

МОБУ «Троицкая средняя общеобразовательная школа»

Номинация: «Обращение с отходами»

Научно-исследовательская работа

**РАЗРАБОТКА ПЛЕНОЧНЫХ СЪЕДОБНЫХ
БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА**

Автор:

Бакшудаева Любовь Арсланговна

ученица 11 класса.

Руководитель: Очирова Екатерина

Георгиевна,

учитель химии МОБУ «Троицкая СОШ»

с.Троицкое
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	5
1.1 Использование пленок на основе хитозана в медицине	5
1.2 Применение пленок и покрытий на основе природных полимеров в пищевой промышленности	5
1.3 Хитозан - перспективный материал будущего	6
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	8
3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ	10
3.1 Приготовление пленок из отдельных компонентов полимеров	11
3.2 Приготовление пленок из смесевых композиций на основе метилцеллюлозы и хитозана	12
3.3 Нанесение пленок из смесевых композиций на основе метилцеллюлозы и хитозана на пищевые продукты	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ	15
ПЕРСПЕКТИВЫ	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	17
ПРИЛОЖЕНИЯ	19

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: Ежегодно в мире производится 350 миллионов тонн пластмасс, время полного распада которых составляет минимум 450 лет. Большинство изделий из них используются однократно. Около 79% оказываются на мусорных свалках или в окружающей среде. Загрязнение планеты пластиковыми отходами приобретает катастрофические масштабы [11]. Человечество уже не может отказаться от упаковок из пластика, так как они порядком облегчают жизнь многих. В настоящий момент ученые всего мира пытаются создать альтернативу, материал который будет либо разлагаться быстрее, либо будет возможность полностью его переработать.

В сфере пищевой промышленности применение съедобных защитных пленок и покрытий на основе природных полимеров с каждым годом привлекает все большее внимание ученых и производителей. Использование съедобных и биоразлагаемых пленок и покрытий на основе природных полимеров позволяет полностью исключить утилизацию упаковочных материалов. Использование подобных покрытий не является современным открытием, еще в XVIII веке в Японии была запатентована одноразовая посуда, изготовленная из прессованной рисовой муки, после использования которой, по назначению, ее можно было съесть. В течение длительного времени широко используется съедобная упаковка, выпекаемая из вафельного теста в форме стаканчиков, тарелочек, чашек, коробочек и др. [4]. Сейчас ученые стоят на пороге открытия нового съедобного покрытия на основе хитозана.

Хитозан считается перспективным биоматериалом будущего; интерес к нему связан с уникальными физиологическими и экологическими свойствами такими как биосовместимость, биодеструкция, физиологическая активность при отсутствии токсичности, доступность сырьевых источников, в том числе местных, для его получения [9]. В настоящее время уже проводились исследования по использованию пленок на основе хитозана в медицине. Сейчас в пищевой промышленности представляют большой

интерес смеси на основе природных полисахаридов (хитозана, целлюлозы), поскольку сочетают в себе доступность целлюлозы с уникальными свойствами азотосодержащих полисахаридов. Обнаруженная термодинамическая совместимость хитозана и целлюлозы в некотором интервале их соотношений является основой для формирования пленок из этих полисахаридов [11].

Цель работы: Выявление возможности использования хитозана в изготовлении пищевой биоразлагаемой пленки.

Задачи:

- 1) Изучить научную литературу по теме изготовления съедобных биоразлагаемых пленок на основе хитозана;
- 2) Изучить возможность получения пленочного материала из отдельных компонентов хитозана или метилцеллюлозы;
- 3) Изучить возможные смесевые соединения хитозана с другими высокомолекулярными соединениями для получения пленочных материалов.
- 4) Изучить возможность использования пленки на основе хитозана и метилцеллюлозы в качестве съедобных биоразлагаемых покрытий.

Объект исследования: метилцеллюлоза водорастворимая и производное хитозана - водорастворимая форма хитозана.

Предмет исследования: формирование пленки на основе хитозана и ее физические свойства.

Литературный обзор

1.1 Использование пленок на основе хитозана в медицине

Исследованы сорбционные и бактерицидные свойства пленок хитозана разной влажности и полученных при различных температурах. Установлено, что пленочные образцы хитозана обнаруживают высокие транспортные свойства к парам воды и соляной кислоты, а также обладают бактерицидной активностью.

