

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание степени доктора философии (PhD)
«8D07101 – Химическая технология органических веществ»

ИСКАЛИЕВА АСЫЛЗАТ ЖАМБУЛОВНА

Синтез и характеристика экологически чистого биоразлагаемого пластикового пакета на основе крахмала

Актуальность темы.

Использование традиционных пластиков в упаковке приводит к накоплению пластиковых отходов и загрязнению окружающей среды. Биоразлагаемые полимеры, такие как полимеры на основе крахмала, предоставляют более экологически устойчивую альтернативу, так как они разлагаются в природе без формирования вредных продуктов.

Во многих странах внедряются законы и стандарты, ограничивающие использование традиционных пластиков и поощряющие применение биоразлагаемых материалов. Это создает спрос на новые материалы, включая упаковочные пленки на основе биоразлагаемых полимеров.

Благодаря росту осознанности людей о проблемах, связанных с пластиковыми отходами и экологической устойчивостью, увеличивается спрос на продукты, упакованные в биоразлагаемую упаковку.

С каждым днем технологии «движутся» вперед, и появление новых технологий и методов синтеза биоразлагаемых полимеров придает биоматериалам больше доступности и экономической выгоды для использования в промышленности в качестве упаковки.

В Казахстане реализуется Программа по охране окружающей среды, направленная на снижение объемов пластикового мусора и переход к использованию экологически чистых материалов. Синтез полимеров на основе крахмала способствует реализации этих целей, предлагая альтернативу традиционным пластиковым материалам, которые являются основной причиной загрязнения.

В рамках Национальной стратегии "Казахстан-2050" приоритет отдается развитию науки и технологий, способствующих инновационному росту и улучшению качества жизни населения. Исследование биоразлагаемых полимеров поддерживает стратегические цели по внедрению инновационных технологий в производство и улучшению экологической обстановки, что является ключевым аспектом стратегии.

Национальная программа "Зеленая экономика" включает меры по внедрению технологий, снижающих воздействие на окружающую среду и способствующих устойчивому развитию. Данное исследование диссертации соответствует задачам программы по разработке и внедрению экологически чистых технологий, способствующих сокращению использования неразлагаемых материалов.

Таким образом, работа по синтезу биоразлагаемых полимеров на основе крахмала для упаковочных пленок остается актуальной и важной с точки зрения решения экологических проблем и соответствия современным требованиям регулирования и потребительским предпочтениям.

Цель исследования.

Синтез биоразлагаемого полимера на основе кукурузного крахмала с ПВС и на основе кукурузного крахмала с КМЦ и разработка состава биоразлагаемых пленок с высокими физико-механическими свойствами, способствующие снижению негативного воздействия на окружающую среду, и используемых для производства пластиковых пакетов и упаковочных материалов.

Задачи исследований.

- Синтез полимеров на основе крахмала с добавлением метакрилата метилового эфира поли(этиленгликоля) [ПЭГМА], обеспечивающую высокое качество и устойчивость получаемых материалов.

- Исследование химических свойств полученных био пленок на основе крахмала с добавлением метакрилата метилового эфира поли(этиленгликоля).

- Исследование физико-механических свойств полученных био пленок на основе крахмала с добавлением метакрилата метилового эфира поли(этиленгликоля).

- Исследование влияния различной молекулярной массы метакрилата метилового эфира поли(этиленгликоля) [ПЭГМА] на свойства биополимерных пленок с целью оптимизации их характеристик для применения в упаковочных материалах.

- Оценка экологических преимуществ биоразлагаемых упаковочных пленок, включая оценку их биоразлагаемости и воздействия на окружающую среду.

- Проведение опытно-промышленных испытаний био пленок и оценка экономической эффективности разработанной технологии.

Методы исследования.

