

УДК 621.798

Чорна А. І.,
аспірант, Національний університет харчових технологій, м. Київ

Арсеньєва Л. Ю.,
д.т.н., проф. кафедри експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій, м. Київ

Шульга О. С.,
к.т.н., доц. кафедри експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій, м. Київ

ЇСТІВНІ ПЛІВКИ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ПАКОВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Анотація. У статті висвітлений сучасний стан виробництва їстівних плівок (покриттів). Вперше систематизовано класифікацію їстівних плівок, враховуючи основні критерії створення даних покриттів. Наведено теоретичні основи утворення плівок залежно від вихідної сировини. Зазначено вплив складових плівок на їх властивості. Запропоновано розширити властивості їстівних покриттів шляхом внесення до їх складу біологічно активних речовин, що дасть можливість полегшити створення функціональних продуктів. Наведено способи виробництва їстівних плівок. Перераховано основні властивості, якими повинні володіти їстівні плівки. Проаналізовано основні досягнення та перспективи розвитку даного напрямку пакувальної індустрії.

Ключові слова: їстівні плівки, харчові продукти, плівкоутворюючі речовини, плівки, покриття.

Chorna A. I.,
Postgraduate, National University of Food Technologies, Kyiv

Arsenieva L. Y.,
Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Foodstuffs Expertise, National University of Food Technologies, Kyiv

Shulga O. S.,
Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Foodstuffs Expertise, National University of Food Technologies, Kyiv

EDIBLE FILMS – PERSPECTIVE DIRECTION OF FOOD PACKAGING

Abstract. The article covers the current state of production of edible films (coatings). Classification of edible films including basic criteria for creation of these films is systemized for the first time. Theoretical bases of film formation depending on raw material are given. The influence of films components on their properties is outlined. It is proposed to extend properties of edible films by adding biologically active substances into their composition, so it will facilitate the possibility of functional products creation. The methods of production of edible films are determined. The basic properties of edible film are specified. The main achievements and prospects in this direction of the packing industry are analyzed.

Keywords: edible films, products, film-forming substances, films, coatings.

Постановка проблеми. Упаковка спрямована на збереження і захист харчових продуктів, зокрема захищає від окислювального і мікробного псування, а також розширює характеристики придатності продукту. Найважливіші характеристики придатності продукту, зокрема, з кращими смаковими / ароматичними і текстурними характеристиками та з високою харчовою цінністю є потребою сьогодення [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концепція використання їстівних плівок як захисних покриттів для харчових продуктів для подовження терміну зберігання не нова. Воскове покриття для уповільнення висихання свіжих апельсинів і лимонів практикувалося у Китаї ще в XII і XIII ст. У XIX ст. застосовувалася сахароза в якості харчового захисного покриття для горіхів, щоб запобігти окисненню і прогорканню під час зберігання. У 1930 році

термоплавкі парафінові воски стали комерційно доступні як їстівні покриття для свіжих фруктів, таких як яблука і груші, а у 50-ті роки ХХ ст. був розроблений карнаубський віск для покриття свіжих фруктів і овочів, щоб поліпшити їх зовнішній вигляд, і для покращення контролю їх дозрівання та сповільнення висихання [2, 3, 4]. Патенти на їстівні плівки для подовження терміну зберігання продуктів розробляються з 1950 року.

Постановка завдання. Основне призначення їстівних плівок – це подовження терміну придатності та покращення якості харчових продуктів. Плівки також виконують захисні функції, запобігаючи втраті вологи і смаку або зміні кольору харчового продукту. За рахунок зменшення доступу кисню вони додатково інгібують розвиток окремих мікроорганізмів. Крім того, застосування нового пакування на основі природних полімерів сприяє зниженню використання синтетичних пакувальних матеріалів [5].

Одним із способів привернення уваги споживача є пакування. Враховуючи інтенсивний розвиток пакувальної індустрії, сучасний споживач розбещений різноманіттям пакувальних матеріалів. Відносно новими у світі та абсолютно новими на ринку України є їстівні пакувальні матеріали, тому систематизація досягнень світових науковців у

цьому питанні та окреслення майбутніх перспектив розвитку даного напрямку є метою статті.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Їстівна плівка визначається як тонкий шар їстівного матеріалу, сформований на продукті у вигляді покриття або попередньо сформований на/або між харчовими компонентами продукту. Її призначення полягає у зменшенні міграції вологи, кисню, вуглекислого газу, ароматів та ліпідів. До складу плівок також включають компоненти (наприклад, антиоксиданти, протимікробні препарати і смакові добавки), що надають їм функціональні властивості. У деяких випадках їстівні плівки з необхідними механічними властивостями можуть замінити синтетичні пакувальні плівки [6].