По своим биохимическим свойствам хитозан близок к функциональным качествам дермы *in vivo*. Он не токсичен, в процессе получения практически полностью утрачивает антигенность, обладает антитромбогенной способностью и усиливает процессы регенерации поврежденной ткани. Все это позволяет рассматривать хитозан в качестве перспективного полимера для создания пленочных материалов для тканевой инженерии.

Пленочные образцы ХТЗ были применены при лечении пациентов Саратовского центра термических поражений. Этиологической причиной ожогов было воздействие горячих жидкостей и пламени. Исследования показали высокую эффективность пленок ХТЗ при заживлении ожоговых ран II – III А, Б степени по сравнению с традиционными методами лечения. Клинические испытания позволяют рекомендовать применение ХТЗ для создания на его основе биотехнологических (т.е. содержащих в своем составе только биологически активные макромолекулы) пленочных раневых покрытий для комбустиологии [1].

1.2 Применение пленок и покрытий на основе природных полимеров в пищевой промышленности

Применение съедобных защитных пленок и покрытий на основе природных полимеров в пищевой промышленности с каждым годом

привлекает все большее внимание ученых и производителей. Использование съедобных пленок и покрытий позволяет полностью исключить утилизацию упаковочных материалов. Известно, что съедобные пленки и покрытия в течение многих веков уже используются для сохранения качества пищевых продуктов.

Например, еще в XVIII веке в Японии была запатентована одноразовая посуда, изготовленная из прессованной рисовой муки, после использования которой, по назначению, ее можно было съесть. В течение длительного времени широко используется съедобная упаковка, выпекаемая из вафельного теста в форме стаканчиков, тарелочек, чашек, коробочек и др., которые получают в результате термической обработки смеси сахара, муки, жира, различных пряных смесей и пищевых добавок [4]. В настоящее время основными пленкообразующими компонентами в составе съедобной упаковки являются белки (коллаген, желатин, зеин, глютен, соевые изоляты, казеин и т.д.), жиры (ацетоглицериды, глицериды, жирные кислоты), углеводы (производные крахмала, эфиры целлюлозы, хитозан, декстрины, альгинаты, каррагинаны, пектины и т.д.) [5]. При создании съедобных покрытий в качестве пленкообразователей используют сложные многокомпонентные системы на основе полисахаридов, таких как производные альгиновой кислоты, целлюлозы, крахмала и их смесей с животными белками (например, желатиной). Заданный комплекс технологических и потребительских свойств покрытий обеспечивается введением различных функциональных добавок (биоцидов, ароматизаторов, красителей и т.д.), иммобилизуемых в матрице полимера [6].

1.3 Хитозан – перспективный материал будущего.

Хорошо изучены и широко используются в пищевой промышленности простые эфиры целлюлозы, например метилцеллюлоза. Хитозан считается перспективным биоматериалом будущего; интерес к нему связан с уникальными физиологическими и экологическими свойствами такими как

биосовместимость, биодеструкция, физиологическая активность при отсутствии токсичности, доступность сырьевых источников, в том числе местных, для его получения [9].

Наиболее изучены и широко применяются в мясной промышленности простые эфиры целлюлозы. Основные направления их использования – функциональные добавки, вводимые непосредственно в состав пищевого продукта и съедобные покрытия, формируемые на продукте. Для создания неотделимых от продукта съедобных покрытий, обладающих заданным комплексом свойств, могут использоваться водные, предпочтительно 2% растворы МЦ-100.

Процесс формирования покрытия регулируется путем направленного изменения влажности и скорости движения воздуха [10]. Смеси на основе природных полисахаридов (хитозана, целлюлозы) представляют большой интерес, поскольку сочетают в себе доступность целлюлозы с уникальными свойствами азотосодержащих полисахаридов. Обнаруженная термодинамическая совместимость хитина и целлюлозы в некотором интервале их соотношений является основой для формирования пленок из этих полисахаридов [11].

2. Материал и методы исследования:

При исследовании основных показателей разработанного состава были проведены следующие испытания:

- определение возможности формирования пленок на инертной подложке из отдельных компонентов метилцеллюлозы и хитозана;
- определение возможности формирования пленок на инертной подложке смесевых композиций из метилцеллюлозы и хитозана разных концентраций;
- определение изменения массы образцов пленок при контакте с водой;
- изучение возможности использования пленки на основе хитозана и метилцеллюлозы в качестве съедобных покрытий.