При выполнении диссертационной работы были использованы физико-химические методы и приборы для исследования биополимеров и пленок: ИК спектроскопия «BrukerAlpha», термогравиметрический анализ на приборе NETZSCH 449F3A-0372-M в интервале температур от 30 до 700°C, сканирующая электронная микроскопия на приборе «Низковакуумный растровый электронный микроскоп в комплекте с системой энерго-дисперсионного рентгеновского микроанализа Jeol JSM 6490 LF», приборы вакуумного фильтрования Rocker300-LF30, микроскоп стереоскопический МСП-2 вариант 2СД, металлический реактор с мешалкой R-201, 856 Conductivity Module, 867 pH Module, 801 Stirrer, прибор Master GCDani Instruments, двухканальный ЯМР analysis NM Ready-60 PRO13C Spectrometer¹H/¹³C, толщиномер сухой пленки. Экспериментальные данные были получены с использованием лабораторного реактора Globe (Syrris), мешалки приводной RW20digital, водяной бани Армед DK420 и мешалки магнитной с нагревом AREC.

Научные положения, выносимые на защиту:

- разработанная технология синтеза биоразлагаемых полимеров на

основе крахмала с добавлением метакрилата метилового эфира поли(этиленгликоля) [ПЭГМА] повышает физико-механические свойства биопленки, а именно по прочности на разрыв TS на 28% по сравнению с ПЭНД.

- технология получения биоразлагаемого полимера и биопленок для упаковочных материалов включает компоненты в следующем соотношении: ПВС/К/ПЭГМА - 3:1:1 и КМЦ/К/ПЭГМА - 3:1:1. Образование комплекса ПВС/К/ПЭГМА и КМЦ/К/ПЭГМА при температуре около 80°C происходит в результате нового взаимодействия между ОН-группами крахмала и ПВС или КМЦ.

- пленки, содержащие ПЭГМА с более высокой молекулярной массой, обладают более высокой прочностью на разрыв и меньшей степенью биоразложения, чем пленки с ПЭГМА низкой молекулярной массой. Время деградации полученный пленок на 15% ниже, чем время деградации традиционных биопластиковых аналогов, известных на рынке Казахстана.

- полученные биоразлагаемые полимеры применимы для использования в экологических упаковочных материалах.

Научная новизна.

- впервые синтезирован биоразлагаемый полимер на основе природного наполнителя – крахмала с добавлением метакрилата метилового эфира поли(этиленгликоля)[ПЭГМА];

- впервые установлено влияние молекулярной массы метакрилата метилового эфира поли(этиленгликоля) [ПЭГМА] (M_n 300, 500 и 950) на свойства биополимерных пленок с целью оптимизации их характеристик для применения в упаковочных материалах;

- установлено, что пленки с массовым соотношением ПВС/К/ПЭГМА - 3:1:2 с числом звеньев цепи ПЭГМА 950 имели высокие показатели прочности при разрыве TS, равной 46,2 Мпа. Показатель прочности с числом звеньев цепи ПЭГМА 950 и массовым соотношением КМЦ/К/ПЭГМА - 3:1:2 составил 47,8 Мпа;

- впервые доказана зависимость эволюции степеней биodeградации от содержания и молекулярной массы ПЭГМА в сополимере с использованием теста на погребение в почве;

- выявлено, что время деградации пленок увеличивается по мере увеличения содержания ПВС или КМЦ и с возрастанием молекулярной массы ПЭГМА в сополимере.

Обоснованность и достоверность научных положений, результатов и рекомендаций базируется на использовании стандартных апробированных методик и методов исследований, использования физических и химических законов, высокой сходимостью результатов теоретических и экспериментальных данных, с применением методов статистической обработки результатов экспериментов с высоким показателем корреляции.

Практическая значимость работы.

Заключается в разработке новых биополимеров и биопленок, которые могут быть применены в качестве упаковочных материалов.

Личный вклад автора.

Состоит в формулировке и обосновании темы диссертационного исследования, постановки задач, и проведении теоретических и экспериментальных исследований, формулировке научных положений, в доказательстве их новизны, разработке методического обеспечения проведенных работ, разработке выводов и рекомендации.