Плівкоутворюючі речовини, що використовують для створення їстівних плівок, класифікують за наявністю дозволу до використання як харчової добавки, природної спорідненості зі шкіркою плодів та овочів, ступенем кристалічності, розчинністю у воді, сумісництвом з іншими плівкоутворювачами, здатністю адсорбційно утримувати вологу та змінювати властивості при зміні температурно-вологіх режимів зберігання [7]. Класифікація їстівних плівок та покриттів наведена на рис. 1 [8, 9, 10].

Плівки на основі полісахаридів захищають харчовий продукт від втрати маси (за рахунок змен-

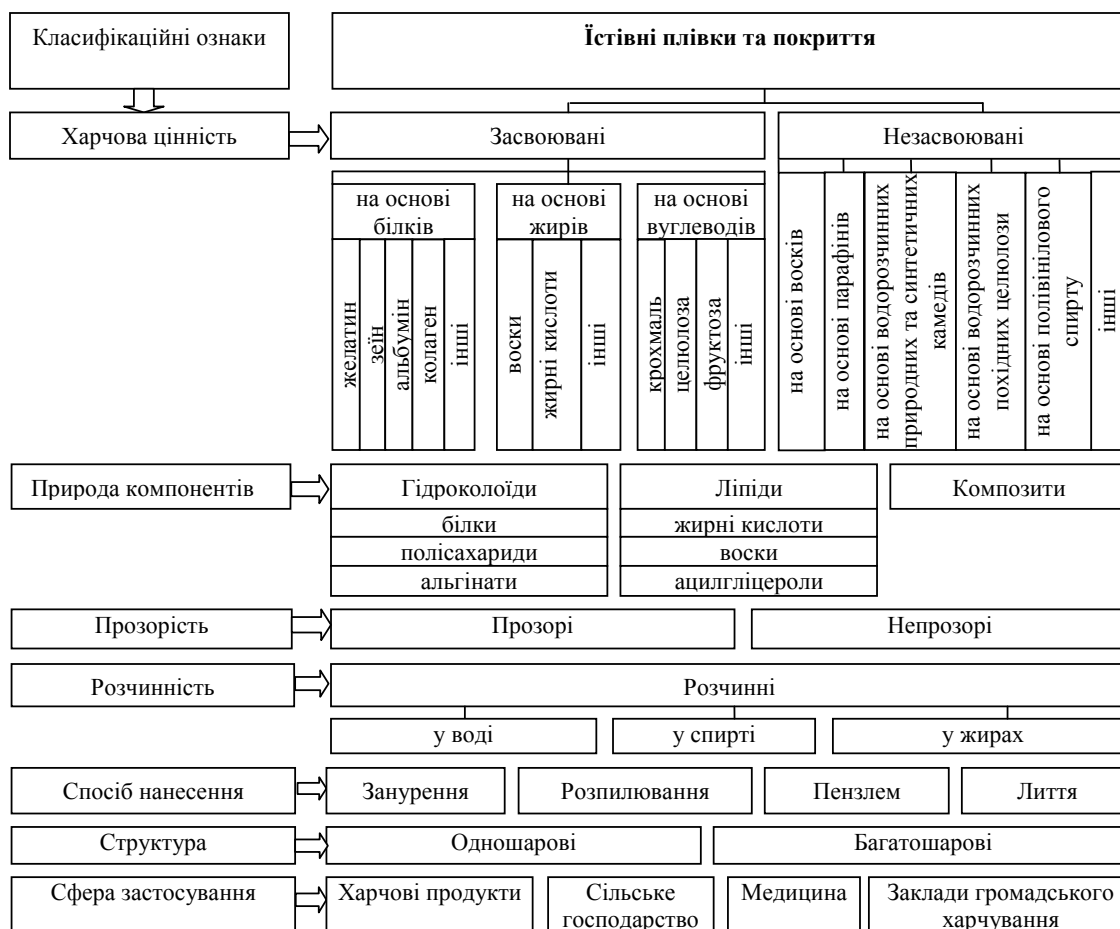


Рис. 1. Класифікація їстівних плівок та покриттів

шення швидкості випаровування вологи) і створюють певний бар'єр до проникнення кисню та інших речовин ззовні, тим самим уповільнюючи процеси, що обумовлюють псування харчового продукту.

