

# Переработка отходов пищевых производств с целью создания биоразлагаемой упаковки

Яна Майорова, Марианна Воронина

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

## Информация о статье

Поступила в редакцию:

21.01.2021

Принята

к опубликованию:

14.08.2021

УДК 621.798.08

JEL Q52

## Ключевые слова:

биоразлагаемая упаковка, пивная дробина, крахмал, пластик, биополимеры, отходы пищевого производства

## Keywords:

biodegradable packaging, brewer's grain, starch, plastic, biopolymers, food waste

## Аннотация

В статье представлена разработка биоразлагаемого аналога полимерного пакета из отходов пищевых производств, который направлен на снижение загрязнения окружающей среды. В качестве такого отхода выступила пивная дробина, объем которой на пивоваренных заводах ежегодно составляет около 14 млн тонн, что делает данное сырье доступным. Вторым основным компонентом биоразлагаемой упаковки выступал картофельный крахмал, который также считается легкодоступным сырьем. Для образования устойчивого сетчатого каркаса было решено добавить жидкой продукт (глицерин) и органическую кислоту (уксусную). Проводилось исследование моделирования процессов взаимодействия упаковки с продуктами питания с высокой влажностью. Готовые пласти исследовались на содержание сухих веществ в растворе рефрактометрическим методом, проводилось исследование степени набухаемости образцов.

## Recycling of Food Production Waste in Order to Create Biodegradable Packaging

Yana Maiorova, Marianna Voronina

## Abstract

The global production of plastic products currently exceeds 320 million tons per year, of which more than 40% is used as disposable packaging, which leads to the formation of plastic waste. A significant part of the plastic produced annually is lost and ends up in the world's oceans with an estimated storage potential of 250 million tons by 2025. It is known that the decomposition of plastic bags takes from 10 to 20 years, large plastic containers practically do not decompose. Consequently, plastic waste is a serious environmental disaster. Exposure to ultraviolet radiation catalyzes the photooxidation of plastic, making it brittle. In combination with the effects of wind, waves and abrasion, plastic fragments decompose into microparticles, which are called micro- and nanoplastics. Thus, plastic dust enters the lungs when we breathe, as well as directly into our body with food and water. Due to the massive refusal of countries to use plastic, it is necessary to find a worthy alternative to it. Such an alternative can be starch-based film materials due to the low cost, the possibility of

*obtaining them from easily renewable, environmentally friendly raw materials. Among the biomaterials presented on the market today, biomaterials obtained from starch-based raw materials are the most common and economical. In addition, it is necessary to consider the strength and elasticity of this film and whether secondary packaging is required for the transportation and storage of products packed in it. Such film materials are characterized by the ability to biodegrade, which is the main factor in choosing environmentally friendly packaging.*

За последние десятилетия существенно возросли объемы производства и потребления пластиковой упаковки, значительно изменилась структура рынка. Известно, что если хлопчатобумажная ткань и бумага разлагаются в почве за 2-5 мес., то молочные пакеты за 5 лет, пакеты из полиэтилена от 10 до 20 лет, крупная тара из пластика почти не разлагается, а стойкость стеклянной тары в почве почти 1 млн. лет [1]. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, пластик относится к IV и V классам опасности, т. е. это малоопасный и практически неопасный тип отходов. Но он наносит серьезный, плохо прогнозируемый, замедленный ущерб окружающей среде. При его производстве используется огромное количество воды, в атмосферный воздух выделяется до 400 млн т углекислого газа в год, а основной проблемой считается его утилизация [2]. Вторичная переработка мусора дает возможность целесообразно использовать природные ресурсы, позволит освободиться от загрязнителей окружающей среды и дает возможность сэкономить, так как отходы – это наиболее дешевый ресурс большинства веществ и материалов, чем источники природные. Одна из проблем состоит в том, что в первую очередь перед переработкой мусора, его необходимо рассортировать и очистить. Так как, мусор, который уже поступил на свалку, практически невозможно – машин подобных не существует, а люди работают очень медленно и это отрицательно сказывается на их здоровье [3]. В Европе, Америке и Австралии активно используется отдельный сбор и переработка мусора. В результате количество перерабатываемых отходов уже превысило 50 %. При этом используют разные способы сбора ПЭТ-бутылок [4].