Апробация работы.

Результаты работы докладывались и обсуждались на международных научно-практических конференциях:

- 2nd International Conference On Environment, Technology And Management (Icetem) 13-15 October 2022/ A156 - Modification Of Polyvinyl Alcohol For Biodegradable Plastic Bags, Turkey;

- VI Международная Практическая Интернет-Конференция «Актуальные Проблемы Науки» 15-16 Ноября 2023г., Алматы, Казахстан.

Публикации. По результатам исследований опубликовано в соавторстве 6 работы, в том числе 1 – в журнале, включенным в международную реферативную базу данных Scopus (Q1), 1 – в журнале, рекомендованном КОКСНВО МНВО РК, 2 - в материалах международных научно-практических конференций, 2 - патент на полезную модель.

Вклад диссертанта в подготовку публикаций

1.«EffectofPolyethyleneGlycolMethylEtherMethacrylateontheBiodegradability of Polyvinyl Alcohol/Starch Blend Films». Подбор материалов для обзора, написание обзора и введения, обработка и описание результатов экспериментов, написание заключения.

2«SynthesisofBiodegradablePolymer-BasedonStarchforPackagingFilms:A Review ». Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований.

3. «Modificationofpolyvinylalcoholforbiodegradableplasticbags». Разработка плана доклада, подбор и систематизация материалов, написание двух разделов, выступление на конференции.

4. «Synthesisofbiodegradablepolymersforpackagingfilms»
Разработка плана доклада, подбор систематизация материалов.

5. №8334 Патент на полезную модель «Состав биоразлагаемого пластикового пакета». Патентный поиск, подбор аналогов и прототипов, подача заявки.

6. № 7858 Патент на полезную модель «Биоразлагаемый полимерный пакет на основе модифицированного крахмала». Патентный поиск, подбор аналогов и прототипов.

Вклад автора в подготовку каждой публикации полностью приведен в диссертации.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа изложена на 116 страницах, в том числе 3 страницы приложения, содержит 26 таблиц и 45 рисунков. Содержание диссертационной работы состоит из введения, литературного обзора, объектов и методов исследования, результатов исследования, их обсуждения и заключения.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному

руководителю доктору PhD, профессору Школы материаловедения и зеленых технологий Казахстанско-Британского технического университета Негим Аттиа Эльсайду и зарубежному консультанту, PhD, профессору Университета Науки в Малайзии (USM) Мохамад Насир Мохамад Ибрагим за неоценимую работу и консультации в ходе исследований.

ANNOTATION

for a dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)
“8D07101 – Chemical technology of organic substances”

Iskalieva Asylzat Zhambulovna

Synthesis and characterization of eco-friendly biodegradable plastic bag based on starch

Relevance of the topic.

The use of traditional plastics in packaging leads to the accumulation of plastic waste and environmental pollution. Biodegradable polymers, such as starch-based polymers, provide a more environmentally sustainable alternative as they biodegrade in nature without forming harmful products.

Many countries are introducing laws and standards to limit the use of traditional plastics and encourage the use of biodegradable materials. This creates demand for new materials, including packaging films based on biodegradable polymers.

With people becoming more aware of the issues surrounding plastic waste and environmental sustainability, the demand for products packaged in biodegradable packaging is increasing.

Every day technology is moving forward, and the emergence of new technologies and methods for the synthesis of biodegradable polymers makes biomaterials more accessible and economically viable for use in industry as packaging.

Kazakhstan is implementing an environmental protection program aimed at reducing the volume of plastic waste and switching to the use of environmentally friendly materials. The synthesis of starch-based polymers meets the goals of implementation, including an alternative to the pulling out of plastic materials, which are the main cause of these contaminants.