Фото 1,2 Приготовление растворов для пленок на инертной подложке

1. Приготовление пленок на инертной подложке отдельных компонентов метилцеллюлозы и хитозана:

Приготовление растворов из отдельных компонентов – метилцеллюлозы и хитозана, путем растворения компонентов в дистиллированной воде. Приготовленный раствор пленкообразующего состава наносился на подготовленную поверхность и оставлялся для остывания, т. е. высушивания, в результате которого протекал процесс пленкообразования. Толщина готовой пленки зависела от количества приготовленной смеси.

Пленкообразующий состав был нанесен на ровную чистую горизонтальную поверхность и оставлен на 24 часа для завершения процесса пленкообразования. Дальнейшую сушку пленок проводили в течение 3-5 суток.

После формирования пленок и сушки проводили органолептическую оценку растворов и пленок (оценивали внешний вид растворов и пленок, вкус съедобных покрытий в виде пленок).

2. Приготовление пленок смесевых композиций на инертной подложке из метилцеллюлозы и хитозана разных концентраций;

В приготовленный раствор метилцеллюлозы добавляли при постоянном перемешивании раствор хитозана, длительность перемешивания составляла не менее 10 минут.

Приготовленный раствор пленкообразующего состава наносился на подготовленную поверхность и оставлялся для остывания, т. е. высушивания, в результате которого протекал процесс пленкообразования. Толщина готовой пленки зависела от количества приготовленной смеси.

Пленкообразующий состав был нанесен на ровную чистую горизонтальную поверхность и оставлен на 24 часа для завершения процесса пленкообразования. Дальнейшую сушку пленок проводили в течение 3-5 суток.

После формирования пленок и сушки проводили органолептическую оценку растворов и пленок (оценивали внешний вид растворов и пленок, вкус съедобных покрытий в виде пленок).

3. Изучение изменения массы полученных пленок при контакте с водой.

Для изучения характеристик пленок при контакте с водой – пленку помещали в дистиллированную воду на 30 секунд. По истечении данного времени проводили взвешивание пленки и высчитывали процент набухания.

3. Результаты работы

3.1 Приготовление пленок из отдельных компонентов полимеров

На первом этапе работы были приготовлены растворы отдельных компонентов – метилцеллюлозы, хитозана в дистиллированной воде. Исходные концентрации растворов были выбраны на основе результатов проведенных ранее исследований. Из приготовленных растворов получали пленки поливом из раствора на стеклянную подложку. Сушку пленок проводили в течение трех дней. Затем изучали характеристики пленок при контакте с водой – наблюдали изменение массы образца в течение 30 секунд. По истечению данного времени проводили взвешивание пленки и высчитывали процент набухания.

Изучение свойств пленок из отдельных исходных компонентов показало, что пленка на основе метилцеллюлозы набирает воду постепенно, но в течение 30 секунд разваливается и теряет форму. Кроме того, пленка из метилцеллюлозы имеет очень сильный процент контакта с водой – 1200%.

Пленка на основе хитозана плохо формируется, поэтому данные по изменению массы при контакте с водой не были получены. Характеристики растворов и пленок показаны в таблице 1.

Характеристика растворов и пленок из исходных компонентов

Таблица 1

Вещества-компоненты покрытия	Внешний вид раствора	Внешний вид пленки	Характеристика пленок при контакте с водой - изменение массы образца в течение 30 сек, %
Метилцеллюлоза	Студенистый, вязкий, мутный, с мелкими частичками, дает осадок примерно через месяц	Мутная, прочная, шершавая, не эластичная	1200

Хитозан	Однородный, сильно вязкий, прозрачный	Пленка не формируется	-
---------	---------------------------------------------	--------------------------	---

3.2 Приготовление пленок из смесевых композиций на основе метилцеллюлозы и хитозана.

На втором этапе работы были приготовлены смесевые композиции на основе метилцеллюлозы и хитозана.

Для получения смешанных растворов в приготовленные растворы метилцеллюлозы добавляли при перемешивании раствор хитозана и далее мешали в течение 10 минут.



Фото 3. Раствор метилцеллюлозы с хитозаном

Пленки получали поливом полученных растворов на стеклянную подложку. Затем пленки сушили в течение минимум трех суток. Характеристика пленок их композиций разного состава на основе хитозана и метилцеллюлозы представлена в таблице 2.



Фото 4,5. Пленки, полученная на основе смесевой композиции метилцеллюлозы и хитозана после высыхания.