Главный тренд на мировом рынке упаковки – постепенный отказ от любой пищевой упаковки, в которой доля материалов длительного распада превышает 80 %, а период полного разложения в природе – более одного года [5]. В связи с массовым отказом стран от использования пластика необходимо найти достойную ему альтернативу. Этой альтернативой могут стать пленочные материалы на основе крахмала из-за низкой себестоимости, возможности его получения из легко возобновляемого, экологически безопасного сырья. Кроме этого, необходимо учитывать прочность и эластичность данной пленки и требуется ли вторичная упаковка для транспортировки и хранения продуктов, упакованных в нее [6]. Такие пленочные материалы характеризуются способностью к биоразложению, что является основным фактором при выборе экологичной упаковки.

Первое использование термина «биоразлагаемый» было в 1961 году, когда оно использовалось для описания распада материала до углерода, водорода и кислорода под воздействием микроорганизмов. В настоящее время биоразлагаемость обычно ассоциируется с экологически чистыми продуктами, которые способны разлагаться до природных элементов. Микроорганизмы (бактерии, грибы, водоросли) используют полимеры как источник органических соединений и источник энергии. В результате ферментативного разложения пластиков их полимерные цепочки подвергаются окислению или гидролизу и распадаются на воду, диоксид углерода и другие продукты биотического разложения, которые не являются токсичными и встречаются повсюду в природе и в живых организмах [7]. Термин «биоразлагаемые упаковочные материалы для пищевых продуктов» был введен в 2000 году В. Туэлем как «материалы, полученные из переработанного сырья».

Более точное определение было опубликовано Хаггардом и Мортенсенем в 2003 году, которые рассматривали биоразлагаемые упаковочные материалы для пищевых продуктов как материалы с годовым возобновляемым циклом [8].

Процесс биоразложения происходит в два этапа. Первый – это разделение полимеров на виды с более низкой молекулярной массой методом абиотических реакций, т. е. окисления, разрушения или гидролиза, либо биотических реакций, т. е. разложения микроорганизмами. После этого следует биоосмос кусочков полимера микроорганизмами и их минерализация. Хотя биопластики считаются экологичными материалами, они также имеют некоторые ограничения в использовании, такие как высокая стоимость производства и плохие механические свойства. Недостатком высокой себестоимости производства можно управлять, используя низкую стоимость возобновляемых ресурсов, таких как сельскохозяйственные отходы. Среди пластмасс на биологической основе выделяют полимолочная кислота (PLA), обладающую оптимальными свойствами, включая высокую прочность при растяжении и модуль упругости. Это биоразлагаемый термопластичный линейный полиэстер, по своим свойствам схожий с полистиролом. Сырье для получения PLA получают путем ферментации глюкозы или крахмала. В качестве источника углеводов могут быть использованы кукуруза, пшеница или, в качестве альтернативы, сыворотка и патока. Полигидроксиканоаты (PHAs) являются их коммерческими конкурентами, хотя им не хватает некоторых оптических и механических свойств по сравнению с пластиком.

На современном этапе разработка биополимеров ведется по трем основным направлениям: извлечение и модификация натуральных полимеров из биомассы; полимеризация мономеров на биологической основе и экстракция полимеров, продуцируемых микроорганизмами. Одними из первых были получены биополимеры на основе крахмала из различных видов растительного сырья: картофеля, кукурузы, пшеницы, риса. Они же остаются в приоритете за счет доступности и возобновляемости [9].

Биоразлагаемые материалы могут разложиться только в результате промышленной утилизации. Естественная среда не отвечает требованиям (количеством микроорганизмов, содержанию кислорода, влажности и другим факторам), необходимым для полного разложения этих материалов. В странах, где нет развитой инфраструктуры для обеспечения правильной утилизации биоразлагаемых материалов, внедрение компостируемых и биоразлагаемых пакетов может усилить пластиковое загрязнение [10]. Прогресс в технологиях промышленного производства биополимеров является основным стимулом для создания крупных производств по переработке возобновляемой биомассы, в первую очередь целлюлозосодержащего сырья, что в свою очередь способствует созданию новых рабочих мест [11].