Within the framework of the National Strategy “Kazakhstan-2050”, priority is given to the development of science and technology, promoting innovative development and improving the standard of living of the population. Research into biodegradable polymers as strategic goals for the introduction of sustainable technologies into production and sustainable development, which is a key aspect of the strategy.

The national Green Economy program includes the introduction of technologies that reduce environmental impact and promote sustainable development. This dissertation research is consistent with the program's mission to develop and implement environmentally friendly technologies that help reduce the use of non-degradable materials.

Thus, work on the synthesis of biodegradable starch-based polymers for packaging films remains relevant and important from the point of view of solving

environmental problems and meeting modern regulatory requirements and consumer preferences.

The purpose of the study.

Synthesis of a biodegradable polymer based on corn starch with PVA and based on corn starch with CMC and the development of a composition of biodegradable films with high physical and mechanical properties, helping to reduce the negative impact on the environment, and used for the production of plastic bags and packaging materials.

Research objectives.

- Synthesis of starch-based polymers with the addition of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate [PEGMA], ensuring high quality and stability of the resulting materials.

- Study of the chemical properties of the resulting biofilms based on starch with the addition of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate.

- Study of the physical and mechanical properties of the resulting biofilms based on starch with the addition of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate.

- Study of the influence of different molecular weights of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate [PEGMA] on the properties of biopolymer films in order to optimize their performance for use in packaging materials.

- Assess the environmental benefits of biodegradable packaging films, including an assessment of their biodegradability and environmental impact.

- Conducting pilot tests of biofilms and assessing the economic efficiency of the developed technology.

Research methods.

While performing the dissertation work, physicochemical methods and instruments were used to study biopolymers and films: IR spectrometry "BrukerAlpha", thermogravimetric analysis on a NETZSCH 449F3A-0372-M device in the temperature range from 30 to 700 °C, scanning electron microscopy on a "Low-vacuum raster" device electron microscope complete with energy-dispersive X-ray microanalysis system Jeol JSM 6490 LF", vacuum filtration devices Rocker300-LF30, stereoscopic microscope MSP-2 version 2SD, metal reactor with stirrer R-201, 856 Conductivity Module, 867 pH Module, 801 Stirrer, Master GCDani Instruments device, two-channel NMR analysis NM Ready-60 PRO13C Spectrometer1H/13C, dry film thickness gauge. Experimental data were obtained using a Globe laboratory reactor (Syrris), a RW20digital drive stirrer, an Armed DK420 water bath and an AREC heated magnetic stirrer.

Scientific provisions submitted for defense:

- the developed technology for the synthesis of biodegradable polymers based on starch with the addition of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate [PEGMA] increases the physical and mechanical properties of the biofilm, namely tensile strength TS by 28% compared to LDPE.

- the technology for producing biodegradable polymer and biofilms for packaging materials includes components in the following ratio: PVA/C/PEGMA - 3:1:1 and CMC/C/PEGMA - 3:1:1. The formation of the PVA/K/PEGMA and CMC/K/PEGMA complex at a temperature of about 80°C occurs as a result of a new

interaction between the OH groups of starch and PVA or CMC.

- films containing higher molecular weight PEGMA have higher tensile strength and lower biodegradability than films containing low molecular weight PEGMA. The degradation time of the resulting films is 15% lower than the degradation time of traditional bioplastic analogues known on the Kazakhstan market.

- the resulting biodegradable polymers are suitable for use in environmentally friendly packaging materials.

Scientific novelty.

- for the first time, a biodegradable polymer was synthesized based on a natural filler - starch with the addition of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate [PEGMA];

- for the first time, the influence of the molecular weight of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate [PEGMA] (Mn 300, 500 and 950) on the properties of biopolymer films was established in order to optimize their characteristics for use in packaging materials;

- it was found that films with a mass ratio of PVA/K/PEGMA - 3:1:2 with the number of PEGMA chain links 950 had high tensile strength TS equal to 46.2 MPa. The strength indicator with the number of PEGMA chain links 950 and the mass ratio of CMC/C/PEGMA - 3:1:2 was 47.8 MPa;

- for the first time, the dependence of the evolution of the degree of biodegradation on the content and molecular weight of PEGMA in the copolymer was proven using a soil burial test;

- it was found that the degradation time of films increases as the content of PVA or CMC increases and with an increase in the molecular weight of PEGMA in the copolymer.