Характеристика композиций на основе хитозана и метилцеллюлозы

Таблица 2

Композиции	Процентное соотношение компонентов для раствора		Описание пленки	Вкус
	Метилцеллюлоза, %	Хитозан, %		
1	1	1,5	Тонкая, гладкая, мутная, прочная	Горький привкус
2	1	1	Тонкая, гладкая, мутная, прочная	Горький привкус
3	1	0,5	Пленка тонкая, мутная, очень хрупкая	Горький привкус меньше, чем у образцов 1 и 2, но есть

Было получено три смесевые композиции с разным процентным содержанием ее составляющих метилцеллюлозы и хитозана. Композиции №1 и 2 образуют тонкие и прочные пленки, но имеют существенный минус для пищевой промышленности – горький привкус. Композиция №3 горького привкуса практически не имеет, но пленка из нее является непрочной. Необходима дальнейшая работа по поиску оптимальных концентраций метилцеллюлозы и хитозана в составе композиции пленочных съедобных покрытий.

Оценку сформированности покрытия проводили органолептически, путем визуального осмотра и тактильной оценки покрытия и пробы на вкус.

3.3 Нанесение пленок из смесевых композиций на основе метилцеллюлозы и хитозана на пищевые продукты.

Методом макания покрытие из полученного раствора было нанесено на курагу. Образцы продукта оставлены для формирования покрытий. Далее органолептически оценены свойства покрытия. Пленка образуется тонкая,

полупрозрачная не липнет к рукам. Горький привкус практически не чувствуется.



Фото 6. Нанесение пленочных покрытий на курагу



Фото 7. Курага с пленочным покрытием на основе хитозана и метилцеллюлозы в разных пропорциях

Изучение возможности формирования покрытий на основе хитозана в естественных условиях окружающей среды показало, что композиции №1 и №2 пригодны для нанесения на курагу в качестве съедобных покрытий. Тонкие пленки на основе метилцеллюлозы и хитозана плотно покрывают курагу, устойчивы при высыхании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

По результатам проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. Изучив литературные источники, мы пришли к выводу, что съедобные биоразлагаемые пленочные покрытия на основе хитозана и метилцеллюлозы еще не изготавливались.
2. Пленка из хитозана не формируется, а из метилцеллюлозы пленка образуется прочная, но после контакта с водой разваливается и теряет форму.
3. Смесевая композиция из соединений метилцеллюлозы и хитозана образует тонкую, прочную пленку, но имеет горький привкус.
4. Пленки на основе хитозана и метилцеллюлозы пригодны для нанесения на пищевые продукты в качестве съедобных покрытий.

В ходе выполнения работы было установлено, что растворы на основе метилцеллюлозы и хитозана образуют тонкие прочные пленки. Однако полученные пленки обладают заметным вяжуще-горьким привкусом, что является значительным отрицательным фактором при разработке съедобного покрытия для пищевых продуктов. При дальнейшем снижении количества хитозана в композиции вяжущий привкус не пропадает, и увеличивается влагопоглощение пленок, что так же является отрицательным моментом. Поэтому перспективно продолжить работы по разработке состава композиции покрытия.

ТЕОРИТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:

Исследования моего проекта нацелены на потребителей и производителей пищевых продуктов. Съедобные покрытия на основе хитозана помогут продуктам храниться дольше, а так же уменьшить использование упаковок из пластика, который загрязняет нашу планету. Одним из возможных подходов к использованию таких покрытий – это сохранность скоропортящихся продуктов путем нанесения съедобных покрытий на поверхность с последующим холодным хранением. Съедобные покрытия можно использовать в качестве защитного барьера для снижения скорости дыхания и транспирации через поверхности плодов, замедления роста микробов и

изменения цвета и улучшения качества текстуры плодов. Съедобные покрытия можно использовать в качестве носителя для включения функциональных ингредиентов, таких как антиоксиданты, ароматизаторы, красители, антимикробные средства, агенты и нутрицевтики. Присущие антибактериальные / противогрибковые свойства и пленкообразующая способность хитозана делают его идеальным для использования в качестве биологически разлагаемого антимикробного упаковочного материала, который может быть использован для улучшения устойчивости к употреблению в пищу.

ПЕРСПЕКТИВЫ: Хотя на данном этапе покрытие на основе хитозана имеет недостаток в виде горького привкуса, это лишь первый этап, в дальнейшем этот недочет будет исправлен подбором концентрации хитозана и метилцеллюлозы в составе композиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.А. Бузинова, А.Б. Шиповская «СОРБЦИОННЫЕ И БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ХИТОЗАНА» - 2008 - № УДК

547.458:544.723 - С.42,45.