Ежегодное количество отходов пищевого производства на территории России достигает нескольких миллионов тонн. В ФЗ «Об отходах производства и потребления» (п. 2 ст.3) закреплены приоритетные направления государственной политики в области обращения с отходами в соответствующей последовательности:

- максимальное использование исходных сырья и материалов;
- предотвращение образования отходов;
- сокращение образования отходов и снижение класса опасности отходов в источниках их образования;
- обработка отходов;
- утилизация отходов;

– обезвреживание отходов. Соответственно, разработка биоразлагаемой упаковки из отходов пищевого производства поможет не только снизить темпы загрязнения окружающей среды, но и способствует максимальному использованию исходного сырья.

### **Цель исследования**

Целью исследования является разработка биоразлагаемой упаковки для продуктов питания на основе крахмала картофельного с добавлением отхода пищевых производств и исследование ее свойств.

Источники отходов предприятий пищевой промышленности можно разделить на четыре категории: сельскохозяйственные отходы, отходы пищевой промышленности, отходы распределения и отходы потребления. Большая часть усилий по переработке отходов сосредоточена на растительных отходах. Пищевые отходы растительного происхождения образуются из культивируемых зерен, фруктов и овощей. Остатки риса, пшеницы и кукурузы – основные источники сельскохозяйственных отходов, которые широко используются для производства биотоплива. Рис является основным продуктом питания людей, проживающих на Востоке. Количество рисовой соломы, доступной в качестве сырья, составляет более 730 млн т в год, что составляет почти 205 млрд л. биоэтанола ежегодно. Рисовая солома имеет высокое содержание целлюлозы и гемицеллюлозы и может быть легко преобразована в биоэтанол при ферментативном гидролизе. Переработка пшеницы приводит к четырем продуктам, которые когда-то считались отходами: солома, шелуха, мякина и отруби. Многие исследования пришли к выводу, что пшеничная шелуха является идеальным кандидатом для производства биотоплива. Рожь также является важным зерном, которое используется для приготовления хлеба, пива, виски, водки и корма для животных. Почти 20 % ржи несъедобны и поэтому рассматриваются как агроотходы.

Применение биополимеров из различных видов крахмалов, в том числе из картофельного, интересно тем, что исходное сырье практически не ограничено и постоянно возобновляется. Однако применение биополимеров из крахмала для производства одноразовой посуды или упаковки ограничивается некоторыми трудностями при их дальнейшей эксплуатации. Основным недостатком является повышенная способность к впитыванию влаги, при этом отмечается, что с увеличением содержания крахмала хрупкость биополимерной пленки увеличивается. Известно, что крахмал – это смесь полисахаридов (амилозы и амилопектина), мономером которого является альфа-глюкоза. Крахмал синтезируется разными частями растений в хлоропластах и колеблется в разном соотношении. К источникам крахмала относится картофель – 24 %, рис – 75 %, кукуруза – 70 %, пшеница – 64 % крахмала [12].

Несмотря на доступность картофельного крахмала как сырья для разработки биоразлагаемой упаковки, получаемый крахмалопласт имеет неустойчивую структуру, может деформироваться, рваться, практически моментально растворяется в воде. Будущая биоразлагаемая упаковка должна выдерживать длительный контакт с водой, так как планируется ее использование для напитков, в т. ч. горячих, таких как чай, кофе. Чтобы создать более прочную структуру добавляется жировой продукт – глицерин, который обволакивает крахмальные молекулы, и органическая кислота, в результате чего образуется прочный сеточный каркас.

Ход работы. В качестве анализируемых крахмалопластов выступали образцы следующего состава: крахмал картофельный, глицерин, пивная дробина (в количестве 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35%) , вода дистиллированная, кислота уксусная

столовая. Для получения крахмалопласта картофельный крахмал смешивали с раствором глицерина, органической кислотой и отходом пищевого производства, которым выступала пивная дробина. Главным отходом пивоваренного производства является пивная дробина, она накапливается в очень больших количествах и отличается особой питательной ценностью. Это масса с высокой влажностью, образованная после варки и фильтрования солода, состоящая из частиц ядер и оболочек зерен ячменя и солода, которые содержат различные нерастворимые вещества и несахаренный крахмал [13].

На предприятиях пивоваренной промышленности России ежегодно скапливается большое количество дробины влажностью 75–88 %, которая характеризуется высоким уровнем протеина. На каждые 1000 дал готового пива в среднем образуется 2,3 т пивной дробины, что в расчете на пивоваренный завод средней мощности составляет ежегодно до 35 000 т. [14].