Practical significance of the work.

It consists of developing new biopolymers and biofilms that can be used as packaging materials.

Personal contribution of the author.

Consists of formulating and justifying the topic of the dissertation research, setting tasks, and conducting theoretical and experimental research, formulating scientific statements, proving their novelty, developing methodological support for the work carried out, developing conclusions and recommendations.

Approbation of work.

The results of the work were reported and discussed at international scientific and practical conferences:

- 2nd International Conference On Environment, Technology And Management (Icetem) 13-15 October 2022/ A156 - Modification Of Polyvinyl Alcohol For Biodegradable Plastic Bags, Turkey;

- VI International Practical Internet Conference “Current Problems of Science” November 15-16, 2023, Almaty, Kazakhstan.

Publications.

Based on the research results, 6 works were published in co-authorship, including 1 in a journal included in the international abstract database Scopus (Q1),

1 in a journal recommended by KOKSNVO MNERO RK, 2 in materials of international scientific and practical conferences, 2 - utility model patent.

Contribution of the dissertation candidate to the preparation of publications

1. "Effect of Polyethylene Glycol Methyl Ether Methacrylate on the Biodegradability of Polyvinyl Alcohol/Starch Blend Films." Selection of materials for the review, writing a review and introduction, processing and describing the results of experiments, writing a conclusion.

2 "Synthesis of Biodegradable Polymer – Based on Starch for Packaging Films: A Review". Searching for publications for review and writing it, writing sections: research methodology, research results.

3. "Modification of polyvinylalcohol for biodegradable plastic bags". Development of a report plan, selection and systematization of materials, writing two sections, presentation at the conference.

4. "Synthesis of biodegradable polymers for packaging films" Development of a report plan, selection and systematization of materials.

5. No. 8334 Patent for utility model "Composition of a biodegradable plastic bag." Patent search, selection of analogues and prototypes, filing an application.

6. No. 7858 Patent for utility model "Biodegradable polymer bag based on modified starch." Patent search, selection of analogues and prototypes.

The author's contribution to the preparation of each publication is fully given in the dissertation.

Structure and scope of the dissertation.

The dissertation is presented on 116 pages, including 3 pages in the appendix, contains 26 tables and 45 figures. The content of the dissertation consists of an introduction, literary.

The author expresses deep gratitude to his supervisor, PhD, Professor of the School of Materials Science and Green Technologies of the Kazakh-British Technical University Negim Attia Elsayed and foreign consultant, PhD, Professor of the University of Science in Malaysia (USM) Mohamad Nasir Mohamad Ibrahim for invaluable work and advice during the research.

АННОТАЦИЯ

философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін «8D07101 – Органикалық заттардың химиялық технологиясы» диссертациясына

Искалиева Асылзат Жамбуловна

Экологиялық таза биологиялық ыдырайтын крахмал негізіндегі пластикалық қаптың синтезі және сипаттамасы

Тақырыптың өзектілігі.

Қаптамада дәстүрлі пластмассаларды пайдалану пластик қалдықтарының жиналуына және қоршаған ортаның ластануына әкеледі. Крахмал негізіндегі полимерлер сияқты биологиялық ыдырайтын полимерлер табиғатта зиянды өнімдер түзбестен биологиялық ыдырайтындықтан экологиялық тұрақтырақ балама ұсынады.

Көптеген елдер дәстүрлі пластмассаларды пайдалануды шектеу және биологиялық ыдырайтын материалдарды пайдалануды ынталандыру үшін заңдар мен стандарттарды енгізуде. Бұл жаңа материалдарға, соның ішінде биологиялық ыдырайтын полимерлер негізіндегі орау пленкаларына сұранысты тудырады.

