

И. И. Осовская, М. А. Капшина

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ
В БИОТЕХНОЛОГИИ
И БИОИНЖИНИРИНГЕ**

Выполнение лабораторных работ

Методические указания

**Санкт-Петербург
2021**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра физической и коллоидной химии**

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ В БИОТЕХНОЛОГИИ И БИОИНЖИНИРИНГЕ

Выполнение лабораторных работ

Методические указания для студентов по направлению подготовки
18.03.01 – Химическая технология

Составители
И. И. Осовская
М. А. Капшина

Санкт-Петербург
2021

Утверждено
на заседании кафедры ФиКХ
01.04.2021 г., протокол № 9

Рецензент А. Н. Евдокимов

Методические указания соответствуют рабочей программе и учебным планам дисциплины «Применение полимеров в биотехнологии и биоинжиниринге» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и содержат описание лабораторных работ по разделам курса, раскрывающие основные физико-химические свойства полимеров.

Методические указания предназначены для бакалавров очной и заочной форм обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД
в качестве методических указаний

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 16.11.2021 г. Рег.№ 87/21

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

Содержание

1. Общие положения	4
2. Введение.....	5
Лабораторные работы.....	7
Лабораторная работа № 1. Выделение каротина из ламинария.....	7
Лабораторная работа № 2. Определение витамина С в ламинарии	7
Лабораторная работа № 3. Определение маннита в ламинарии.....	8
Лабораторная работа № 4. Получение йода из ламинарии	9
Лабораторная работа № 5. Набухание морских водорослей в воде.....	9
Лабораторная работа № 6. Вязкость растворов.....	11
6.1. Вязкость разбавленных растворов морских водорослей.....	11
6.2. Вязкость концентрированных растворов агара	12
3. Библиографический список.....	14

1. Общие положения

Лабораторная работа – это вид учебной работы студента с элементами самостоятельного научного исследования. Она нацелена на формирование умения искать и осмысливать нужную информацию, выходящую за рамки списка обязательной литературы, а также грамотно и четко излагать полученные результаты. Лабораторная работа выполняется в течение всего семестра. В ходе выполнения курсовой работы студенты приобретают навыки проведения эксперимента, решают проблемы, неизбежно возникающие в процессе реализации лабораторной работы. Работа «Применение полимеров в биотехнологии и биоинжиниринге» проводится в течение семестра. Это самостоятельная учебная работа студентов, которая способствует приобретению и закреплению студентами следующих профессиональных компетенций:

1) умение анализировать соответствие качества выпускаемых полимерных материалов требованиям стандартов;

2) умение анализировать причины возникновения и способы уменьшения отходов производства полимерных материалов и подготавливать предложения по улучшению качества продукции.

2. Введение

Полисахариды – природные полимерные высокомолекулярные углеводы, в состав которых входят различные моносахариды (монозы): глюкоза, фруктоза, галактоза и др. Полисахариды чаще встречаются в виде клетчатки, пектиновых веществ, крахмала, слизи, камеди.

Количество разнообразных полисахаридов (ПС) чрезвычайно велико. В составе различных ПС обнаружено более 20 моносахаридов моносахаридов. Наиболее распространены: гексозы – глюкоза, галактоза, манноза, фруктоза; пентозы – ксилоза, арабиноза; аминсахара – глюкозамин, галактозамин; уроновые кислоты – галактуроновая, глюкуроновая, маннуроновая.

Полисахариды в виде клетчатки, крахмала, пектинов преобладают в овощах, фруктах, зерне, муке, хлебе и составляют углеводную основу пищи и кормов. Потребность в этих продуктах огромная. Зерно на 50 % состоит из клетчатки. На переработке клетчатки основаны текстильная и бумажная промышленности. Микробиологическим путем из целлюлозы получают спирты, кислоты, сахара. В медицине используются обволакивающие свойства крахмала, камедей и слизей морских водорослей.

Слизь образуется в результате перерождения живых клеток и тканей, т. е. естественного биологического процесса. Максимальное накопление слизи в подземных частях растений приходится на фазу осеннего увядания, в семенах – на период их созревания. Образованию слизи способствуют: тепло, влага, световая энергия. Сначала в «лаборатории хлорофилла» с помощью светового 8 луча, воды и углекислого газа синтезируются различные простые углеводы, которые впоследствии превращаются в слизи и камеди. Слизь как полисахариды служат для растений резервуаром воды, защитным биокolloидом.

