УДК 006.013, 637.03

INSTITUTIONAL AND NORMATIVE ISSUES OF TECHNICAL REGULATION OF REQUIREMENTS FOR ECO-FRIENDLY PACKAGING OF FOODS

S. Verbytskyi, A. Minorova, N. Patsera, O. Kozachenko, L. Nedorizanyuk
Institute of Food Resources
S. Muižniece-Brasava
Latvian University of Life Sciences and Technologies

Key words:
food products, greening, biodegradable plastics, standards, specifications.

Article history:
Received 01.11.2024
Received in revised form 15.11.2024
Accepted 18.12.2024

Corresponding author:
tk140@hotmail.com

ABSTRACT

Food packaging, including dairy packaging, made of biodegradable materials has not yet been adequately reflected in technical regulations. Ecological, including biodegradable, packaging materials must have adequate mechanical capacity, permeability, migration and other critical characteristic properties for food packaging. The specified requirements for eco-friendly packaging of food products as a process and for packaging materials used for this purpose should be reflected in regulatory documents of different levels — technical regulations, standards and specifications— by updating these documents or creating special regulatory documents on eco-friendly packaging. The purpose of the research, the results of which are reflected in this article, is to assess the possibility and feasibility of adding requirements for packaging of dairy and other food products using modern eco-friendly biodegradable materials to standards, specifications and documents of another level, which, taken together, represent the documentary basis of technical regulation. The above stated objective of the conducted research and the article based on its results required a comprehensive and consistent consideration of the features and scientific approaches to the issues of food packaging in general and biological packaging of the said products, as well as a study of the requirements for the implementation of technical regulation in the specified area. The study of the problem gives grounds for the conclusion that it is possible to include the requirements for eco-packaging in all regulatory documents that make up the documentary array of technical regulation — technical regulations, standards and specifications. A typical template for modifying standards to include the requirements for eco-packaging of food products is proposed. It may also be advisable to develop special regulatory documents, the scope of which will be the requirements for eco-packaging both in terms of packaging technologies and in terms of the biodegradable and other eco-packaging materials used. A scheme for involving the issues of eco-packaging of food products in the documentary base of technical regulation is proposed.

DOI: 10.24263/2225-2916-2024-36-8

© С. Б. Вербицький, А. В. Мінорова, Н. М. Пацера, О. Б. Козаченко, Л. П. Недорізанюк, С. Муйжніеце-Брасава, 2024

ІНСТИТУЦІЙНІ ТА НОРМАТИВНІ ПИТАННЯ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВИМОГ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО ПАКУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

С. Б. Вербицький, канд. техн. наук, ORCID ID: 0000-0002-4211-3789
А. В. Мінорова, канд. техн. наук, ORCID ID: 0000-0002-7557-1444
Н. М. Пацера, ORCID ID: 0000-0001-8737-9997
О. Б. Козаченко, ORCID ID: 0000-0002-2189-9583
Л. П. Недорізанюк, ORCID ID: 0000-0002-2190-5648
Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна
С. Муйжніеце-Брасава, д-р техн. наук, ORCID ID: 0000-0001-6033-6241
Латвійський університет наук про життя та технології, Єлґава, Латвія

Біорозкладні пакування харчових продуктів наразі не знайшли належного відображення в технічному регулюванні. У нових і змінюваних нормативних документах повинні зазначатися вимоги щодо екологічності упаковки, її зручності для споживачів, ресурсоефективності, механічної міцності, проникності, міграції та інших властивостей, критичних у сенсі харчової безпечності. Доцільним є долучення, у межах технічного регулювання, вимог щодо екологічного пакування до технічних регламентів, стандартів і технічних умов.

