова плівка	рибні котлети	Загальної кількості мезофільних мікроорганізмів
гвоздики [10]	желатин-хітозанова плівка	сирий нарізаний лосось	Lactobacillus acidophilus, Pseudomonas fluorescens, Listeria innocua та Escherichia coli
кірки апельсину [11]	желатинові плівка	рожеві креветки	Загальної кількості життєздатних мікроорганізмів (TVC), загальної кількості психотропних бактерій (PB), загальних коліформних форм бактерій (TCB) та Enterobacteriaceae

Продовження табл. 1

1	2	3	4
РОСЛИННІ ЕКСТРАКТИ			
CO ₂ -екстракти мускатного горіха і кориці [12]	колагенова плівка	ковбасні вироби	Listeria monocytogenes, E.coli та Styrhimumrium
Екстракт кори берези (бетулін) [13]	багатшарова полімерна плівка	харчові продукти	бактерій групи кишкових паличок (БГКП) та плісеневих грибів
водні екстракти шавлії, шипшини, деревню [14]	натуральні оболонки	ковбасні вироби	
екстракти журавлини, чорниці, бураяка, гранату, орегано, пітахайї та ресвератролу [15]	хітозан-крожмальні плівки	харчові продукти	мезофільних аеробів, коліформ та пліснявих грибів
екстракт куркуми [16]	хітозанова плівка	харчові продукти	Salmonella та Staphylococcus aureus
екстракти толокнянки, бадану, звіробою, кори дуба [17]	плівка	харчові продукти	грампозитивних та грамнегативних бактерій
екстракти листя дерев азадірахти індійської і яблучної гуняви, кропиви індійської і базилику священного [18]	плівка із полікарбонату	свіжі фрукти	E.coli та S. aureus
екстракт дикого часнику [19]	плівка з полілактиду PLA-Proallium®	салати	ентеробактерій та аеробних бактерій
екстракти з насіння манго та з шкірки фейхоа [20]	латексна плівка	свіжа риба і м'ясо	16 видів мікроорганізмів, які обсіміяють м'ясо і рибу (Shewanella putrefaciens, Pseudomonas fluorescens, Serratia liquefaciens, Photobacterium phosphoreum, Brochothrix thermosphacta, Hafnia alvei, Serratia proteomaculans, Clostridium estertheticum and Lactobacillus sp.) та викликають їх псування (Escherichia coli, Salmonella Enteritidis, Salmonella Typhimurium, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus and Yersinia enterocolitica)
екстракт з розмарину [21]	їстівна плівка	охолоджене м'ясо	Bacillus subtilis
екстракти кориці, часнику та гвоздики [22]	гідроксипропілметилцеллози плівка	охолоджене м'ясо	Pseudomonas fluorescens
екстракти дуба, хмелю та бурих водоростей [23]	гідроксипропілметилцеллози хітозанові плівки	харчові продукти	Bacillus subtilis

Рослинні CO₂-екстракти поряд з основною функцією – надання продукту необхідних органолептичних властивостей – мають антиоксидантні та антибактеріальні властивості. Найбільш виражений антибактеріальний ефект мав CO₂-екстракт мускатного горіху в концентрації 10-15% і CO₂-екстракт гвоздики в концентрації 15% у складі плівок, отриманих із оцтовокислого розчину колагену. Таким чином, введення CO₂-екстрактів прянощів у колагенові ковбасні плівки дозволяє запобігти псуванню продукції, збільшивши їх терміни придатності [12]. Також завдяки модифікації натуральних ковбасних оболонок водними екстрактами рослин (шавлії, шипшини, деревію) поліпшуються їх бар'єрні властивості, а це, в свою чергу, позитивно впливає на сенсорні характеристики смажених ковбас [14].

Бетулін і його похідні займають лідируючі позиції в якості біологічно активних сполук, які проявляють бактерицидні властивості за відношенням до патогенних мікроорганізмів. Аналіз результатів наукових досліджень показав, що введення антимікробного компонента бетуліну в склад багатшарової полімерної плівки у концентрації 0,5% і вище надає високу ефективність інгібування розвитку як БГКП, так і плісневих грибів [13].

