Как собрать воду в решето или необычные свойства конжаково-целлюлозных плёнок

Суматохина Стефания Валерьевна
учащаяся 10 "А" класса
Гимназии 14 г.Гомеля
E-mail: sumatokhinastef@gmail.com

Научный руководитель: **Таскаева Людмила Петровна**
учитель физики и астрономии высшей категории
Гимназии 14 г.Гомеля, Беларусь.

Идея нашей работы родилась непосредственно в быту, при выпечке кондитерских изделий. Для целей эмульгирования и загущения в кулинарии давно используются различные камеди, проявляющие поистине феноменальные свойства набухания при контакте с жидкостными структурами. А что, если выйти за диапазон кулинарии и исследовать данное физическое явление глубже, постараться создать полезные в научном ключе изобретения?

Для справки:

Камеди—это полисахариды растительного происхождения, представляющие собой мелкодисперсный порошок белого или светло-кремового цвета без запаха и вкуса.

Хорошо растворяются в горячей воде, в холодной воде набухают. При интенсивном перемешивании образуют высоковязкие растворы. Не растворяются в органических растворителях.

Камеди добывают из структур растений (клубней корней, стручков, коры и т.д.). Самые известные камеди: камедь рожкового дерева, гуаровая камедь, ксантовая камедь, конжаковая камедь.

Все камеди обладают высокой степенью сгущения, однако, максимально данный эффект проявлен у ксантовой и конжаковой камеди. Отличительная особенность конжаковой камеди от других— способность к гелеобразованию даже при очень низких её концентрациях.

При активном помешивании и нагревании камедь хорошо растворяется, проявляя свойство загустителя, в холодной же воде она просто набухает.

Интересно, что в полученные растворы можно свободно добавлять (внедрять) различные присадки, в зависимости от целей и места использования. Со щёлочью камедь образует настолько прочный гель, который практически невозможно будет расплавить даже при высокой температуре. Ещё одно отличительное качество в пользу конжаковой камеди—при растворении она образует гораздо меньше комков, а при добавлении глицерина 2% и вовсе не имеет тенденции к комкованию.

В основном, камедь применяется как добавочный агент к основным веществам: в гелях для душа, в зубных пастах, мыловарении, при производстве выпечки, мармелада, желе, конфет, молочных продуктов и мороженого, в фармацевтической промышленности для стабилизации растворов.

Но а что, если высокую способность притягивать воду камедью взять за основу, поставить её на первое место, а дополнительными добавками избрать интересующие нас вещества в научных целях?

Например, при внедрении в камедь порошка целлюлозы могли бы получиться структуры,

способные улавливать и впитывать жидкость из воздуха, а потом, при лёгком нагревании, когда целлюлоза приобретает гидрофобные свойства, отдавать влагу. Данные структуры можно было бы применять и в медицине—отводить жидкость из раны, в качестве дренажной структуры, для лучшего заживления (кстати, камедь является абсолютно гипоаллергенным веществом!), причём, остаётся возможность внедрения в данные лечебные плёнки антибактериальных присадок на этапе приготовления, в зависимости от цели и области применения; так же данные структуры могли бы помочь экологии— улавливать влагу из воздуха, а затем, отдавая её при минимальном нагревании, будет возможен анализ химических веществ, находящихся в воздухе конкретной местности; и самое важное применение, на наш взгляд, сама способность улавливать воду из воздуха, аккумулировать её, а затем, при лёгком нагревании,, когда целлюлоза приобретает гидрофобные свойства—отдавать, в засушливых районах это изобретение могло бы пользоваться большой популярностью и стать спасением для людей. Если вода не обладает нужными параметрами по химическим параметрам, к плёнкам можно всегда добавить безопасные обеззараживающие вещества, например, коллоид серебра, для улучшения качества воды, пригодной для питья.

Дополнительными преимуществами являются:

- дешевизна исходных материалов: камеди и порошка целлюлозы, которые широко поставлены на промышленный поток
- их минимальный расход в процессе создания интересующей нас плёнки
- возможность многоразового применения для целей улавливания воды из атмосферного воздуха в засушливых районах
- простота и быстрота приготовления данных структур
- гелевая плёнка в процессе застывания столь пластична, что ей можно придавать абсолютно любую форму, либо корректировать её в процессе, подрезая под необходимый стандарт.

За основу плёнок для нашего эксперимента была взята конжаковая камедь, учитывая её преимущества перед другими, и целлюлозный порошок. Необходимые для эксперимента вещества и приборы представлены на рис.1.