Ключові слова: *продовольство, екологізація, біорозкладні пластики, стандарти, технічні умови.*

Вступ. Належне пакування є одним з найважливіших чинників гарантування харчової безпечності продовольства, дуже часто швидкопсувного і потенційно небезпечного для життя та здоров'я споживачів [1]. Нормативні документи містять, у цілому, подібні визначення терміна «пакування», що означає процес, технологічну операцію, на відміну від терміна «паковання», який визначають як засіб або комплекс засобів, що забезпечують захист продукції від пошкоджень і втрат навколишнього середовища від забруднень. Тара — основний елемент паковання, що являє собою виріб для розміщення і просторового переміщення продукції [2]. У сучасних умовах питомі вимоги до паковань харчових продуктів, як-от: надійність захисту продукції від несприятливих зовнішніх впливів, подовження терміну зберігання, інформування споживачів про склад продукту та реквізити виробника тощо, доповнено вимогами щодо належної відповідності екологічним вимогам. Очевидною глобальною тенденцією є значне збільшення частки продукції, яку виробляють у споживчій тарі, причому роздрібний ринок вимагає подальшого збільшення пропозиції маловагових і малогабаритних паковань. Отже, фактом стає лавиноподібне навантаження на довкілля, оскільки переважна частина пакувальних матеріалів (полімерні плівки, полімерна тара для рідких продуктів, скляна тара тощо) фактично не зазнають біорозкладення за природних умов [2, 3].

У Європейському Союзі є чинною Директива (ЄС) 2015/720 Європейського Парламенту і Ради від 29 квітня 2015 р. про скорочення використання тонких пластикових пакетів, яка доповнила базову Директиву 94/62/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 20 грудня 1994 р. про упаковку і відходи від упаковки [4]. Директиву Директива (ЄС) 2015/720 [4] в Україні належним чином гармонізовано, для чого було прийнято Закон України «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України» [5]. У зазначеному Законі України містяться нормативні обмеження на

використання пластикових пакетів, крім біорозкладних пластикових і надлегких, визначено вимоги до біорозкладних пластикових пакетів, а також їх маркування.

Часто використовуваний на практиці термін «біопластмаси» не є застандартованим і може застосовуватися як для позначення біорозкладних матеріалів, придатних для компостування, так і для всіх пластмас, вироблених на основі відновлюваних природних ресурсів [6]. Власне, і термін «біорозкладний» не є однозначно визначеним, оскільки умови біорозкладення не запроваджені нормативно. На практиці доказом біорозкладення є викиди CO_2 унаслідок біологічних процесів перетворення. Визначання біорозкладення через емісію вуглекислого газу чітко відрізняє його від процесу розкладу, ініційованого спеціальними добавками, що приводять лише до фрагментації звичайного полімеру [7]. Біопластмаси, вироблені на основі відновлюваних природних ресурсів, можуть містити до 100% натуральних компонентів, проте не бути придатними до біологічного розкладу [3].

Паковання харчових, зокрема й молочних продуктів, виготовлені з біорозкладних матеріалів, у тому числі нормованих Законом України [5], є обов'язковими для застосування, проте у більш широкому сенсі технічного регулювання не знайшли ще свого належного відображення. Таке відображення може і повинне бути здійснено в ході розроблення нових та актуалізації чинних нормативних документів.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Відомою є дуалістична суперечність, властива проблемі сучасного масового пакування харчових продуктів, яка полягає в тому, що і основи безпечності харчових продуктів, і сучасні засади ресурсозбереження, тобто вимоги до продовження дозволених термінів придатності харчових продуктів, формують потребу в пакованнях, механічно міцних і стійких у хімічному та біохімічному сенсі. Втім матеріали з такими характеристиками вкрай важко піддаються розкладанню в природних умовах. Розуміння актуальності вирішення цієї проблеми стимулює пошук матеріалів, що ефективно розкладаються в природному середовищі після використання, та належне нормативне оформлення використання упаковки продовольства, виготовленої з цих матеріалів [2]. Методи і матеріали, що використовуються для пакування харчових продуктів, шляхи підвищення екологічності упаковки, її зручності для споживачів тощо повинні оцінюватися за такими критеріями, як ресурсоефективність і вплив на економічні показники виробництва загалом. Зазначеним вимогам повною мірою відповідають біорозкладні паковання, полегшені та малогабаритні паковання, паковання з покриттями біологічного походження [8].

Критичними щодо впливу навколишнього середовища та забезпечення збереження якості у процесі транспортування та зберігання аспектами є механічні та бар'єрні властивості кисню, вуглекислого газу, води, світла та запахів. Крім того, при виборі пакувальних матеріалів продуктів слід враховувати безпечність (міграція, ріст мікроорганізмів), стійкість (термостійкість і хімічна стійкість), вимоги до оброблення (зварюваність та придатність для формування), зручність і маркетингові вимоги (комунікація, можливості друку) [8—12].