При створенні сучасних їстівних пакувальних матеріалів особливу увагу приділяють білкам рослинного і тваринного походження, розчинних у воді, спирті або жирах: желатин, зеїн, альбумін, казеїн та ін. Покриття на основі білкових плівкоутворювачів володіють високими бар'єрними властивостями по відношенню до деяких газів, у тому числі O_2 і CO_2 . Головні недоліки білкових плівок і покриттів – їх гігроскопічність і низька міцність. Тому для покращення механічних властивостей і водостійкості білкових покриттів в їстівну композицію вводять різні нетоксичні добавки, головним чином пластифікатори (моно-, ди- і олігосахариди – глюкозу, фруктозу, глюкозний сироп, мед, поліспирти, ліпіди), проводять оброблення плівок і покриттів зшиваючими агентами (наприклад, харчові кислоти, хлористий кальцій, танін), що підвищує їх міцність [8].

Білки є відмінною біополімерною основою для створення їстівних плівок (покриттів), оскільки вони формують достатньо міцну протеїнову матрицю. Крім того, білки мають високу харчову та біологічну цінність, володіють функціональними властивостями. Покриття, отримані на основі білків, як правило, їстівні й водонерозчинні, вони в'язкі, еластичні, відрізняються високими бар'єрними властивостями [11].

До складу їстівних плівок нового покоління і покриттів входять природні або хімічні антимікробні компоненти, антиоксиданти, ферменти або інші функціональні інгредієнти, як, наприклад, пробіотики, вітаміни і мінерали. Антимікробні й антиоксидантні покриття мають переваги порівняно з прямим застосуванням цих компонентів у складі продукту, тому вони можуть бути внесені у покриття для уповільнення дифузії активних сполук із поверхні їжі. Їстівне покриття може підвищити поживну цінність продуктів шляхом введення основних поживних речовин та/або нутрицевтиків до свого складу. Може бути також поліпшена сенсорна якість продуктів із покриттям шляхом додавання у матрицю смаку і пігменту.

Загальні напрями досліджень щодо подовження термінів зберігання продукції в упаковці класифікуються таким чином:

- включення антимікробних агентів у сашети, з яких вивільнюються легкі біологічно активні речовини протягом зберігання продукції;
- безпосереднє включення антимікробних агентів у пакувальну плівку;
- нанесення на покриття з матрицею, що поводить себе як носій антимікробних агентів і може вивільняти їх на поверхню продукту [12].

Додавання антиоксидантів у харчові плівки збільшує термін придатності продукту, захищаючи продукти від окиснення, дегідратації й зміни кольору. Більшість протимікробних компонентів мають антиоксидантні властивості. Природні антиоксиданти, такі як фенольні сполуки, вітаміни E і

C, замість синтетичних антиоксидантів широко використовуються у харчових плівках [13].

Пластифікатор – дуже важлива складова, яка впливає на фізико-хімічні властивості плівок. Загалом пластифікатори додаються для усунення крихкості плівки, що дозволяє легко видалити плівку з поверхні. Додавання пластифікатора призводить до зменшення міжмолекулярних сил уздовж полімерних ланцюгів, що покращує гнучкість, еластичність та зменшує міцність і опір розриву плівки. З додаванням пластифікатора знижується міжмолекулярна сила, ефективно розріджується і пом'якшується структура плівки і збільшується рухливість ланцюга і міжмолекулярної відстані. Таким чином, додавання пластифікатора може призвести до помітного збільшення коефіцієнтів дифузії для газу або водяної пари і зниження зчеплення, міцності на розрив і температури склування (T_g) плівки. Пластифікатор повинен бути сумісний із полімером і, якщо можливо, добре розчинний, для того, щоб уникнути передчасного розшарування під час сушіння плівки. Ефективні пластифікатори повинні бути наближені за структурою до полімерів. Найбільш часто використовуються поліолі: гліцерин, сорбіт, поліетиленгліколь, моно-, ди- або олігосахариди, ліпіди та їх похідні [14].