Процесс приготовления: основные ингредиенты смешивались вместе, взятые в равных массах, заливались в форму (чашку Петри) с добавлением воды комнатной температуры, при интенсивном перемешивании, где они застывали приблизительно в течение двух минут. Далее применялась сублимационная сушка, т.е. выпаривание воды, из данной структуры на пищевом дегидраторе,приборе для сушки овощей и фруктов в быту (рис.2). После чего готовая плёночная структура легко извлекалась из чашки Петри, не прилипая к ней, и была полностью готова к использованию в научных целях (рис.3)



Рис.1 - Необходимый экспериментальный набор: порошок конжаковой камеди, целлюлозный порошок, высокоточные весы, увлажнитель воздуха,гигрометр.



Рис.2 - Пищевой дегидратор



Рис.3. Готовая конжаково-целлюлозная плёнка

Ход эксперимента.

Плёнки заливались в ёмкость с одинаковым диаметром, но разной навеской исходных веществ, т.е. толщина плёнок получалась так же неодинаковой.

Первая тонкая экспериментальная плёнка: 0,3 г конжакового порошка+ 0,3 г микрокристаллической целлюлозы. Исходная масса 0,6 г, толщина плёнки 1,3 мм.

Вторая тонкая экспериментальная плёнка: 1 г конжакового порошка+ 1 г микрокристаллической целлюлозы. Исходная масса 2г, толщина плёнки 2,1 мм.

Третья толстая экспериментальная плёнка: 3г конжакового порошка+ 3 г микрокристаллической целлюлозы. Исходная масса 6 г, толщина плёнки 4 мм.

Четвертая толстая экспериментальная плёнка: 5 г конжакового порошка+ 5 г микрокристаллической целлюлозы. Исходная масса 10 г, толщина плёнки 5,2 мм. (рис.4-7)