Адамдар пластик қалдықтары мен экологиялық тұрақтылыққа қатысты мәселелер туралы көбірек білетіндіктен, биологиялық ыдырайтын қаптамаға оралған өнімдерге сұраныс артып келеді.

Күн сайын технология алға жылжуда және биоыдырайтын полимерлерді синтездеудің жаңа технологиялары мен әдістерінің пайда болуы биоматериалдарды өнеркәсіпте қаптама ретінде пайдалану үшін қол жетімді және экономикалық тұрғыдан тиімді етеді.

Қазақстанда пластик қалдықтарының көлемін азайтуға және экологиялық таза материалдарды пайдалануға көшуге бағытталған қоршаған ортаны қорғау бағдарламасы жүзеге асырылуда. Крахмал негізіндегі полимерлердің синтезі іске асыру мақсаттарына жауап береді, оның ішінде осы ластаушы заттардың негізгі себебі болып табылатын пластикалық материалдарды жұлып алуға балама.

«Қазақстан-2050» Ұлттық стратегиясы аясында ғылым мен техниканы дамытуға, инновациялық дамуға және халықтың өмір сүру деңгейін арттыруға басымдық берілуде. Стратегияның негізгі аспектісі болып табылатын тұрақты технологияларды өндіріске және тұрақты дамуға енгізудің стратегиялық мақсаттары ретінде биологиялық ыдырайтын полимерлерді зерттеу.

«Жасыл экономика» ұлттық бағдарламасы қоршаған ортаға әсерді азайтатын және тұрақты дамуға ықпал ететін технологияларды енгізуді қамтиды. Бұл диссертациялық зерттеу ыдырамайтын материалдарды пайдалануды азайтуға көмектесетін экологиялық таза технологияларды әзірлеу және енгізу бойынша бағдарламаның миссиясына сәйкес келеді.

Осылайша, қабықшаларды орау үшін биологиялық ыдырайтын крахмал

негізіндегі полимерлерді синтездеу бойынша жұмыс экологиялық проблемаларды шешу және заманауи нормативтік талаптар мен тұтынушылардың қалауларын қанағаттандыру тұрғысынан өзекті және маңызды болып қала береді.

Зерттеу мақсаты.

Жүгері крахмалы негізінде ПВА және жүгері крахмалы негізінде ЦМС бар биологиялық ыдырайтын полимер синтезі және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектесетін жоғары физикалық және механикалық қасиеттері бар биологиялық ыдырайтын пленкалардың құрамын жасау және өндіру үшін қолданылатын пластик пакеттер мен орау материалдары.

Зерттеу мақсаттары.

- алынған материалдардың жоғары сапасы мен тұрақтылығын қамтамасыз ететін поли(этиленгликоль) метил эфир метакрилат [PEGMA] қосу арқылы крахмал негізіндегі полимерлерді синтездеу.

- поли(этиленгликоль) метил эфир метакрилатының қосылған крахмал негізіндегі алынған биофильмдердің химиялық қасиеттерін зерттеу.

- Поли(этиленгликоль) метил эфир метакрилатының қосылған крахмал негізіндегі алынған биофильмдердің физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу.

- орау материалдарында пайдалану үшін олардың өнімділігін оңтайландыру мақсатында биополимерлі қабықшалардың қасиеттеріне поли(этиленгликоль)метил эфир метакрилатының [PEGMA] әртүрлі молекулалық салмақтарының әсерін зерттеу.

- Биологиялық ыдырайтын орау пленкаларының қоршаған ортаға тигізетін пайдасын, оның ішінде олардың биоыдырағыштығын және қоршаған ортаға әсерін бағалау.

- Биопленкалардың тәжірибелік сынақтарын жүргізу және әзірленген технологияның экономикалық тиімділігін бағалау.

Зерттеу әдістері.