Механічні властивості мають вирішальне значення і повинні бути адаптовані в такий спосіб, щоб продукт був захищений навіть при тривалому зберіганні й транспортуванні. Полімери можна адаптувати, до певної міри, для відповідності певним механічним властивостям, наприклад, шляхом вибору сировини або змішування з іншими полімерами чи наповнювачами, або шляхом додавання волокон, зшивання, пластифікації. Позитивною є кореляція між кількістю пластифікатора в полімері та міцністю на розрив. Для полілактиду (PLA) орієнтація полімеру під час обробки може покращити механічну міцність й термічну стабільність [8, 9, 13—16].

Пакувальні матеріали за період свого життєвого циклу протистоять деформації за високих температур протягом певного періоду часу, проте стабільність біопластиків знижується зі зростанням температури, як це спостерігається для PLA [9, 14], особливо в разі впливу високої вологості [17]. Тара, виконана зі звичайного PLA, є стабільною лише до 55 °C, але орієнтовану плівку PLA (OPLA) використовують за температур до 150 °C [18].

Бар'єрні властивості щодо водяної пари залежать від типу продукту. Це особливо важливо, наприклад, у разі пакування таких продуктів, як масло та сир, де запобігання втраті вологи та висихання поверхні є ключовим питанням. Крім того, пакування продуктів з коротким терміном зберігання є менш критичним, оскільки температура є низькою, а термін зберігання становить менше 10 днів [8].

Бар'єрні характеристики щодо газів також залежать від природи продукту. Наприклад, високі бар'єрні властивості потрібні для пакування продуктів у модифікованих середовищах (нарізані сири та сухе молоко), менш щільний газовий бар'єр достатній для пакування продуктів з коротким терміном зберігання (питне молоко та йогурти) [20].

Існують методологічні та технічні складнощі стосовно порівняння бар'єрних властивостей різних біопакувань, оскільки порівняння між різними матеріалами ускладнене або навіть неможливе через використання різного технологічного обладнання, відмінності у параметрах сировини та різні умови вимірювання. Рішення залежить від результатів досліджень терміну придатності продукту та пакувального матеріалу. Важливо враховувати розміри паковання та уникати великих площ поверхні по всьому його об'єму. Причина полягає в тому, що біополімери часто є гідрофільними і, отже, не є цілком надійними бар'єрами щодо водяної пари [8, 16].

Стосовно паковань харчових продуктів термін «міграція» використовують для означення процесу перенесення речовин з паковання на упакований продукт. Відповідно до стандартів Європейського Союзу, загальна міграція не повинна перевищувати межі 10 мг/дм^2. Мігрантами з біологічних пакувальних матеріалів біопакування можуть бути, наприклад, молочна кислота, лінійний і циклічний димер лактиду, олігомери PLA, харчовий та гідролізований крохмаль. Ці мігранти можуть природно бути присутніми в харчових продуктах і, отже, можуть вважатися безпечними для цілей пакування харчових продуктів [19]. Додаткові дослідження показали, що міграція різних полімерів PLA у воду, октинову кислоту, ізооктан, оливкову олію і твердий стимулятор — модифікований феніленоксид, є значно нижчою ніж 10 мг/дм^2 [8,20].

Окреслені вище вимоги мають бути враховані при викладенні вимог до біорозкладних паковань харчових, зокрема молочних, продуктів у стандартах [21] та інших нормативних документах.

Мета дослідження. Оцінювання можливості та доцільності долучення вимог щодо пакування молочних та інших харчових продуктів із застосуванням сучасних екологічних біорозкладних матеріалів до стандартів, технічних умов та документів іншого рівня, які, у своїй сукупності, являють собою документальну базу технічного регулювання.

Матеріали і методи. Для виконання дослідження використано засади системного підходу до вивчення фактичних матеріалів, зокрема наукової та науково-практичної літератури, нормативних актів, нормативних документів тощо, а також абстрактно-логічного підходу до узагальнення результатів дослідження та формулювання висновків.