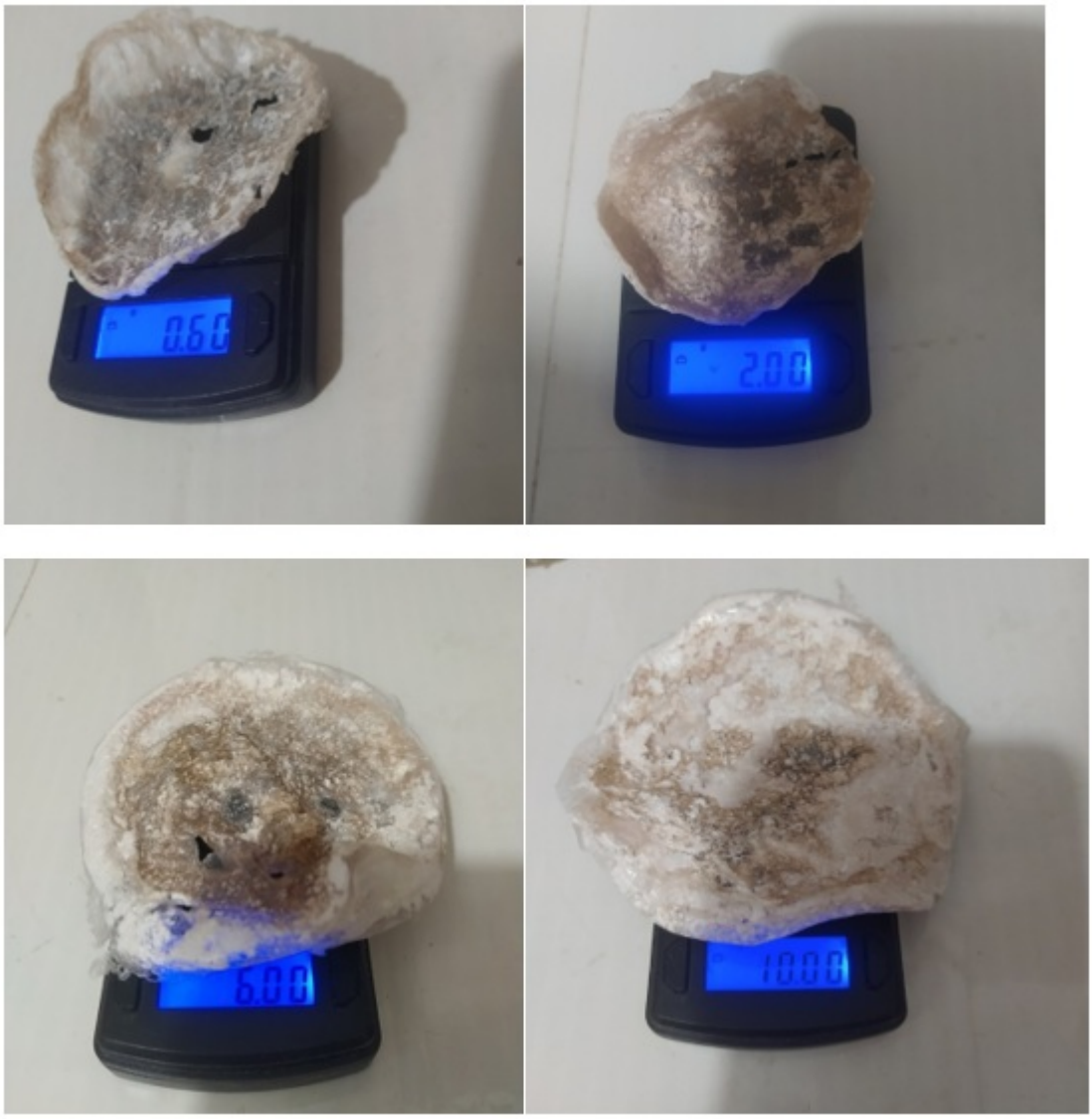


Рис. 4-7. Исходные образцы конжаково-целлюлозных плёнок на высокоточных весах



Рис.8 Измерение толщины экспериментальных плёнок штангенциркулем.

Основная часть эксперимента (рис.9-12): плёнки попарно (2 тонкие и 2 толстые) вывешивались на сутки в помещения с разной влажностью: на балкон (средняя влажность за сутки 55,25% по результатам четверых измерений: утро-день-вечер-ночь), в ванной комнате (средняя влажность за сутки 78%), в комнате, непосредственно над увлажнителем (средняя влажность за сутки 97,25%). Влажность измерялась гигрометром 4 раза в сутки.



Рис.9-12 Ход эксперимента наглядно

Полученные результаты:

Таблица 1. Результаты впитываемости воды из атмосферного воздуха плёнками в помещении с влажностью 55,25%

Место эксперимента	Балкон	Перерасчёт впитываемости воды на кг плёнки, г	Средняя впитываемость воды из атмосферы на кг плёнки, г
Средняя влажность, %	55,25		
Масса плёнки			
0,6	0,69	150	87,75
2,0	2,16	80	
6,0	6,32	53	
10,0	10,68	68	





Рис.13-16. Результаты впитываемости влаги из атмосферного воздуха плёнками в помещении со средней влажностью 55,25%

Таблица 2. Результаты впитываемости воды из атмосферного воздуха плёнками в помещении с влажностью 78%

Место эксперимента	Ванная комната	Перерасчёт впитываемости воды на кг плёнки, г	Средняя впитываемость воды из атмосферы на кг плёнки, г
Средняя влажность, %	78		
Масса плёнки			
0,6	0,72	200	124,92
2,0	2,24	120	
6,0	6,58	96,67	
10,0	10,83	83	