Використання як модифікатора пакувального матеріалу бетулінвмісного екстракту берести (кори берези) дозволяє виконати всі основні вимоги до сучасної інноваційної упаковки – антимікробна активність до широкого спектра мікрофлори, тривалість антимікробної дії протягом всього життєвого циклу продукції, антиоксидантна активність і екологічність [23]. Екстракт берести використовується для поверхневої обробки продукції або упаковки і включає у себе терпеноїди, що мають антимікробні властивості, які пригнічують ріст різних мікроорганізмів.

Достатньо високу антибактеріальну активність як до грамнегативних, так і грампозитивних мікроорганізмів мають екстракти толокнянки, бадану, звіробою, кори дуба. Катехіни екстракту зеленого чаю гальмують ріст патогенних бактерій, в тому числі *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* і *Salmonella* [17].

Іноземними вченими в останні роки приділялася значна увага створенню полімерних плівок із використанням рослинної сировини, що має виражені бактерицидні властивості (екстракти чорного і зеленого чаю, орегано, розмарину, кориці, куркуми тощо).

Хітозанові плівки з додаванням куркуми, що характеризуються підвищеною антимікробною активністю і жорсткістю, можуть бути запропоновані для упакування різних харчових продуктів [16].

У Мексиці проведені дослідження щодо бактерицидної дії екстрактів із журавлини, чорниці, буряка, гранату, орегано, пітахайї і ресвератролу (з винограду), які вводили у харчові хітозан-крохмальні плівки. Плівки з екстрактами буряка, журавлини і чорниці показали найкращу антимікробну активність проти різних видів бактерій і

грибів. Харчові плівки у поєднанні з екстрактами (2-5%) ефективно інгібують або зменшують ріст мікроорганізмів [15].

Науковцями отримано антибактеріальні тонкі плівки із полікарбонату з додаванням екстрактів листя дерев азадіракти індійської і яблучної гуняви, кропиви індійської і базилику священного. Такі активні плівки характеризуються відмінними антибактеріальними характеристиками за відношенням до кишкової палички та золотистого стафілококу і можуть зберігати свіжість фруктів більше 11 днів [18].

Розроблено активні плівки PLA-Proallium®, які виготовляють з полілактиду (PLA), а в якості антимікробного агента – містять екстракт дикого часнику (*Allium ursinum* L.). Найкращу антимікробну активність виявлено у плівках з вмістом екстракту 5 і 6,5% *Allium* spp. Розроблені плівки знижували ріст ентеробактерій у залежності від концентрації. А що стосується аеробних бактерій, то плівка з найбільш високою концентрацією активної речовини (6,5%) виявилась ефективною до 5 днів зберігання і навіть 7 днів для плісені. Отже, плівка PLA-Proallium® може бути перспективним протимікробним активним матеріалом, особливо для готових до споживання салатів [19].

Доведено антибактеріальний ефект друкованих латексних покриттів, що містять екстракти, багаті галотанінами та іншими типами фенольних сполук, проти патогенних бактерій, що розвиваються на свіжому м'ясі та рибі. Дослідження показали, що покриття з екстрактами з насіння манго та з шкірки фейхоа можна використовувати у виробництві бар'єрних плівок для контролю бактерій, які обмежують строк придатності свіжої риби і м'яса [20].

Їстівна плівка з гідроксипропілметилцелюлози, що містить екстракт розмарину, знизила ріст *Bacillus subtilis*. Додавання у композицію плівки екстрактів кориці, часнику та гвоздики значно збільшило гальмівний вплив на ріст *Pseudomonas fluorescens*, що важливо при зберіганні охолодженого м'яса [21].

Плівки на основі хітозану з окремо включеними рослинними екстрактами, отриманими з дуба (*Quercus robur*), хмелю (*Humulus lupulus*) та бурих водоростей (*Laminaria hyperborea*), проявляють антибактеріальну активність проти *Bacillus subtilis* [22].

Ефірні олії – це багатокомпонентні суміші летких органічних сполук (ароматичних, аlicyclic, алифатичних карбонільних сполук, спиртів, кислот, ефірів тощо), що виробляються в особливих клітинах різноманітних рослин і обумовлюють їх запах.