2. Чашин И.С. «Структура и свойства хитозановых пленок и покрытий, получаемых из растворителей на основе диоксида углерода под высоким давлением» - 2013 – С.15-21.

3. Волков А.А., Гладиллин Г.П. «ОСОБЕННОСТИ РЕПАРАТИВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИТОЗАНА» - 2014 - № 6 (часть 7) – С.9,21-24.

4. Кудрякова Г.Х, Кузнецова Л.С. , Нагула М.Н. , Михеева Н.В., Казакова Е.В. «Съедобная упаковка: состояние и перспективы»// Ж.: «Пищевая промышленность», 2007 - №6. – С.10-12.

5. Кузнецова Л.С., Михеева Н.В., Казакова Е.В. «Съедобная упаковка в мясных технологиях»// Ж. «Мясные технологии», – 2007 - № 12. – С.4 – 8.

6. Пешехонова А.Л., Данилова М.М., Климакова Т.В., Кадушечкина Р.С., Иванова Т.В. «Съедобные покрытия на основе биополимеров»// Материалы второй международной научно-технической конференции «Пища. Экология. Человек» - М., 1997 – С.134.

7. Казакова Е.В., Кузнецова Л.С. «Защитное съедобное покрытие на основе белков» // Ж. «Пищевая промышленность» – 2010 - №1 – С.16.

8. Кудрякова Г.Х., Кузнецова Л.С., Нагула М.Н., Михеева Н.В., Казакова Е.В. «Съедобная упаковка: состояние и перспективы»// Ж.: «Главный агроном» – 2008 - №10. – С.3-5.

9. Иощенко Ю.П. Получение и исследование полимолекулярных комплексов хитозана с белками и гидроксилсодержащими полимерами: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук : - Волгоград, 2006. - 20 с.

10. Пешехонова А.Л., Журавская Н.К., Данилова М.М., Бухтеева Ю.М., Журавская Н.А. «Полисахариды в мясной промышленности».- М.:АгроНИИТЭИММП, 1992. 28

11. «Пластик как острая экологическая проблема загрязнения

планеты: виды пластикового мусора, его вредное воздействие и способы утилизации.» – 2021.