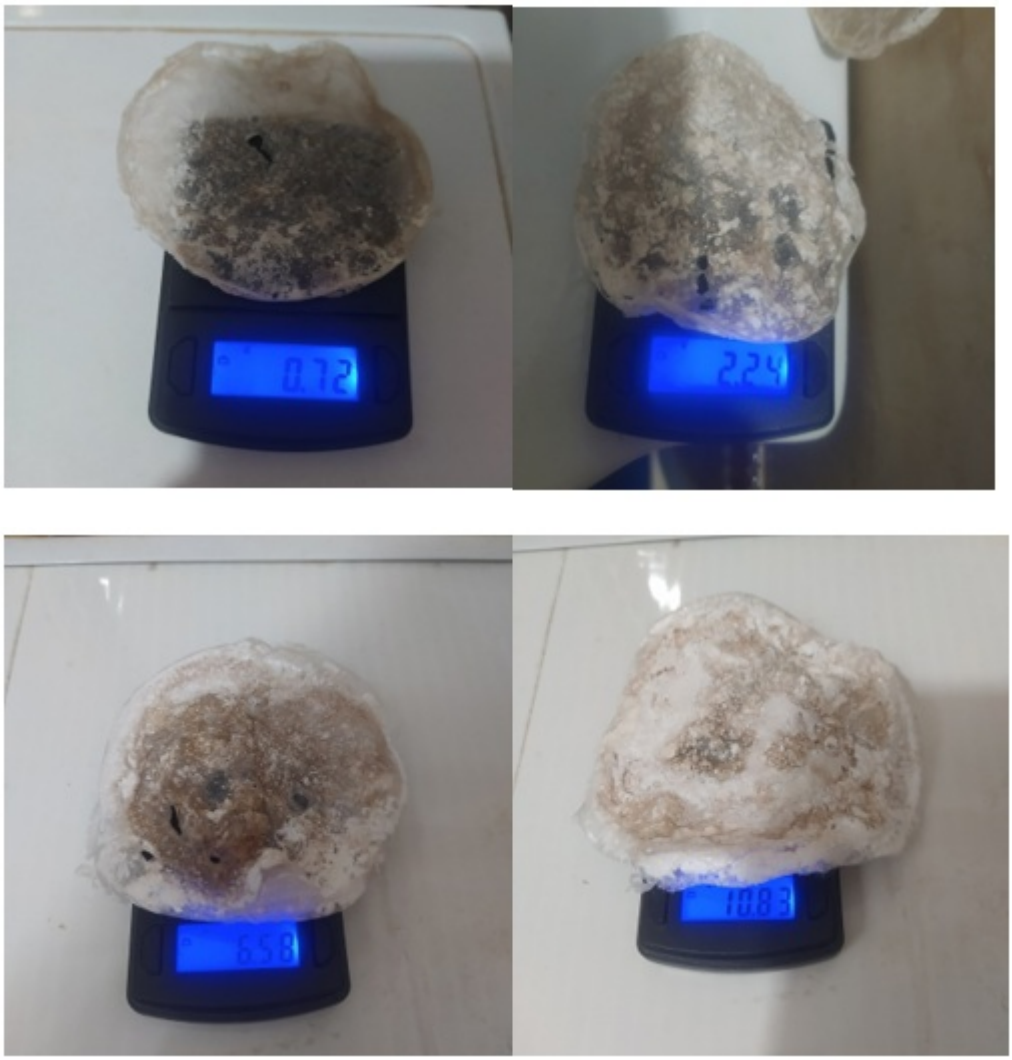


Рис.17-20. Результаты впитываемости влаги из атмосферного воздуха плёнками в помещении со средней влажностью 78%.

Таблица 3. Результаты впитываемости воды из атмосферного воздуха плёнками в помещении с влажностью 97,25%

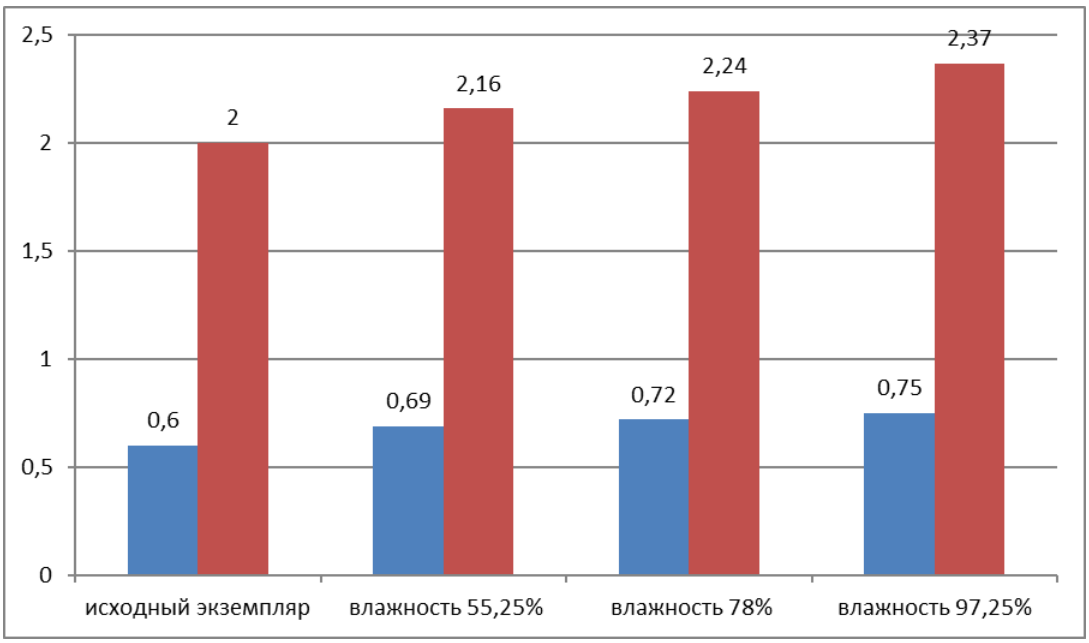
Место эксперимента	Под увлажнителем	Перерасчёт впитываемости воды на кг плёнки, г	Средняя впитываемость воды из атмосферы на кг плёнки, г
Средняя влажность, %	97,25		
Масса плёнки			
0,6	0,75	250	711,75
2,0	2,37	185	
6,0	11,97	995	
10,0	24,17	1417	