Виробництво плівок здійснюється різними методами. Метод покриття на основі занурення широко використовується для фруктів, овочів і м'ясних продуктів. За даним методом продукт безпосередньо занурюють у суміш композиційного покриття (водний розчин), виймають і дають висохнути природним шляхом, у результаті чого на поверхні продукту утворюється тонка мембранна плівка. Покриття також може бути зроблене за допомогою способу нанесення розпиленням. За цим методом зазвичай використовують емульсії. У зв'язку з високою падаючою активністю необхідно збавити суміш для рівномірного розподілу нанесення розчину на поверхні продукту. Метод розпиленням використовується найчастіше. Їстівні пакувальні плівки також отримують шляхом мокрого лиття водного розчину на відповідній основі матеріалу з подальшим висушуванням. Вибір основного матеріалу має важливе значення для отримання плівок, які можуть легко видалятися без будь-якого розриву і складок [15]. Необхідно підтримувати оптимальний вміст вологи (5-8% для висушеної плівки) для її кращого відшарування від краю основного матеріалу.

В утворенні плівки зазвичай беруть участь зовнішні й внутрішні молекулярні зв'язки або зшивання полімерних ланцюгів. Ступінь зшивання залежить від структури полімеру, використовуваного розчинника, температури і наявності інших складових, таких як пластифікатори. Наявність пластифікаторів-ліпідів у складі композиційних покриттів або плівках забезпечує привабливий прозорий зовнішній вигляд поверхні продукту [5].

Властивості плівки (бар'єрні властивості щодо водяної пари і/або газу; розчинність у воді або ліпідах, колір, прозорість і зовнішній вигляд; механічні та реологічні характеристики; нетоксичність і

т.д.) залежать від типу використовуваного матеріалу, його формування та способу застосування. Пластифікатори, зшиваючі агенти, антимікробні агенти, антиоксиданти або смакові агенти додаються для поліпшення функціональних властивостей плівок.

Їстівні плівки і покриття повинні мати нейтральні органолептичні властивості: чисті, прозорі, без запаху, без смаку, щоб не бути виявленими під час споживання. За допомогою їстівних покриттів може покращуватися зовнішній вигляд поверхні продукту (наприклад, блиск) і тактильні характеристики (наприклад, зниження липкості). Плівки на основі гідроколідів, як правило, є більш нейтральними, ніж на основі похідних ліпідів або воску. Плівки і покриття також можуть допомогти зберегти високий рівень забарвлення, смак спецій, кислоти, цукру, підсолоджувачів чи концентрації солей, тим самим надаючи продукту привабливий зовнішній вигляд поверхні. Покриття мають бути стійкими до подрібнення і стирання (для зміцнення структури харчового продукту та легкості обробки) і гнучкими (досить пластичні, щоб адаптуватися до можливої деформації) [16].

Бар'єрні властивості упаковки – це здатність пакувальних матеріалів змінювати, збільшувати або знижувати, а іноді практично повністю припиняти проходження різних речовин всередину упаковки або з неї. Пакувальні матеріали ідентифікують як такі, що здатні забезпечувати “пасивний” або “активний” бар'єр. Пасивний бар'єр – однорідні (наприклад, скло) або багатокомпонентні пакувальні матеріали, які запобігають проходженню різних речовин всередину упаковки до запакованої продукції. При цьому пакувальні матеріали не взаємодіють із такими речовинами. Активний бар'єр – пакувальні матеріали, які, взаємодіючи, видаляючи чи поглинаючи речовини в пакуванні або з навколишнього середовища, збільшують термін зберігання продукції в такому пакуванні [17].

Проникність конкретного матеріалу по відношенню до газу зазвичай оцінюється за допомогою показників газопроникності (коефіцієнт газопроникності) й маси проникненості газу [18].

Їстівні плівки повинні мати достатню механічну міцність і еластичність, зберігати цілісність і витримувати зовнішній тиск, що важливо на етапах оброблення та зберігання [19]. Механічні властивості їстівних плівок і покриттів залежать від типу плівкоутворювального матеріалу і від його структурної когезії. Механічні властивості також пов'язані з плівкоутворювальними умовами, наприклад тип розчинника, процес охолодження або випаровування та методу нанесення покриття (див. рис. 1).