### Материалы и методы исследования

Подготовка дробины для исследования включала ее сушку, измельчение и разделение на фракции. Смешивание крахмалопласта производили в емкости до образования клейстера, который перерабатывали в пласт для проведения испытаний свойств материала. После чего пласт подвергался низкотемпературной сушке при 60 °С.

Проводилось исследование моделирования процессов взаимодействия упаковки с продуктами питания с высокой влажностью. Готовые пласти исследовались на содержание сухих веществ в растворе рефрактометрическим методом, проводилось исследование степени набухаемости образцов.

Процесс изготовления нашего продукта представлен на рис. 1



Рис. 1. Процесс изготовления биоупаковки

Источник: составлено авторами

Согласно ГОСТ 28562-90 «Массовая доля растворимых сухих веществ по рефрактометру» означает: массовая доля сахарозы в водном растворе, имеющем такой же показатель преломления, какой имеет исследуемый раствор при установленной температуре и установленных условиях определения. Образцы крахмалопластов различного состава весом в 1 г заливались водой, температура которой была равна 0 °С, 20 °С, и на 3 ч убирались для поддержания температуры, после чего жидкость изучалась на рефрактометре. В качестве экстрагента выступала вода, а не органические растворители, так как будущая биоупаковка

предполагает контакт с пищевыми продуктами. В качестве контрольного образца рассматривался образец без добавления пивной дробины.

### Результаты исследования

По результатам исследования составлены таблицы 1–2 и графики зависимости содержания сухих веществ в воде (рис. 2-3), которые дали представления о свойствах полученных крахмалопластов.

Показатель преломления однородного вещества – физическая константа, поэтому, определив данный показатель исследуемого вещества, можно судить о степени его чистоты и однородности.

Таблица 1

*Определение содержания сухих веществ в воде образцов крахмалопластов с пивной дробинкой и уксусной кислотой*

Содержание пивной дробины, %	Массовая доля сухих веществ в растворе, %	
	При 0 °С 3 ч	При 20 °С 3 ч
Контрольный образец	0	0,2
5	0,2	0,2
10	0,3	0,4
15	0,4	0,4
20	0,4	0,5
25	0,4	0,5
30	0,5	0,5
35	0,7	0,6

Источник: составлено авторами

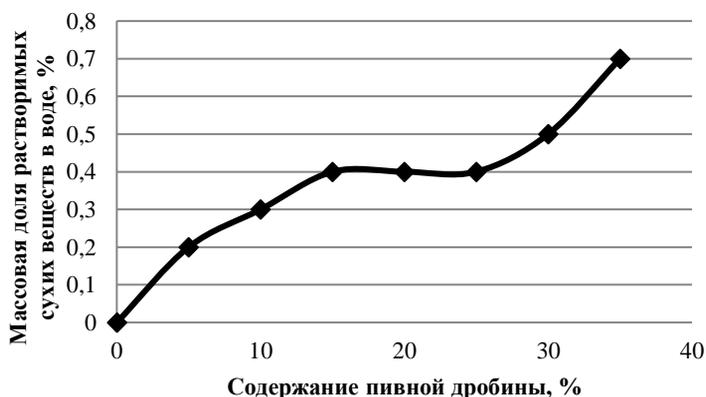


Рис. 2. График зависимости содержания сухих веществ в воде от количества пивной дробины при 0 °С

Источник: составлено авторами

Количественной характеристикой набухания полимера является степень набухания  $\alpha$ . Она может быть определена весовым или объемным методом. Из образцов крахмалопластов различного состава отбирались пробы весом в 1 г, заливались дистиллированной водой объемом 60 мл. После чего образцы убирались в холодильник или оставлялись при комнатной температуре на 3 ч, затем образцы взвешивались и по изменению массы определялась степень набухаемости

крахмалопластов. В данном опыте для определения степени набухания выбрали весовой метод, который заключается во взвешивании образцов до и после набухания, затем производились расчеты по формуле 1.

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0}, \tag{1}$$

где  $m_0$  и  $m$  – масса образца до набухания и после набухания, г.