Результати досліджень. Зазначена вище мета проведених досліджень та оформленої за їхніми результатами статті вимагала комплексного та несуперечливого врахування особливостей та наукових підходів до питань пакування харчових продуктів взагалі та біологічного щадного до довкілля пакування зазначених продуктів, а також вивчення вимог до реалізації технічного регулювання в зазначеній царині. Слід зауважити, що окреслені питання частково були предметом проведеного авторами дослідження, результати якого висвітлено у [21], де пропонувалося модифікувати чинні національні стандарти з метою залучення вимог екологічного пакування продовольства шляхом розроблення поправок до них чи, за необхідності, їхнього перегляду. Рекомендувалося складник «Терміни та визначення» доповнити такими термінами та визначеннями понять у сенсі внесення до нього вимог екологічного пакування харчових продуктів:

х.1 екологічне пакування. Пакування харчових продуктів у такий спосіб, щоб унеможливити або принаймні мінімізувати шкідливий вплив паковань і пакувальних матеріалів на довкілля, зокрема внаслідок утилізації та/або знищення використаних паковань;

х.2 екологічні паковання. Вироби та матеріали, використовувані для пакування харчових продуктів, відповідні умовам екологічного пакування;

х.3 розкладення. Зміна первісних властивостей макромолекул полімерного матеріалу, що призводять до руйнації його структури, незважаючи на характер цієї руйнації;

х.4 біорозкладення. Зміна первісних властивостей макромолекул полімерного матеріалу, що призводить до руйнації його структури за природних умов;

х.5 біорозкладні паковання. Матеріали, що повністю біорозкладаються, або пакувальні вироби, продуковані з таких матеріалів;

х.6 харчове (їстівне) покриття. Шар їстівного матеріалу, нанесений на поверхню харчового продукту в технологічних цілях, який може бути спожитий з цим продуктом.

Разом з переліченими вище може бути наведено й інші терміни та визначення відповідно до цілей і змісту стандартів, які піддають модифікуванню. Складник «Вимоги до об'єкта стандартизації» у сенсі відповідності вимогам екологічного пакування слід доповнити вимогами та положеннями щодо конкретної номенклатури харчових продуктів, які можуть/повинні бути упаковані з використанням екологічного пакування; фізичних, хімічних, структурно-механічних та інших відповідних параметрів харчових продуктів, на які поширюються стандарти екологічного пакування; термінів, температури, вологості та інших відповідних параметрів зберігання харчових продуктів, упакованих з використанням екологічного пакування; умов перевезення та реалізації харчових продуктів, упакованих з використанням екологічних паковань; інших доречних параметрів. Зазначені вимоги, крім структурного елемента «Вимоги до об'єкта стандартизації», також наведено у структурних елементах «Пакування», «Правила транспортування та зберігання», «Методи контролю» та «Правила приймання». Структурний елемент «Пакування» доповнюють положеннями про порядок екологічного пакування харчових продуктів щодо номенклатури можливих способів екологічного пакування; номенклатуру матеріалів і пакувальних виробів, що використовуються для екологічного пакування; технічні та технологічні вимоги до процесу екологічного пакування; інші відповідні параметри тощо [21].

На відміну від національних стандартів, розроблення та модифікування, яких ретельно нормовано основоположними стандартами ДСТУ 1.2:2024 [22] та ДСТУ

1.5:2015 [23], актуалізація технічних регламентів повинна здійснюватися з дотриманням положень Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» [24]. Важливими і дуже часто використовуваними на практиці, зокрема в харчовій промисловості, є нормативні документи виду технічних умов (ТУ), в яких цілком доречно викладати вимоги до екологічного пакування. Втім наразі не є чинним ДСТУ 1.3:2004 [25], яким раніше користувалися для розроблення технічних умов, і ці нормативні документи регламентують на рівні установ і організацій. Прикладом такого документа є стандарт СОУ КЗПС 74.9-02568182-003:2016 «Технічні умови України. Настанови щодо типової побудови, викладення, позначення, прийняття та надання чинності» [25].