Диссертациялық жұмысты орындау кезінде биополимерлер мен пленкаларды зерттеу үшін физика-химиялық әдістер мен аспаптар қолданылды: «БрукерАльфа» ИҚ-спектрометрі, NETZSCH 449F3A-0372-M құрылғысында 30-дан 700 °C-қа дейінгі температура диапазонында термогравиметриялық талдау, электронды сканерлеу. Jeol JSM 6490 LF энергетикалық дисперсиялық рентгендік микроталдау жүйесі бар «Төмен вакуумды растрлық» құрылғы электронды микроскоп, Rocker300-LF30 вакуумды сүзу құрылғылары, MSP-2 нұсқасы 2SD стереоскопиялық микроскоп, R-201 араластырғышы бар металл реактор, 856 Өткізгіштік модулі, 867 рН модулі, 801 араластырғыш, Master GCDani Instruments құрылғысы, екі арналы ЯМР талдауы NM Ready-60 PRO13C Spectrometer1H/13C, құрғақ пленка қалыңдығын өлшейтін құрал. Эксперименттік деректер Globe зертханалық реакторы (Syrris), RW20 цифрлық жетек араластырғышы, Armed DK420 су моншасы және AREC қыздырылған магниттік араластырғыш арқылы алынды.

Қорғауға ұсынылған ғылыми ережелер:

- поли(этиленгликоль) метил эфир метакрилат [PEGMA] қосу арқылы крахмал негізінде биоыдырайтын полимерлерді синтездеудің әзірленген технологиясы биопленканың физикалық-механикалық қасиеттерін, атап айтқанда HDPE-мен салыстырғанда созуға төзімділігін 28%-ға арттырады.

- орау материалдарына арналған биологиялық ыдырайтын полимер мен биопленкаларды өндіру технологиясы келесі қатынастағы компоненттерді камтиды: PVA/C/PEGMA - 3:1:1 және СМС/С/PEGMA - 3:1:1. PVA/К/PEGMA және СМС/К/PEGMA кешенінің шамамен 80°C температурада түзілуі крахмалдың ОН топтары мен PVA немесе СМС арасындағы жаңа әрекеттесу нәтижесінде пайда болады.

- молекулалық салмағы жоғары PEGMA бар қабықшалар төмен молекулалық салмағы PEGMA бар пленкаларға қарағанда жоғары созылу беріктігі мен биоыдырағыштығы төмен. Алынған пленкалардың ыдырау уақыты қазақстандық нарықта белгілі дәстүрлі биопластикалық аналогтардың деградация уақытынан 15%-ға төмен.

- алынған биологиялық ыдырайтын полимерлер экологиялық таза орау материалдарында қолдануға жарамды.

Ғылыми жаңалық.

- алғаш рет табиғи толтырғыш – поли(этиленгликоль) метил эфир метакрилат [PEGMA] қосылған крахмал негізінде биоыдырайтын полимер синтезделді;

- қаптамада қолдану үшін олардың сипаттамаларын оңтайландыру мақсатында алғаш рет поли(этиленгликоль) метил эфир метакрилатының [PEGMA] (Mn 300, 500 және 950) молекулалық салмағының биополимерлі қабықшалардың қасиеттеріне әсері анықталды. материалдар;

- PVA/К/PEGMA массалық қатынасы - 3:1:2 PEGMA тізбек буындарының саны 950 пленкалардың 46,2 МПа-ға тең жоғары созылу беріктігі TS болатыны анықталды. PEGMA тізбектерінің саны 950 және СМС/С/PEGMA массалық қатынасы - 3:1:2 болатын беріктік көрсеткіші 47,8 МПа болды;

- топырақ көму сынамаcы арқылы алғаш рет биодеградация дәрежесінің эволюциясының сополимердегі PEGMA мазмұны мен молекулалық салмағына тәуелділігі дәлелденді;

- ПВА немесе ЦМС мөлшері артқан сайын және сополимердегі ПЭГМА молекулалық салмағы артқан сайын қабыршақтардың ыдырау уақыты артатыны анықталды. Ол орау материалдары ретінде пайдалануға болатын жаңа биополимерлер мен биофильмдерді әзірлеуден тұрады.