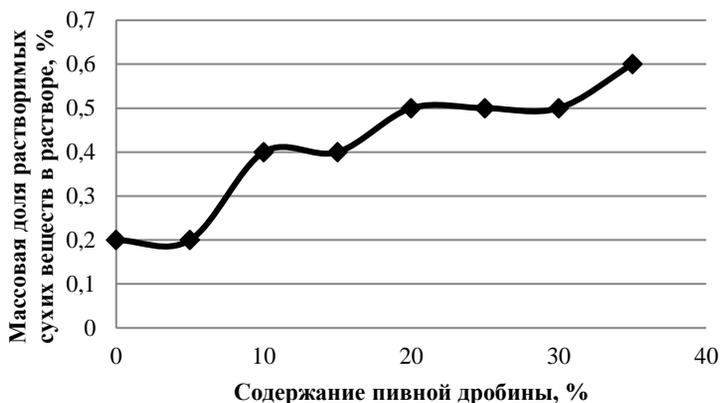


Рис.3. График зависимости содержания сухих веществ в воде от количества пивной дробины при 20 °C

Источник: составлено авторами

Таблица 2

**Определение степени набухания в воде образцов крахмалопластов с пивной дробинкой и уксусной кислотой**

Содержание пивной дробины, %	Степень набухания образцов, $\alpha$	
	При 0 °C 3 ч	При 20 °C 3 ч
Контрольный образец	1,6	1,8
5	1,7	1,8
10	1,9	1,9
15	2,3	2
20	2,6	3
25	2,6	3
30	5,4	6,1
35	5,7	6,5

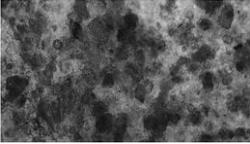
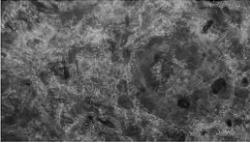
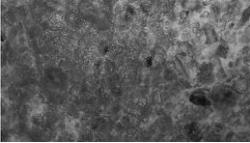
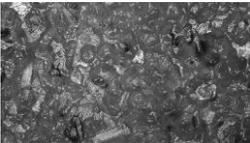
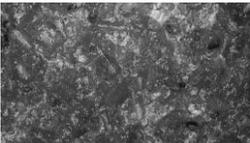
Источник: составлено авторами

Исходя из данного опыта, было определено, что добавление пивной дробины снижает устойчивость образца к влаге. Контрольный образец оказался наиболее устойчивым, в отличие от образца с 35 %-ным содержанием пивной дробины, который показал наибольшую степень набухаемости.

Образцы крахмалопластов с пивной дробинкой и уксусной кислотой рассматривались под цифровым электронным микроскопом с увеличением 1-1200X. На снимках, представленных в таблице 3 видно, как меняется структура пленки с увеличением количества пивной дробины.

Таблица 3

**Микроскопирование крахмалопласта с пивной дробинкой и уксусной кислотой**

Содержание пивной дробины, %	Образец под микроскопом
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	

Источник: составлено авторами

Для наглядного представления разрабатываемого продукта путем термического спаивания был создан прототип биоразлагаемой упаковки, представленный на рис. 4.

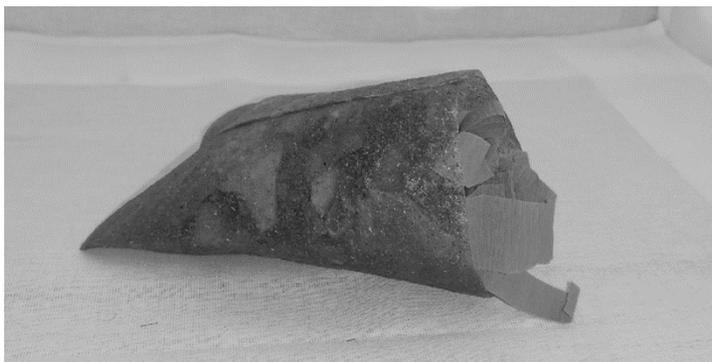


Рис. 4. Прототип биоразлагаемой упаковки

Источник: составлено авторами

### Обсуждение

Таким образом, опытным путем было выявлено, что контрольный образец обладает устойчивостью к влаге, однако при добавлении пивной дробины, данный показатель снижается. Причиной неустойчивости является клейковинный каркас крахмалосодержащего пласта, который разрушается при увеличении количества пивной дробины. Наиболее устойчивым к воздействию воды оказался образец с 10 % содержанием дробины. Соответственно, данный состав может рассматриваться в качестве основополагающего для разрабатываемой биоразлагаемой упаковки. Образцы от 25 % и выше подвергались активному разрушению.