Альтернативою модифікуванню чинних нормативних документів щодо екологічного пакування харчових продуктів може бути розроблення нових спеціалізованих нормативних документів усіх згаданих вище рівнів — від технічних регламентів до технічних умов. Вважаємо, що таке розв'язання проблеми було б ефективнішим, оскільки введення в обіг нових харчових продуктів могло б здійснюватися на базі вже наявних і відпрацьованих вимог. Загальну схему залучення питань екологічного пакування харчових продуктів до документальної бази технічного регулювання зображено на рис. 1.

Рис. 1. Схема залучення питань екологічного пакування харчових продуктів до документальної бази технічного регулювання

Отже, у всьому світі питання виробництва екологічних, у тому числі біорозкладних, пакувань харчових продуктів є важливими у сенсі зменшення навантаження на довкілля. Вчені та фахівці у всьому світі розробляють прийнятні техніко-технологічні рішення для розв'язання зазначених проблем [27, 28], і ми сподіваємося, що цей матеріал буде корисним у сенсі створення надійної нормативної бази екологічного пакування харчових продуктів в Україні та в інших країнах.

Висновки. Актуальні тенденції щодо екологізації виробництв, зокрема агропромислового комплексу та його важливої складової — харчової промисловості, вимагають щонайширшого впровадження щадних щодо довкілля екологічних паковань харчових продуктів. Різноманітні біорозкладні пакувальні матеріали продовольчих

товарів продовжують набувати розповсюдження, відповідно зростає актуальність питання нормативного регулювання зазначених питань. Вивчення проблеми дає підстави для висновку про те, що існує можливість долучення вимог до екологічного пакування до всіх нормативних документів, що складають документальний масив технічного регулювання — технічних регламентів, стандартів і технічних умов. Може також бути доцільним розроблення спеціальних нормативних документів, сферою застосування яких будуть вимоги до екологічних паковань і в сенсі технологій пакування, і в сенсі застосовуваних біорозкладних та інших екологічних пакувальних матеріалів.

Фінансування. Дослідження фінансувалися у рамках спільного українсько-латвійського наукового проєкту «Удосконалене використання щадних до довкілля біорозкладних паковань для молочних продуктів (BIOPACK Dairy)» згідно з наказом Міністерства освіти та науки України від 15.03.2024 р. «Про фінансування спільних українсько-латвійських науково-дослідних проектів у 2024 р.».

ЛІТЕРАТУРА

1. Халайджі, В. В., Кривошей, В. М. (2018). *Упаковка для харчових продуктів та напоїв*. Київ: ІАЦ «Упаковка».

2. Вербицький, С. Б., Копилова, К. В., Козаченко, О. Б., Вербова, О. В., Кос, Т. С. (2019). Екологічна упаковка харчових продуктів (від теорії до практики). *Упаковка*, 4. 30—34.

3. Копилова, К. В., Вербицький, С. Б., Кос, Т. С., Вербова, О. В., Козаченко, О. Б. (2018). Оцінювання можливості та доцільності використання екологічних пластмас для пакування харчових продуктів. *Проблеми й перспективи розвитку академічної та університетської науки*: збірник наукових праць за матеріалами XI Міжнародної наук.-практ. конф., м. Полтава, 20—21 грудня 2018 р., Полтава, 140—145.

4. Directive (EU) 2015/720 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2015 amending Directive 94/62/EC as regards reducing the consumption of lightweight plastic carrier bags.

5. України, Закон. «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України». *Відомості Верховної Ради України*, 2021. № 31. 1489—20.

6. Енгельс, Д., Марта, Д., Лор, С., Ціммерманн, П. (2012). Пластмаси, створені природою: від мрії до реальності. *Упаковка*, 6. 14—15.

7. Narayan, R. (2010). Misleading claims and misuse. Proliferate in the Nascent. *Bioplastics Magazine*, 1(5), 38—41.

8. Muižniece-Brasava, S., Verbytskyi, S., Kuts, O., Minorova, A., Patsera, N., Kozachenko, O., Nedorizanyuk, L. (2023). Overview of the current state of scientific research and practical access in the areas of biological dairy packaging. *Food Resources*, 11(21). 9—23. https://doi.org/10.31073/foodresources2023-21-01.

9. Jakobsen, M., Holm, V., Mortensen, G. (2008). Biobased packaging of dairy products. *Environmentally Compatible Food Packaging*, 478—495. doi:10.1533/9781845694784.3.478.