Способы получения. Извлекают слизь из сырья путем растворения в воде. Это основной аптечный способ получения содержащих слизь лекарственных форм.

Физические свойства. Слизь обычно бывает в виде водных, вязких и клейких коллоидных растворов. Они бесцветные или желтоватые, без запаха, слизистого, иногда сладковатого вкуса.

Химические свойства. Полисахариды построены по типу длинной цепи взаимосвязанных моносахаридов (глюкоза, галактоза, ксилоза и др.). В составе слизи, кроме моносахаридов, содержатся остатки урновых кислот и их кальциевые, калиевые, магниевые соли.

Заготовка. Богаты слизью корни алтея, листья подорожника, клубни сапепа, семена льна, слоевища морской капусты ламинарии. Слизь легко ослизняется в воде, поэтому сырье следует собирать в сухую погоду. При необходимости его быстро моют в холодной проточной воде.

Сушка. Сушат тонким слоем при хорошей вентиляции и частом перемешивании. Оптимальная температура сушки 50 – 60 °С.

Хранение. В сухом месте. При увлажнении сырье отсыревает, плесневеет, прокисает, темнеет, поражается микроорганизмами.

Применение. Обволакивающее, смягчительное, противовоспалительное,

ранозаживляющее действие. Применяются при болезнях носоглотки, бронхитах, заболеваниях кишечника. Установлено, что некоторые полисахариды повышают иммунитет, обладают крововосстанавливающим свойством. Чаще их назначают в сочетании с другими лекарственными средствами. Водорастворимые полимеры в медицине обычно применяются в качестве эмульгаторов. Повышается интерес к высокомолекулярным углеводам. Открыты новые биологически активные полисахаридно-белковые комплексы с молекулярной массой до 3 млн противопухолевого, противовоспалительного, противовирусного действия.

Важнейшим разделом полисахаридов являются морские водоросли. Морские водоросли имеют важное хозяйственное значение и используются как источники продуктов питания, биологически активных веществ и материалов медико-биологического назначения. Они также широко применяются в биотехнологии. Источники этих полимеров – бурые и красные водоросли, в меньшей степени – морские травы. Основные полисахариды бурых водорослей – природные полимеры, относящиеся к группе полиуронидов, их макромолекулярные цепи построены из циклических сахаридных звеньев карбоксилсодержащих уроновых кислот.

Важнейшими соединениями последней группы являются альгиновые кислоты. Полисахариды большинства красных водорослей – сульфатированные галактаны, состоящие из циклических сахаридных звеньев с сульфатными группами. К сульфатированным галактанам относятся агар и каррагинаны.

Водоросли – обширная группа разнородных в систематическом отношении организмов (как прокариот, так и эукариот), поэтому водоросли представляют собой группу скорее экологическую, объединенную водным образом жизни. Общим для всех водорослей является также наличие хлорофилла и обусловленное этим автотрофное питание – способность синтезировать на свету органические вещества из неорганических. У многих водорослей зеленая окраска хлорофилла замаскирована другими пигментами. Это преимущественно обитатели водной среды, но многие поселяются на стволах деревьев, в почве и на ее поверхности, а также в других наземных биотопах, хотя процесс размножения их непосредственно зависит от капельно-жидкой среды. Клетки водорослей покрыты твердыми двойными оболочками. Во взрослых клетках цитоплазма расположена периферически, а центр занят вакуолью с клеточным соком. В клетке содержатся фотосинтезирующие хлорофиллы, также могут содержаться другие пигменты, формирующиеся в хроматофорах, эндоплазматический ретикулум, митохондрии, пиреноиды (тельца белковой природы, принимающие участие в процессе образования крахмала).

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1 Выделение каротина из ламинарии

Цель: доказать наличие каротина в ламинарии.

Реактивы и химическая посуда:

1. Морская капуста (ламинария).
2. Этиловый спирт.
3. Сосуд с пробкой.
4. Полоска фильтровальной бумаги.
5. Стеклоочиститель Шотта.
6. Ступка с пестиком.

Методика проведения эксперимента:

Морскую капусту измельчают, свежемолотую морскую капусту (ламинарию) заливают этиловым спиртом, плотно закрывают сосуд и оставляют на сутки. Спиртовую вытяжку, полученную фильтрованием раствора на стеклянном фильтре Шотта, проверяют на содержание в ламинарии каротина.