### Заключение

Создание биоразлагаемых пленочных материалов для индустрии упаковки до сих пор остаётся актуальной задачей. Производство биополимеров – это многоступенчатый процесс, который требует надлежащих навыков и досконального понимания поведения биополимеров в процессе обработки. Данные, полученные в результате исследования, дают представления о биоразлагаемой способности будущей упаковки, что является важным критерием при разработке подобного продукта. Изучение других свойств данного упаковочного материала будут представлены в следующих исследованиях.

### Список источников / References

1. Надыкта В.Д. Биоразрушаемая упаковка для пищевых продуктов. Научные труды КубГТУ, 2017, № 5, сс. 80-92. [Nadykta V.D. Biorazrushaemaja upakovka dlja pishhevyyh produktov [Biodegradable Food Packaging]. Nauchnye trudy KubGTU, 2017, no. 5, pp. 80-92].
2. Потапова Е.В. Проблема утилизации пластиковых отходов. Известия БГУ, 2018, №4, сс. 535-544. [Potapova E.V. Problema utilizacii plastikovyh othodov [The problem of recycling plastic waste]. Izvestija BGU, 2018, no. 4, pp. 535-544].
3. Кунай В.А., Шумак В.В. Пластик – угроза цивилизации. Научная дискуссия современной молодёжи: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей II Международной научно-практической конференции, 2017, сс.13-16. [Kunaj V.A., Shumak V.V. Plastik – угроza civilizacii [Plastic is a threat to civilization]. Nauchnaja diskussija