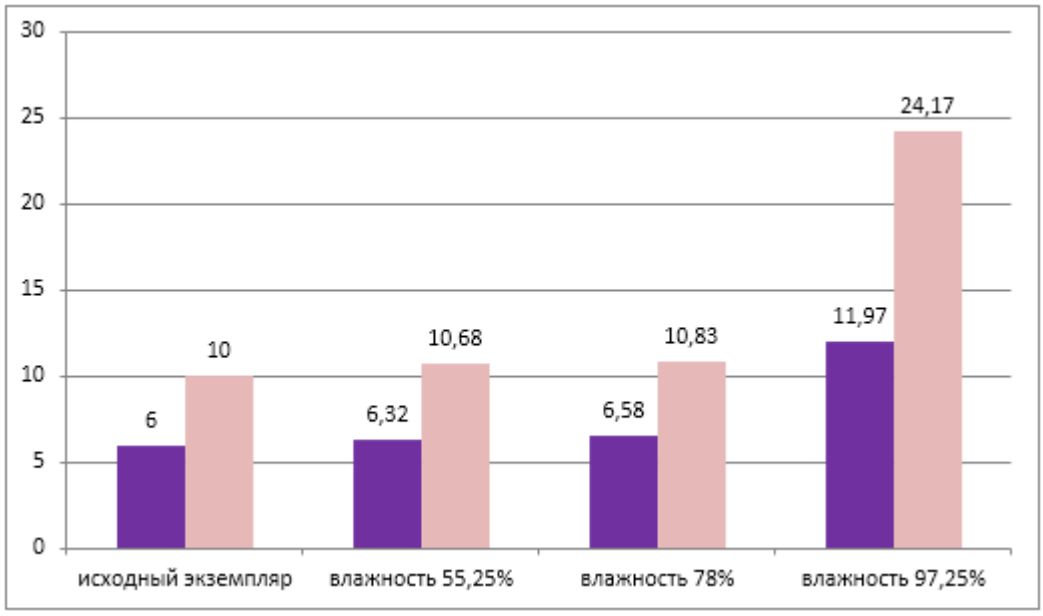


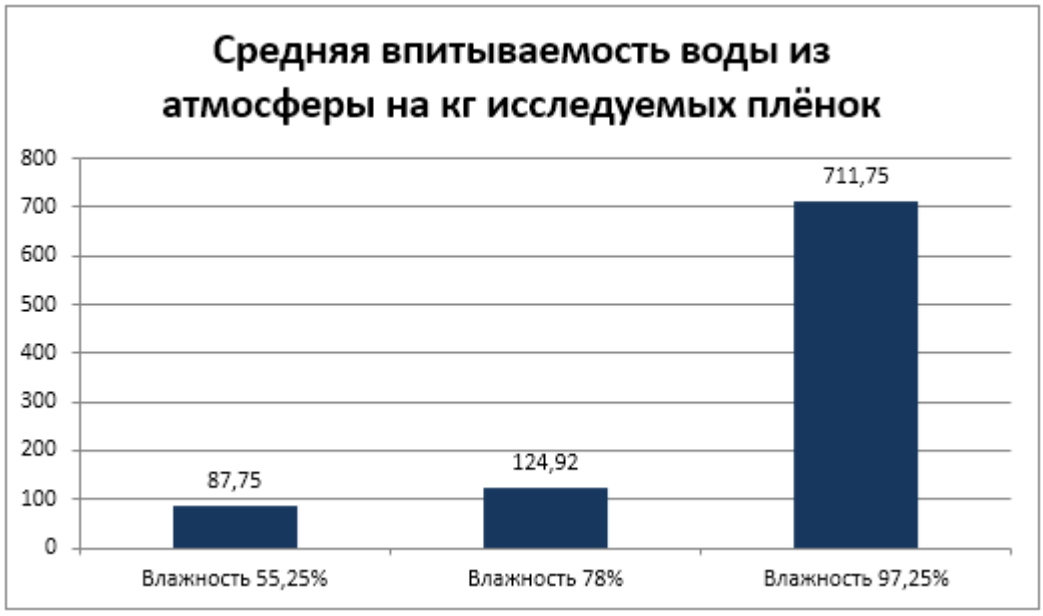
Рис.21-24. Результаты впитываемости влаги из атмосферного воздуха плёнками в помещении со средней влажностью 97,25%.