Їх можна використовувати в якості ароматизаторів для харчових продуктів. Але включення даних ефірних олій безпосередньо у продукти як харчові консерванти часто обмежене внаслідок занадто насиченого їх смаку й аромату. Для вирішення цієї проблеми ефірні олії рекомендують додавати в їстівні плівки. Одночасно деякі ефірні

олії мають ще й бактерицидні властивості, що є перспективою для їх використання у виробництві активних упаковок як натуральних харчових консервантів.

Науковцями було досліджено антимікробні властивості ефірних олій, а саме: ореганової [3, 5], з бергамоту і лимонної трави [7], гвоздики [8, 9], чебрецю [4] та інших, які вводили у склад активних плівок.

Антимікробну активність ефірних олій можна пояснити наявністю у них основних фенольних сполук, таких як тимол, евгенол, карвакрол, або терпенових сполук (α -пінен, β -пінен, 1,8-цинеол, ментол, ліналоол), які знаходяться у концентраціях до 85%. Різні типи ефірних олій характеризуються відмінностями у своїх основних сполуках і тому мають різну здатність зв'язувати мембранні білки мікробних клітин і змінювати мембранну проникність.

Розроблено їстівні плівки на основі желатину з риб'ячої шкіри з додаванням ефірної олії м'яти перцевої та цитронели, які проявляють відмінні антибактеріальні властивості як проти золотистого стафілокока, так і кишкової палички [2]. Слід зауважити, що желатинова плівка з олією м'яти проявляла кращу антибактеріальну активність, ніж її аналог з олією цитронели, оскільки м'ята перцева містить більшу кількість фенольних компонентів [2].

Досліджено вплив плівкового покриття на основі желатину у поєднанні з ефірною олією з апельсинової кірки на збереженість глибоководних рожевих креветок. Підтверджена ефективність застосування плівкового покриття з ефірною апельсиновою олією, що сприяло пригніченню розвитку патогенної мікрофлори та подовженню терміну збереження креветок у цій плівці до 15 днів [11].

Желатинова плівка з шкіри єдинорога, яка містить олію бергамоту та лимонної трави у різних концентраціях, проявляє антибактеріальні властивості проти грампозитивних (*S. aureus* та *L. monocytogenes*) та грамнегативних бактерій (*E. coli* та *S. typhimurium*) [7].

Антимікробні білкові плівки із тритікале з додаванням ореганової ефірної олії проявляли високу антиоксидантну активність щодо грампозитивних (*Staphylococcus aureus*) та нижчу до грамнегативних бактерій (*Escherichia coli* та *Pseudomonas aeruginosa*) [5]. Науковцями досліджено вплив активних білкових соняшникових плівок з додаванням ефірних олій гвоздики на збереженість котлет з сардин. Використання таких активних плівок при зберіганні охолоджених сардинових котлет сприяє гальмуванню автоокислення ліпідів риби і сповільненню росту загальних мезофільних мікроорганізмів, що підтверджує ефективність їх використання для подовження терміну зберігання харчових продуктів [9].

Результати науковців також вказують на ефективність використання антимікробних плівок із сироваткового білка з додаванням ефірної олії орегано для подовження терміну придатності свіжої

яловичини [3]. Запропоновано використання суміші ефірних олій часнику і чебрецю (понад 2%) у виробництві зеїнових плівок, які інгібують активність таких патогенних мікроорганізмів, як *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Enteritidis* і *Staphylococcus aureus*. Доведено перспективність використання відповідних ефірних олій у покращенні властивостей плівок, сприяючи збереженню якості харчових продуктів та збільшенню їх терміну придатності [6].