- sovremennoj molodjozhi: aktual'nye voprosy, dostizhenija i innovacii: sbornik statej II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii, 2017, pp.13-16].
4. Хорошун Г.В., Там-Оглы. Х.А. Сбор и утилизация пластиковых бутылок. [Horoshun G.V., Tam-Ogly. H.A. Sbor i utilizacija plastikovyh butylok [Collection and disposal of plastic bottles]]. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/53079075.pdf> (accessed 10.12.2021).
  5. Ирина О.И., Суханова К.А. Экологичная посуда и упаковка для продукции массового питания: реалии и перспективы. Сервис +, 2020, №3, сс 64-75. [Irina O.I., Suhanova K.A. Jekologichnaja posuda i upakovka dlja produkcii massovogo pitaniya: realii i perspektivy [Eco-friendly tableware and packaging for mass food products: realities and prospects]. Servis +, 2020, no. 3, pp. 64-75].
  6. Лукин Н.Д., Ананских В.В., Шлейна Л.Д., Родионова А.В. Биоразлагаемые съедобные пленки на основе крахмала. Пищевая промышленность, 2019, №11, сс. 13-15. [Lukin N.D., Ananskikh V.V., Shleina L.D., Rodionova A.V. Biorazlagaemye s'edobnye plenki na osnove krakhmala [Biodegradable edible starch-based films]. Pishhevaja promyshlennost', 2019, no. 11, pp. 13-15].
  7. Пророкова Н. П. Проблемы биоразлагаемых полимеров. Сборник материалов XVI международного научно-практического семинара, 2013, сс. 40-45. [Prorokova N. P. Problemy biorazlagaemyh polimerov [Problems of biodegradable polymers]. Sbornik materialov XVI mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminar, 2013, pp. 40-45].
  8. Соснина Н.Г. Экономические преимущества биоразлагаемых упаковочных материалов для пищевых продуктов. АНИ: экономика и управление, 2019, №3 (28), сс. 351-353. [Sosnina N.G. Jekonomicheskie preimushhestva biorazlagaemyh upakovocnyh materialov dlja pishhevych produktov [Economic advantages of biodegradable packaging materials for food]. ANI: jekonomika i upravlenie, 2019, no. 3 (28), pp. 351-353].
  9. Подденежный Е.Н., Бойко А.А., Алексеенко А.А., Дробышевская Н.Е., Урецкая О.В. Прогресс в получении биоразлагаемых композиционных материалов на основе крахмала (обзор). Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, 2015, №2 (61), сс. 1-11. [Poddenezhnyj E.N., Wojko A.A., Alekseenko A.A., Drobyshevskaja N.E., Ureckaja O.V. Progress v poluchenii biorazlagaemyh kompozicionnyh materialov na osnove krakhmala (obzor) [Progress in obtaining biodegradable starch-based composite materials (review)]. Vestnik GGTU im. P.O. Suhogo, 2015, no. 2 (61), pp. 1-11].
  10. Сидоров П.Т., Козлова М. В., Поддубная Е.В. Негативное воздействие биоразлагаемого пластика на окружающую среду. Лучшая студенческая статья 2021: сборник статей XXXVI Международного научно-исследовательского конкурса, 2021, сс. 13-15. [Sidorov P.T., Kozlova M. V., Poddubnaja E.V. Negativnoe vozdejstvie biorazlagaемого plastika na okruzhajushhuju sredu [The negative impact of biodegradable plastic on the environment]. Luchshaja studencheskaja stat'ja 2021: sbornik statej XXXVI Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa, 2021, pp. 13-15].
  11. Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Горькова И.В. Гаврилова А.Ю. Оптимизация состава полимер-крахмальных композиций для создания упаковочного материала и тары. Пищевая промышленность, 2019, №7, сс. 8-11. [Pavlovskaja N.E., Gagarina I.N., Gor'kova I.V. Gavrilova A.Ju. Optimizacija sostava polimer-krahmal'nyh kompozicij dlja sozdaniya upakovocnogo materiala i tary [Optimization of the composition of polymer-starch compositions for the creation of packaging material and containers]. Pishhevaja promyshlennost', 2019, no. 7, pp. 8-11].
  12. Потороко И.Ю., Цатуров А.В., Малинин А.В., Руськина А.А., Багале У., Велямов М.Т. Влияние эффектов ультразвука на свойства биodeградируемого полимера, на основе картофельного крахмала. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии, 2019, №4, сс. 94-103. [Potoroko I.Ju., Caturov A.V., Malinin A.V., Rus'kina A.A., Bagale U., Veljamov M.T. Vlijanie jeffektov ul'trazvuka na svojstva biodegradiruемого polimera, na osnove kartofel'nogo krahmala [The effect of ultrasound effects on the properties of a biodegradable polymer based on potato starch]. Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Pishhevye i biotehnologii, 2019, no. 4, pp. 94-103.]

13. Казимилова Е.А., Лютова Е.В. Использование пивной дробины в пищевой промышленности. Вестник молодежной науки, 2015, №1. [Kazimirova E.A., Ljutova E.V. Ispol'zovanie pivnoj drobinoy v pishhevoj promyshlennosti [The use of beer pellets in the food industry]. Vestnik molodezhnoj nauki, 2015, no. 1].
14. Н.В. Батищева. Инновационные способы утилизации пивной дробины. Материалы международной научно-практической конференции, посвященная 80-летию со дня рождения профессора Рыбалко А.Г, 2016, сс. 3-7. [N.V. Batishheva. Innovacionnye sposoby utilizacii pivnoj drobinoy [Innovative ways to recycle beer pellets]. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennaja 80-letiju so dnja rozhdenija professora Rybalko A.G, 2016, pp. 3-7].

#### Сведения об авторах / About authors

**Майорова Яна Олеговна**, лаборант кафедры «Технология и организация общественного питания», Самарский государственный технический университет. 443100 Россия, Самара, Молодогвардейская ул., 244. *E-mail: toop@samgtu.ru*

Yana O. Maiorova, Laboratory Assistant of the Department "Technology and Organization of Public Catering", Samara State Technical University. 244, Molodogvardeiskaya str., Samara, Russia 443100. *E-mail: toop@samgtu.ru*

**Воронина Марианна Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и организация общественного питания», Самарский государственный технический университет. 443100 Россия, Самара, Молодогвардейская ул., 244. *E-mail: toop@samgtu.ru*

Marianna S. Voronina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Technology and Organization of Public Catering", Samara State Technical University. 244, Molodogvardeiskaya str., Samara, Russia 443100. *E-mail: toop@samgtu.ru*