Автордың жеке үлесі.

Диссертациялық зерттеу тақырыбын тұжырымдау және негіздеу, міндеттер қою және теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу, ғылыми тұжырымдарды тұжырымдау, олардың жаңалығын дәлелдеу, жүргізілген жұмысты әдістемелік қамтамасыз етуді әзірлеу, қорытындылар мен ұсыныстар әзірлеуден тұрады.

Жұмысты апробациялау.

Жұмыс нәтижелері халықаралық ғылыми-практикалық

конференцияларда баяндалып, талқыланды:

- Қоршаған орта, технология және басқару бойынша 2-ші халықаралық конференция (Icetem) 13-15 қазан 2022 ж./ A156 - Биологиялық ыдырайтын пластик пакеттерге арналған поливинил спиртінің модификациясы, Түркия;

- «Ғылымның өзекті мәселелері» VI халықаралық практикалық интернет-конференциясы 15-16 қараша 2023 ж., Алматы, Қазақстан.

Жарияланымдар.

Зерттеу нәтижелері бойынша 6 жұмыс бірлескен авторлықпен жарияланды, оның ішінде 1-і Scopus (Q1) халықаралық реферат деректер базасына енгізілген журналда, 1-і ҚР МНЕРО КОКСНВО ұсынған журналда, 2-і халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялардың материалдарында. , 2 - пайдалы модель патенті.

Диссертанттың басылымдарды дайындауға қосқан үлесі

1. «Полиэтиленгликоль метил эфир метакрилатының поливинил спирті/крахмал қоспасы пленкаларының биоыдырағыштығына әсері». Рецензияға материалдарды іріктеу, шолу мен кіріспе жазу, тәжірибе нәтижелерін өңдеу және сипаттау, қорытынды жазу.

2 "Орау фильмдері үшін биоыдырайтын полимер-негіздік крахмалдың синтезі: шолу". Рецензиялау үшін басылымдарды іздеу және оны жазу, бөлімдерді жазу: зерттеу әдістемесі, зерттеу нәтижелері.

3. «Биологиялық ыдырайтын пластик пакеттерге арналған поливинил спиртінің модификациясы» Баяндама жоспарын құру, материалдарды таңдау және жүйелеу, екі секция жазу, конференцияда баяндама жасау.

4. «Пленкаларды орау үшін биологиялық ыдырайтын полимерлердің синтезі» Есеп жоспарын құру, материалдарды таңдау және жүйелеу.

5. № 8334 «Биологиялық ыдырайтын полиэтилен пакетінің құрамы» пайдалы модельге патент. Патенттік іздеу, аналогтар мен прототиптерді таңдау, өтінім беру.

6. № 7858 «Модификацияланған крахмал негізіндегі биологиялық ыдырайтын полимерлі қап» пайдалы модельге патент. Патенттік ізденіс, аналогтар мен прототиптерді таңдау.

Әр басылымды дайындауға автордың қосқан үлесі диссертацияда толық көрсетілген.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі.

Диссертация 116 бетте берілген, оның 3 беті қосымшада, 26 кесте және 45 сурет бар. Диссертацияның мазмұны кіріспеден, әдеби.

Автор оның ғылыми жетекшісі, PhD докторы, Қазақстан-Британ техникалық университетінің Материалтану және жасыл технологиялар мектебінің профессоры Негим Аттия Элсайдқа және шетелдік кеңесші, PhD докторы, Малайзиядағы Ғылым университетінің (USM) профессоры Мохамад Насирге үлкен алғысын білдіреді. Мохамад Ибрахим зерттеу барысында баға жетпес еңбегі мен кеңесі үшін.