Найпоширенішими ефірними оліями у біологічних матеріалах плівок є кориця, гвоздика, імбир, лимонна трава, майоран, орегано, шавлія, чебрець тощо. Вони проявляють бактерицидну дію проти багатьох патогенних мікроорганізмів.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Таким чином, ґрунтуючись на результатах багатьох досліджень, можна зробити висновок, що використання натуральної рослинної сировини у виробництві активних упаковок сприяє запобіганню псування харчових продуктів, пригнічуючи розвиток різних мікроорганізмів, що в кінцевому результаті дозволяє збільшити термін їх придатності. Одночасно застосування антимікробних упаковок дозволяє знизити втрати і забезпечити збереження якості і безпечності харчових продуктів у процесі транспортування, зберігання і реалізації. Враховуючи доступність більшості представлених видів сировини з антимікробними властивостями, вважаємо, що вітчизняні виробники харчових продуктів та пакувальних матеріалів можуть широко впроваджувати результати представлених досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Снежко А. Г. Эффективные составы для антимикробной обработки колбас / А. Г. Снежко, М. И. Губанова // Мясная индустрия. – 2013. – № 2. – С. 37-41.
2. Yanwong S. Effect of peppermint and citronella essential oils on properties of fish skin gelatin edible films / S. Yanwong, P. Threepopnatkul // Global Conference on Polymer and Composite Materials. – 2015. – №87.
3. Zinoviadou K. Physical and thermomechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef / K. Zinoviadou, K. P. Koutsoumanis, C. G. Biliaderis // Food Hydrocolloids. – 2010. – 24. – С. 49-59.
4. Emiröglu K. Z. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties / K. Z. Emiröglu, G. P. Yemis, B. K. Coskun, K. Candogan // Meat Science. – 2010. – № 86. – P. 283-288.
5. Aguirre A. Antimicrobial, mechanical and barrier properties of triticale protein films incorporated with oregano essential oil / A. Aguirre, R. Borneo, A. E. León // Food Bioscience. – 2013. – № 1. – P. 2-9.

6. Pereira Lívio Antônio Silva. Antimicrobial zein coatings plasticized with garlic and thyme essential oils / Pereira Lívio Antônio Silva; Silva Priscila de Castro e; Pagnossa Jorge Pamplona; Miranda Kelvi Wilson Evaristo; Medeiros Eliton Souto; Piccoli Roberta Hilsdorf; Oliveira Juliano Elvis de // *Brazilian Journal of Food Technology Nov.* – 2019. – Volume 22.

7. Ahmad M. Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils / M. Ahmad, S. Benjakul, T. Prodpran, T. W. Agustini // *Food Hydrocolloid.* – 2012. – №28. – P. 189-199.

8. Gómez-Estaca J. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation / J. Gómez-Estaca, A. López de Lacey, M. E. López-Caballero, M. C. Gómez-Guillén, P. Montero // *Food Microbiol.* – 2010. – №27(7). – P.89-96.

9. Salgado P. R. Sunflower protein films incorporated with clove essential oil have potential application for the preservation of fish patties / P. R. Salgado, E. López-Caballero, M. C. Gómez-Guillén, A. N. Mauri, M. P. Montero // *Food Hydrocolloids.* – 2013. – № 33. – P. 74-84.

10. Gómez-Estaca J. Antimicrobial Activity of Composite Edible Films Based on Fish Gelatin and Chitosan Incorporated with Clove Essential Oil / J. Gómez-Estaca, A. López de Lacey, M. C. Gómez-Guillén, M. E. López-Caballero & P // *Journal of Aquatic Food Product Technology.* – 2009.– Volume 18. – Issue 1-2.

11. Alparslan Y. The role of gelatin-based film coating combined with orange peel essential oil on the quality of refrigerated shrimp / Y. Alparslan, T. Baygar, C. Metin, H. H. Yarıcı, T. Baygar // *Acta Aquatica Turcica.* – 2019. – 15(2). – P. 197-212.

12. Насонова В. В. Антимикробная активность коллагеновых пленок с CO₂-экстрактами пряностей / В. В. Насонова, П. М. Голованова, Д. С. Батаева, М. Н. Ревуцкая // *Пищевая промышленность.* – 2013. – №6. – С. 8-9.

13. Кириш И. А. Упаковочные материалы для пищевой продукции с антимикробным компонентом природного происхождения / И. А. Кириш, Ю. В. Фролова, Д. М. Мясенко // *Пищевая промышленность.* – 2018. – № 1. – С. 23-25.

14. Доманова Е. В. Влияние модификации натуральных оболочек на сенсорные характеристики колбас / Е. В. Доманова, Л. Ю. Шубина // *Техника и технология пищевых производств.* – 2014. – №2. – С. 45-49.