Возможности впитываемости тонких плёнок



Возможности впитываемости толстых плёнок





При небольшом нагревании, плёнки с лёгкостью отдают аккумулированную воду частыми каплями,, благодаря тому, что при нагревании целлюлоза, входящая в состав плёнок, приобретает гидрофобные свойства.



Рис.25 Высвобождение аккумулированной плёнкой влаги частыми каплями при небольшом нагревании.

Выводы:

1. Камедь обладает поистине феноменальными свойствами: стабилизирования, эмульгирования, загущения, способностью притягивать на себя воду и удерживать её.

Непосредственным ценным физическим качествам камеди в современной науке и промышленности отведена вторичная роль дополнительного вещества в кулинарии, косметической промышленности, фармакологии, но совершенно нигде не отводится главенствующая роль данным качествам.

2. Способность впитывать воду оказалась столь велика, что при высокой влажности, плёнка способна вобрать в себя воды больше собственной исходной массы!

3. По результатам эксперимента ясно, что камедь с добавлением в неё присадки из микрокристаллической целлюлозы может образовывать полезные структуры (в данном случае—плёнки), которые ценны тем, что в обыкновенных условиях проявляют гидрофильные свойства, а при необходимости—нагреве, приобретают гидрофобные свойства и способны отдавать накопленную из атмосферного воздуха воду.

4. Прослеживается чёткая зависимость от влажности атмосферного воздуха: чем больше в воздухе влаги, тем лучше способность конжаково-целлюлозных плёнок захватывать из неё воду, однако, способность полностью не теряется даже в условиях низкой влажности воздуха, что является ценным качеством экспериментальных структур.

5. Чем больше исходных веществ в навеске (порошка камеди и микрокристаллической целлюлозы), тем больше способность плёнки к поглощению влаги.

6. С ростом толщины плёнок наблюдается необычный феномен—при низкой влажности тонкие плёнки поглащают атмосферную влагу охотнее толстых, однако, при высокой влажности на первое место по поглощению воды выходят толстые плёнки, происходит феномен размачивания, возможный в среде с высокой влажностью.

Из данного пункта следует вывод, что при создании устройств на основе конжаково-целлюлозных плёнок предпочтительнее комбинация из тонкостенных и толстостенных структур, для максимально выраженного эффекта накопления воды.

7. Исходные материалы дешевы в закупочной стоимости, так как давно поставлены на производственный поток в промышленных масштабах.

8. Немаловажным качеством является простота и быстрота приготовления данных структур.

9. При приготовлении интересующих нас структур необходим минимум исходных веществ, чтобы они обладали достойными качетвами впитываемости влаги из атмосферного воздуха.

10. Структурам на этапе их приготовления можно придавать совершенно любую желаемую форму, либо же легко менять её после того, как структура сформирована, разрезая её.

11. В зависимости от цели, плёночные структуры могут использоваться не один раз, т.е. выступать как многоразовые, не теряя своих свойств при нагревании и отдаче воды, а попросту высыхая до исходной формы.

12. Получившиеся структуры легко комбинировать между собой, экспериментируя с исходной толщиной и изначальной навеской веществ, тем самым получая эффективную многоярусную установку для улавливания воды из атмосферного воздуха.

13. В получившиеся структуры на этапе их формовки легко добавлять различные полезные присадки, в зависимости от цели их использования: в экологии, быту. А для медицины ценно так же качество абсолютной гипоаллергенности камеди и целлюлозы.

По результатам нашей работы мы полностью убеждены, что у конжаково-целлюлозных плёнок есть достойные перспективы в улучшении нашей жизни в различных сферах!

Список литературы:

1. https://am-am.su/44-stabilizator-e425-konyak-smola-konyak-glyukomannan.html
2. https://calorizator.ru/addon/e4xx/e425
3. https://forum.aromarti.ru/showthread.php?t=10357
4. Жаринов А.И. Некоторые особенности функциональнотехнологических свойств конжака
5. Гринченко, О.Н. (Антонова, О.Н.). Изучение функциональнотехнологических свойств конжака
6. Гринченко, О.Н. (Антонова, О.Н.). К вопросу о расширении представления о функционально-технологическом потенциале конжака
7. https://ochakovo-food.ru/konzhakovaya-kamed-e425/