Газобар'єрні властивості харчових плівок і покриттів потенційно представляють великий інтерес. Наприклад, бар'єри від кисню харчових плівок можуть бути використані для захисту продуктів, які чутливі до окислення (прогіркості, втрати вітамінів під дією кисню). На відміну від цього, відносно висока газопроникність необхідна для покриттів свіжих фруктів і овочів (особливо по відношенню до двоокису вуглецю). Розвиток їстівних плівок із

селективною газопроникністю (кисень, двоокис вуглецю, етилен) дозволяє контролювати обмін дихання, розвиток мікроорганізмів і є перспективним для досягнення ефекту “модифікованої атмосфери” у свіжих фруктів [16].

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Традиційне пакування не гарантує повної безпеки харчових продуктів, багато харчових продуктів піддаються вторинній інфекції на кінцевих стадіях виробничого процесу, що є однією з причин їх більш швидкого псування. Тому є доцільним покривати поверхню харчових продуктів новим пакуванням, а саме: харчовими їстівними плівками, які, будучи додатково збагачені активними речовинами з антибактеріальною і протигрибковою властивостями, захищатимуть харчові продукти від розвитку шкідливої мікрофлори. Перспективним напрямом є створення бактерицидних пакувальних матеріалів для захисту харчових продуктів від несприятливої дії патогенної мікрофлори та токсичних продуктів їх життєдіяльності.

Їстівні поверхневі шари забезпечують додаткові, а іноді суттєві засоби для управління фізіологічними, мікробіологічними та фізико-хімічними змінами у харчових продуктах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tharanathan R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future / R. N. Tharanathan // Trends in Food Science & Technology. – 2003. – №14. – P. 71–78.
2. Kester J. J. Edible films and coatings: a review / J. J. Kester, O. R. Fennema // Food Technology. – 1986. – № 40. – P. 47-59.
3. Debeaufort F. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review / F. Debeaufort, J. A. Quezada-Gallo, A. Voilley // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 1998. – № 38(4). – P. 299-313.
4. Park H. J. Edible coatings for fruits / H. J. Park, P. Zeuthen, L. Bogh-Sorensen (Eds.) // Food Preservation Techniques. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. – 2003.
5. Kraśniewska K. Substances with Antibacterial Activity in Edible Films – A Review / K. Kraśniewska, M. Gniewosz // Pol. J. Food Nutr. Sci. – 2012. – Vol. 62. – №. 4. – P. 199-206.
6. Fabio D. S. Larotonda Biodegradable films and coatings obtained from carrageenan from *Mastocarpus stellatus* and starch from *Quercus suber*. Departamento de Engenharia Química. – 2007.
7. Медведкова И. И. Использование пленкообразующих веществ для качественного хранения продовольственных товаров / Медведкова И. И. // Всеукраїнська конференція з питань безпеки харчування 27-29 березня 2010 р. – К. : НТУУ “Київський політехнічний інститут”, 2010. – С. 25-26.
8. Съедобная упаковка: состояние и перспективы / [Г. Х. Кудрякова, Л. С. Кузнецова, М. Н. Нагула и др.] // Пищевая промышленность. – 2007. – №6. – С. 24-25.

9. Снежко А. Г. Перспективные направления применения покрытий из природных полимеров / А. Г. Снежко, М. И. Губанова, Г. В. Семенов // Мясная индустрия. – 2011 – №8 – С. 43-46.

10. Donhowe G. Edible coatings and films to improve food quality / G. Donhowe, O. Fennema // Technomic Publishing. – 1994. – P. 1-24.

11. Казакова Е. В. Защитное съедобное покрытие на основе белков / Е. В. Казакова, Л. С. Кузнецова // Пищевая промышленность. – 2010. – №1. – С. 16-18.

12. Перспективні елементи активного пакування / [С. В. Иванов, В. М. Пасічний, В. В. Олішевський та ін.] // Упаковка. – 2014. – №6. – С. 16-18.

13. Кривошей В. Н. Экология бумажного и полимерного пакета / В. Н. Кривошей // Упаковка. – 2011. – №3. – С. 41-44.

14. McHugh T. H. Plasticized whey protein edible films: water vapor permeability properties / T. H. McHugh, J. F. Aujard, J. M. Krochta // Journal of Food Science. – 1994. – № 59. – P. 416-419.

15. Tharanathan R. N., Srinivasa, P. C., Ramesh, M. N. (2002). A process for production of biodegradable films from polysaccharides. Indian patent 0085/DEL/02.