15. Lozano-Navarro J. I. Antimicrobial, optical and mechanical properties of Chitosan–Starch films with natural extracts / J. I. Lozano-Navarro, N. P. Díaz-Zavala, C. Velasco-Santos, A. L. Martínez-Hernández, B. I. Tijerina-Ramos, M. García-Hernández, J. L. Rivera-Armenta, U. Páramo-García, A. I. Reyes-de la Torre // *Int. J. Mol Sci.* 2017. – № 18(5). – P. 997.

16. Kalaycıoğlu Z. Antimicrobial and physical properties of chitosan films incorporated with turmeric extract / Z. Kalaycıoğlu, E. Torlak, G. Akın-Evingür,

İ. Özen, F. B. Erım // *Int J Biol Macromol.* – 2017. – № 31.

17. Семенова А. А. Способы увеличения сроков годности мясной продукции / А. А. Семенова, В. В. Насонова, Л. А. Веретов, Е. В. Милеенкова // *Все о мясе.* – 2016. – №5. – С. 32-36.

18. Mahendran R. Fabrication and Antibacterial Effects of Polycarbonate / Leaf Extract Based Thin Films / R. Mahendran, D. Sridharan, C. Arunmozhidevan, T. A. Selvakumar, P. Rajasekar // *Journal of Materials.* – 2016.

19. Llana-Ruiz-Cabello M. Characterisation and evaluation of PLA films containing an extract of Allium spp. to be used in the packaging of ready-to-eat salads under controlled atmospheres / M. Llana-Ruiz-Cabello, S. Pichardo A. Baños, C. Núñez, J. M. Bermúdez, E. Guillamón, S. Aucejo, A. M. Cameán // *LWT - Food Science and Technology.* – 2015. – Vol. 64. – Issue 2. – P. 1354-1361

20. P. Widsten. Inhibition of foodborne bacteria by antibacterial coatings printed onto food packaging films / P. Widsten, B. B. Mesic, C. D. Cruz, G. C. Fletcher, M. A. Chycka // *J. Food Sci Technol.* – 2017. - № 54(8). – P. 2379-2386.

21. Ulbin-Figlewicz N. Plant extracts as components of edible antimicrobial protective coatings / N. Ulbin-Figlewicz, A. Zimoch, A. Jarmoluk // *Czech J. Food Sci.* – 2013. – № 31. – P. 596-600.

22. Bajić M. Natural plant extracts as active components in chitosan-based films: A comparative study // M. Bajić, T. Ročnik, A. Oberlintner, F. Scognamiglio // *Food Packaging and Food Packaging and Shelf Life.* – 2019. – №21.

PEFERENCES

1. Snezhko, A. G. and Gubanova, M. I. (2013), *Jeffektivnye sostavy dlja antimikrobnoj obrabotki kolbas, Mjasnaja industrija*, № 2, pp. 37-41.

2. Yanwong, S. and Threepopnatkul, P. (2015), Effect of peppermint and citronella essential oils on properties of fish skin gelatin edible films, *Global Conference on Polymer and Composite Materials*, 87(1).

3. Zinoviadou, K., Koutsoumanis, K. P. and Biliaderis, C. G. (2010), Physical and thermomechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef, *Food Hydrocolloids*, № 24, pp. 49-59.

4. Emiröglü, K. Z., Yemis, G. P., Coskun, B. K. and Candogan, K. (2010), Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties, *Meat Science*, № 86, pp. 283-288.

5. Aguirre, A., Borneo, R. and León, A. E. (2013), Antimicrobial, mechanical and barrier properties of triticale protein films incorporated with oregano essential oil, *Food Bioscience*, № 1, pp. 2-9.

6. Pereira, Lívio Antônio Silva; Silva, Priscila de Castro e; Pagnossa, Jorge Pamplona; Miranda, Kelvi Wilson Evaristo; Medeiros, Eliton Souto; Piccoli, Roberta Hilsdorf; Oliveira, Juliano Elvis de. (2019), Antimicrobial zein coatings plasticized with garlic and

thyme essential oils, *Brazilian Journal of Food Technology Nov*, Volume 22.

7. Ahmad, M., Benjakul, S., Prodpran, T. and Agustini, T. W. (2012), Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils, *Food Hydrocolloid*, 28, pp. 189-199.

8. Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C. and Montero, P. (2010), Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation, *Food Microbiol*, №27(7), pp. 89-96.

9. Salgado, P. López-Caballero, R. E., Gómez-Guillén, M. C., Mauri, A. N. and Montero, M. P. (2013), Sunflower protein films incorporated with clove essential oil have potential application for the preservation of fish patties, *Food Hydrocolloids*, № 33, pp. 74-84.

10. Gómez-Estaca, J. López de Lacey, A., Gómez-Guillén, M. C., López-Caballero, M. E. & P (2009), Antimicrobial Activity of Composite Edible Films Based on Fish Gelatin and Chitosan Incorporated with Clove Essential Oil, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Volume 18. Issue 1-2.

11. Alparslan, Y., Baygar, T., Metin, C., Yapıcı, H. H. and Baygar, T. (2019), The role of gelatin-based film coating combined with orange peel essential oil on the quality of refrigerated shrimp, *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), pp. 197-212.

12. Nasonova, V. V., Golovanova, P. M., Bataeva, D. S. and Revuckaja, M. N. (2013), Antimikrobnaja aktivnost' kollagenovyh plenok s SO₂-jeksraktami prjanostej, *Pishhevaja promyshlennost'*, №6, pp. 8-9

13. Kirsh, I. A., Frolova, Ju. V. and Mjalenko, D. M. (2018), Upakovochnye materialy dlja pishhevoj produkcii s antimikrobnym komponentom prirodnogo proishozhdenija, *Pishhevaja promyshlennost'*, №1, pp. 23-25.

14. Domanova, E. V. and Shubina, L. Ju. (2014), Vlijanie modifikacii natural'nyh obolochek na sennyye harakteristiki kolbas, *Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv*, №2, pp. 45-49.

15. Lozano-Navarro, J. I., Díaz-Zavala, N. P., Velasco-Santos, C., Martínez-Hernández, A. L., Tijerina-Ramos, B. I., García-Hernández, M., Rivera-Armenta, J. L., Páramo-García, U., Reyes-de la Torre, A. I. (2017), Antimicrobial, optical and mechanical properties of Chitosan–Starch films with natural extracts, *Int. J. Mol. Sci.*, № 18(5), pp. 997.

16. Kalaycıoğlu, Z., Torlak, E., Akın-Evingür, G., Özen, İ. and Erim, F. B. (2017), Antimicrobial and physical properties of chitosan films incorporated with turmeric extract, *Int J Biol Macromol*, №31.

17. Semenova, A. A., Nasonova, V. V. Veretov, L. A. and Mileenkova, E. V. (2016), Sposoby uvelichenija srokov godnosti mjasnoj produkcii, *Vse o mjase*, №5, pp. 32-36.

18. Mahendran, R., Sridharan, D., Arunmozhidevan, C., Selvakumar, T. A. and Rajasekar, P. (2016), Fabrication and antibacterial effects of polycarbonate leaf extract based thin films, *Journal of Materials*.

19. Llana-Ruiz-Cabello, M., Pichardo, S., Baños, A., Núñez, C., Bermúdez, J. M., Guillamón, E., Aucejo, S. and Cameán, A. M. (2015), Characterisation and evaluation of PLA films containing an extract of Allium spp. to be used in the packaging of ready-to-eat salads under controlled atmospheres, *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 64. Issue 2, pp. 1354-1361.

20. Widsten, P., Cruz, C. D., Fletcher, G. C. and Chycka, M. A. (2017), Inhibition of foodborne bacteria by antibacterial coatings printed onto food packaging films, *J. Food Sci Technol*, № 54(8), pp. 2379-2386.

21. Ulbin-Figlewicz, N., Zimoch, A. and Jarmluk, A. (2013), Plant extracts as components of edible antimicrobial protective coatings, *Czech J. Food Sci*, № 31, pp. 596-600.

22. Bajić, M. Ročnik, T., Oberlintner, A. and Scognamiglio, F. (2019), Natural plant extracts as active components in chitosan-based films: A comparative study, *Food Packaging and Shelf Life*, №21.

Стаття надійшла до редакції 12 квітня 2020 р.