10. Marca Alderete, N. Y. (2015). Envases y embalajes para la industria láctea.

11. Haugaard, V. K., Udsen, A.-M., Mortensen, G., Høgh, L., Petersen, K., Monahan, F. (2001). Potential food applications of biobased materials. An EU-Concerted Action Project. *Starch/Starke*, 53(5), 189—200. https://doi.org/10.1002/1521-379X(200105)53:5<189::AID-STAR189>3.0.CO;2-3.

12. Robertson, G. L. (2006). *Edible and biobased food packaging materials*. In Food Packaging: Principles and Practice. Taylor & Francis. New York, Chapter 3.

13. Van Tuil, R., Fowler, P., Lawther, M., Weber, C. J. (2000). Properties of biobased materials. In: Weber, C. J. (Ed.). Biobased Packaging Materials for the Food Industry. Status and Perspectives. KVL Department of Dairy and Food Science, Frederiksberg, 13—41.

14. Södergård, A., Stolt, M. (2002). Properties of lactic acid based polymers and their correlation with composition. *Prog Polym Sci.*, 27, 1123—1163. https://doi.org/10.1016/S0079-6700(02)00012-6.

15. Parris, N., Coffin, D. R., Joubran, R. F., Pessen, H. (1995). Composition factors affecting the water vapour permeability and tensile properties of hydrophilic films. *J. Agric. Food Chem.*, 43. 1432—1435.

16. Sinclair, R. G. (1996). The case for polylactic acid as a commodity packaging plastic. JMS — Pure Appl Client, A33(5), 585—597. https://doi.org/10.1080/10601329608010880.

17. Visakh, P.M. (2014). Polyhydroxyalkanoates (PHAs), their Blends, Composites and Nanocomposites: State of the Art, New Challenges and Opputunities, Polyhydroxyalkanoates (PHAs) based Blends, Composites and Nanocomposites. https://doi.org/10.1039/9781782622314-00001.

18. Копилова, К., Вербицький, С., Козаченко, О., Вербова, О. (2019). Основні засади сучасного біологічного пакування молочних продуктів. *Продовольчі ресурси*, 7(13), 69—86. https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-07.

19. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food Text with EEA relevance.

20. Plackett, D. V., Holm, V. K., Johansen, P., Ndoni, S., Nielsen, P. V., Sipilainen-Malm, T., Södergård, A., Vertichel, S. (2006). Characterization of i.-polylactide and l- polylactide-polycaprolactone copolymer films for use in cheese-packaging applications, *Pack Technol. Sci.*, 19, 1—24. https://doi.org/10.1002/pts.704.

21. Kopylova, K., Verbytskyi, S., Kos, T., Verbova, O., Kozachenko, O., Patsera, N. (2020). Scientific bases of standardization of requirements for ecological packaging of food products. *Food Resources*, 15, 114—123. https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-12.

22. ДСТУ 1.2:2024. Національна стандартизація. Правила проведення робіт з національної стандартизації. [Чинний від 2024-09-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2024. 40 с.

23. ДСТУ 1.5:2015. Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення. [Чинний від 2017-02-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 65 с.

24. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01. 2015 р. № 124-VIII. URL: https://zakon. rada. gov. ua/rada/show/124-19, (100), 2011.

25. ДСТУ 1.3:2004 Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення, погодження, прийняття та позначення технічних умов. [Чинний від 2005-01-01]. Вид. офіц. Київ.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2004.

26. СОУ КЗПС 74.9-02568182-003:2016 «Технічні умови України. Настанови щодо типової побудови, викладення, позначення, прийняття та надання чинності». [Чинний від 2016-01-13]. К.: ДП «Укрметртестстандарт», 2016.

27. Cornejo Reyes, G. V., Marinero Orantes, E. A., Funes Guadrón, C. R., Toruño, P. J., Zúniga-González, C. A. (2020). Biopolímeros para uso agro industrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termo plástico biodegradable. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 11(6). https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i11.9824.

28. Ramírez, A., Hernández, J., Villanueva, S. (2019). Nota Técnica: Tecnologías para la obtención de bioplásticos a partir de diferentes materias primas: Recibido:/octubre 2019; Aceptado:/diciembre 2019. *Ciencia en Revolución*, 5(16), 140—149.