16. Guilbert S. Technology and Applications of Edible Protective Films / S. Guilbert, N. Gontard, B. Cuq // PACKAGING TECHNOLOGY AND SCIENCE. – 1995. – Vol 8. – P. 339-346.

17. Лаверде Г. Барьерные пленки / Г. Лаверде // Упаковка. – 2006. – №6. – С. 27-31.

18. Матешева С. Введение в показатели проницаемости упаковочных материалов / С. Матешева // Тара и упаковка. – 2012. – №5. – С. 24.

19. Yang L. Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan film / L. Yang, A.T. Paulson // Food Research International. – 2000. – № 33. – P.571-578.

REFERENCES

1. Tharanathan, R. N. (2003), "Biodegradable films and composite coatings: past, present and future", *Trends in Food Science & Technology*, vol. 14, pp. 71-78.

2. Kester, J. J. (1986), "Edible films and coatings: a review", *Food Technology*, vol. 40, pp. 47-59.

3. Debeaufort F., Quezada-Gallo, J. A. and Voilley A. (1998), "Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 38(4), pp. 299-313.

4. Park, H. J., Zeuthen, P. and Bogh-Sorensen, L. (Eds.) (2003), "Edible coatings for fruits", *Food Preservation Techniques*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.

5. Kraśniewska K. and Gniewosz M. (2012), "Substances with Antibacterial Activity in Edible Films – A Review", *Pol. J. Food Nutr. Sci*, vol. 62, pp. 199-206.

6. Fabio, D. S. (2007), "Larotonda Biodegradable films and coatings obtained from carrageenan from *Mastocarpus stellatus* and starch from *Quercus suber*". Departamento de Engenharia Química.

7. Medvedkova, Y. Y. (2010), "Ispolzovanie plenkoobrazuiuschykh veshchestv dlia kachestvennogo khraneniya prodovol'stvennikh tovarov", *Vseukrains'ka konferentsiia z pytan' bezpeky kharchuvannia 27-29 bereznia*, NTUU "Kyivs'kyj politekhnichnyj instytut", K., pp. 25-26.

8. Kudriakova, H. Kh., Kuznetsova, L. S., Nahula, M. N., Mykheeva, N. V., Kazakova, E. V. (2007), "S'edobnaia upakovka: sostoianye y perspektyvy", *Pyschevaia promyshlennost'*, vol. 6, pp. 24-25.

9. Snezhko, A. H., Hubanova, M. Y. and Semenov, H. V. (2011), "Perspektyvnye napravleniia prymereniia pokrytyj yz pryrodnykh polymerov", *Miasnaia yndustryia*, vol. 8, pp. 43-46.

10. Donhowe G. and Fennema O. (1994), "Edible coatings and films to improve food quality", *Technomic Publishing*, pp. 1-24.

11. Kazakova, E. V. and Kuznetsova, L. S. (2010), "Zaschytnoe s'edobnoe pokrytye na osnove belkov", *Pyschevaia promyshlennost'*, vol. 1, pp. 16-18.

12. Ivanov, S. V., Pasichnyj, V. M., Olishchevskij, V. V., Marynin, A. I., Zheludenko, Y. V. (2014), "Perspektyvni elementy aktyvnoho pakovannia", *Upakovka*, vol. 6, pp. 16-18.

13. Kryvoshej, V. N. (2011), "Ekolohiia bu-mazhnoho y polymernoho paketa", *Upakovka*, vol. 3, pp. 41-44.

14. McHugh, T. H., Aujard, J. F. and Krochta, J. M. (1994), "Plasticized whey protein edible films: water vapor permeability properties", *Journal of Food Science*, vol. 59, pp. 416-419.

15. Tharanathan, R. N., Srinivasa, P. C. and Ramesh, M. N. (2002), "A process for production of biodegradable films from polysaccharides". Indian patent 0085/DEL/02.

16. Guilbert S., Gontard N. and Cuq B. (1995), "Technology and Applications of Edible Protective Films", *PACKAGING TECHNOLOGY AND SCIENCE*, vol. 8, pp. 339-346.

17. Laverde, H. (2006), "Bar'ernye plenky", *Upakovka*, vol. 6, pp. 27-31.

18. Matesheva, S. (2012), "Vvedeniye v pokazately pronitsaemosti upakovochnykh materialov", *Tara y upakovka*, vol. 5, pp. 24.

19. Yang L. and Paulson A. T. (2000), "Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan film", *Food Research International*, vol. 33, pp.571-578.