Приложения



Фото 1 Несанкционированная свалка ТБО, Целинный район



Фото 2 Несанкционированная свалка ТБО, Целинный район

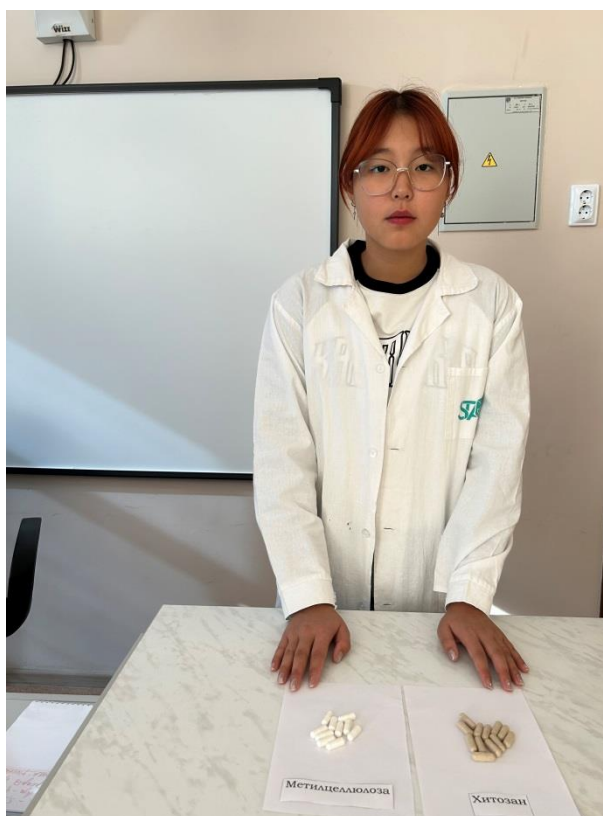


Фото 3 Необходимые для работы материалы



Фото 4 Приготовление растворов хитозана и метилцеллюлозы



Фото 5 Приготовление раствора хитозана

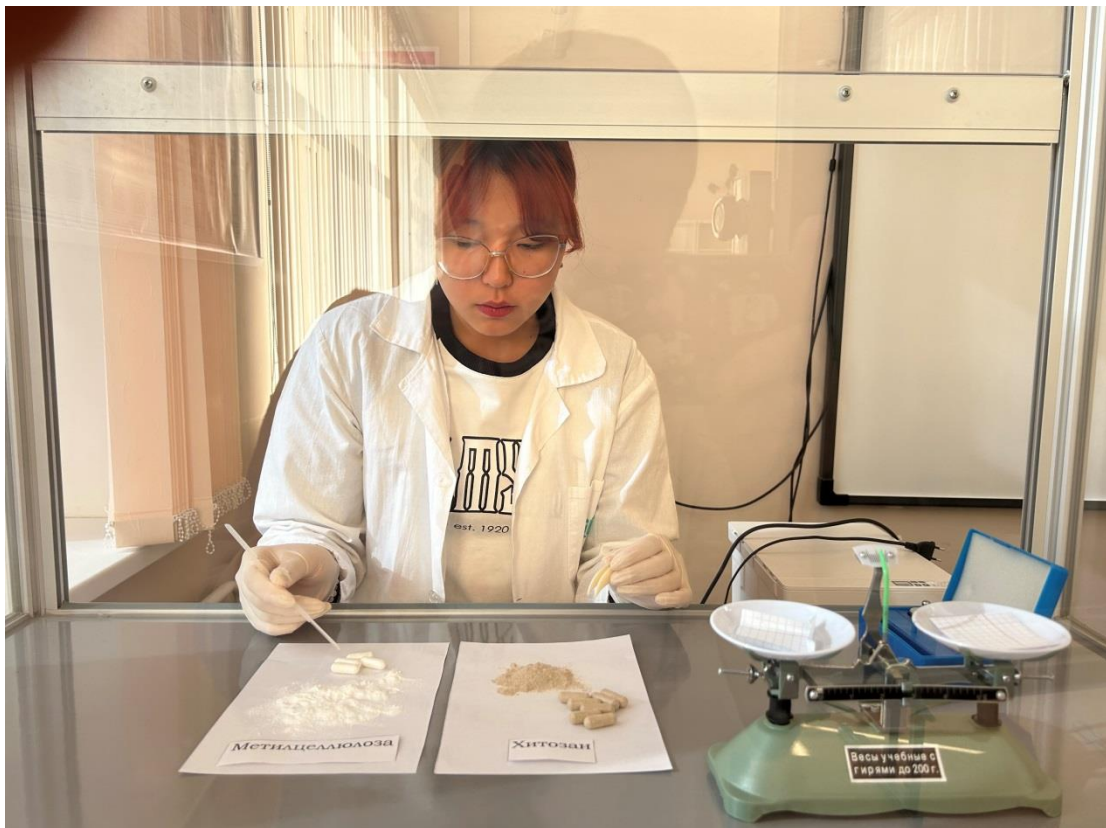


Фото 6 Взвешивание образцов метилцеллюлозы и хитозана

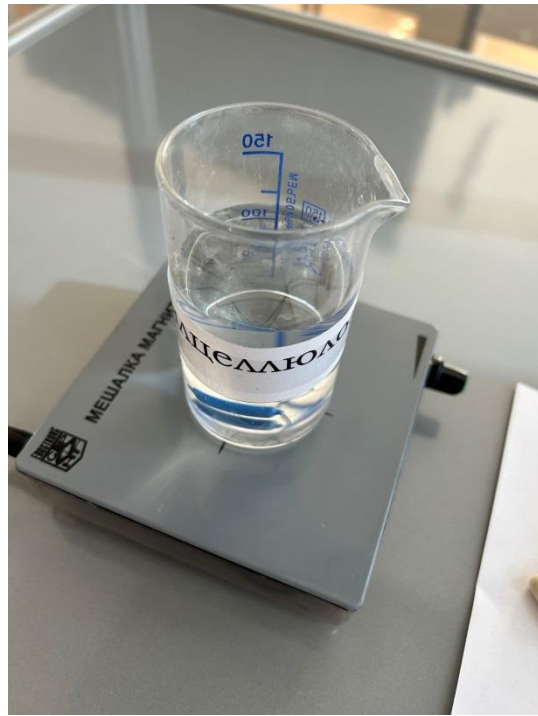


Фото 7 Перемешивание раствора метилцеллюлозы



Фото 8 Подготовка растворов для пленки