С этой целью в готовую спиртовую вытяжку из водорослей опускают полоску фильтровальной бумаги, следят за изменением окраски.

Наличие каротина в ламинарии определяют по изменению цвета полоски.

Вывод:

Лабораторная работа № 2 Определение витамина С в ламинарии

Цель: доказать наличие витамина С в морской водоросли ламинарии.

Реактивы и химическая посуда:

1. Морская капуста (ламинария).
2. Кварцевый песок.
3. 2 % раствор соляной кислоты.
4. Раствор перманганата калия.
5. Ступка с пестиком.
6. Химические стаканы.
7. Бумажные фильтры.
8. Мерные цилиндры.
9. Стеклоочиститель Шотта.

Методика проведения эксперимента:

Измельчают свежую или высушенную водорослевую массу (1 – 2 г), растирают ее пестиком с кварцевым песком в ступке, постепенно добавляют 10 мл

2 % раствора соляной кислоты. Полученную смесь фильтруют на фильтре Шотта. Разбавленный фильтрат добавляют при взбалтывании к 5 мл раствора перманганата калия (K_2MnO_4). Далее происходит изменение окраски раствора, что указывает на наличие или отсутствие витамина С в составе морской капусты.

Вывод:

Лабораторная работа № 3 Определение маннита в ламинарии

Цель: доказать наличие маннита в ламинарии.

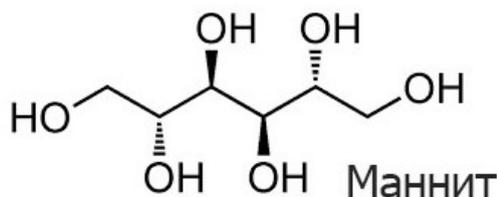
Реактивы и химические приборы:

1. Морская капуста (ламинария).
2. Борная кислота.
3. Метилоранж (кристаллы).
4. Дистиллированная вода.
5. Химические стаканы.

Методика проведения эксперимента:

Сухую водоросль промывают и нарезают на мелкие кусочки. На свежий срез насыпают мелкие кристаллики борной кислоты и добавляют кристаллик метилоранжа; следят за появлением на срезе водоросли окрашивания.

Изменение цвета на срезе окрашивания указывает на наличие или отсутствие в соке морской водоросли ламинарии шестиатомного спирта маннита ($C_6H_{14}O_6$).



Вывод:

Лабораторная работа № 4

Получение йода из ламинарии

Цель: доказать наличие йода в ламинарии.

Реактивы и химическая посуда:

1. Морская капуста (ламинария).
2. Колба плоскодонная.
3. Электрическая плитка.
4. Ступка с пестиком.
5. Стаканы.
6. Воронки.
7. Фильтр.
8. Чашка для выпаривания.
9. Тигель с крышкой.
10. 10 % раствор серной кислоты.
11. Кристаллы MnO_2 .

Методика проведения эксперимента:

Измельчают свежую или высушенную водорослевую массу (1 – 2 г), растирают ее пестиком с кварцевым песком в ступке; насыпают в колбу 10 г толченых листьев морской капусты и нагревают колбу на плитке. Вскоре появится белый дым (эксперимент необходимо проводить под тягой). Эту операцию повторяют 2 – 3 раза с новыми порциями морской капусты. В колбе остается необходимое обуглившееся вещество. Наливают в стакан 70 мл дистиллированной воды, добавляют обуглившееся вещество, размешивают; фильтруют полученный раствор и выпаривают в фарфоровой чашке; раствор буроватого цвета фильтруют. На дне остаются соли йода, которые помещают в тигель с крышечкой; осторожно добавляют раствор, приготовленный из нескольких кристалликов MnO_2 , помещенных в 10 % серную кислоту. Тигель закрывают крышкой; снимают крышку при появлении на стенках тигля фиолетовых кристаллов йода.

Лабораторная работа № 5

Набухание морских водорослей в воде

Цель: получить зависимость степени набухания морских водорослей от времени набухания при различных концентрациях раствора.

Реактивы и химическая посуда:

1. Термостат.
2. Водяная баня.
3. Термометр.

4. Электронные весы.
5. Дистиллированная вода.
6. Электрическая мешалка.
7. Химические стаканы.
8. Мерные цилиндры.

Ход работы:

Для исследования кинетики набухания агара получают студни при следующих концентрациях: 1,0; 2,0; 2,5; 3,0 масс.% полимера. Для образования студней необходимо провести полное растворение агара при температуре 90 °С на водяной бане при постоянном перемешивании. При охлаждении полученного раствора при 25 °С в течение 60 минут происходит застудневание раствора. Из образовавшихся студней вырезают образцы прямоугольной формы, одинаковые по толщине. Образцы взвешивают через определенные интервалы времени. Количественной характеристикой набухания полимера является степень набухания. Степень набухания определяют весовым методом.

Далее необходимо построить зависимости степени набухания (a) образцов полимера от времени для различных концентраций агара.

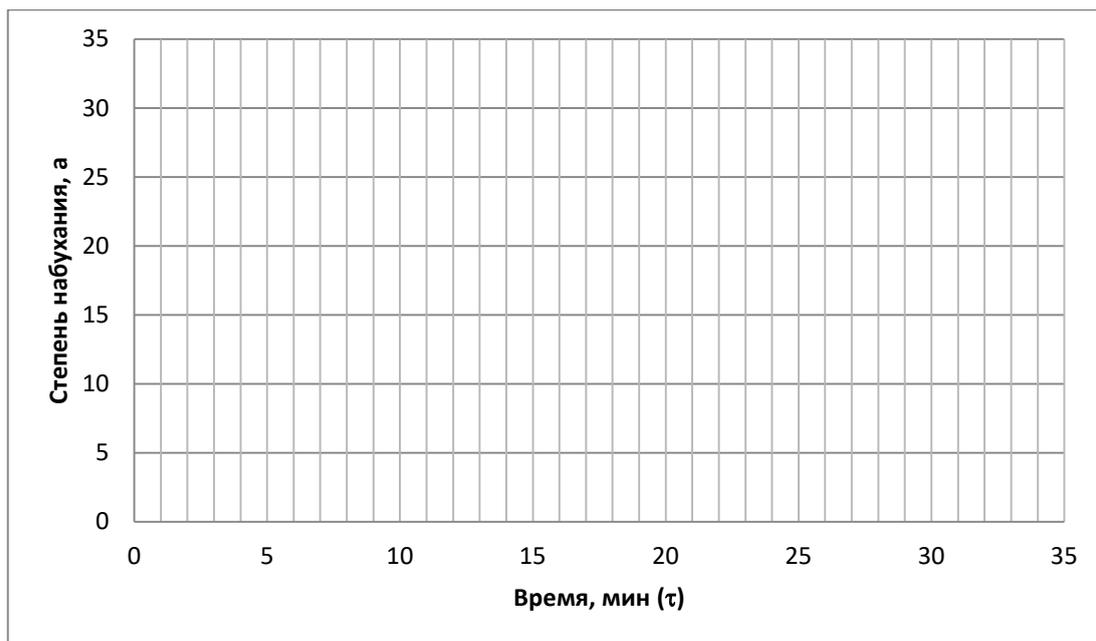


Рис.1. Зависимость степени набухания агара в воде (a) от времени набухания (τ)

Вывод:

- 1.
- 2.
- 3.

Лабораторная работа № 6

Вязкость растворов

6.1. Вязкость разбавленных растворов морских водорослей

Цель: найти вязкостные числа для разбавленных растворов морских водорослей.

Реактивы и химическая посуда:

1. Термостат.
2. Водяная баня.
3. Термометр.
4. Электронные весы.
5. Секундомер.
6. Дистиллированная вода.
8. Стекланный вискозиметр.
9. Химические стаканы.
10. Мерные цилиндры.

Ход работы:

Готовят растворы водорослей заданных концентраций. В стекланный вискозиметр, помещенный в термостат, с установленной температурой 25 °С наливают растворитель и записывают время истечения чистого растворителя (воды) от метки до метки; проводят три параллельных измерения, записывают среднее значение. Таким же образом получают время истечения приготовленных растворов агара в воде. Рассчитывают все вязкостные числа: относительную, удельную, приведенную вязкости.

Относительная вязкость рассчитывается по формуле:

$$\eta_{\text{отн}} = \eta_{\text{раств}} / \eta_{\text{р-ля}}$$

Удельная вязкость рассчитывается по формуле:

$$\eta_{\text{уд}} = \eta_{\text{отн}} - 1.$$

Приведенная вязкость рассчитывается по формуле:

$$[\eta_{\text{прив}}] = \eta_{\text{уд}} / C_{\text{р-ра}}$$

Необходимо построить зависимость приведенной вязкости от температуры при различных концентрациях раствора.

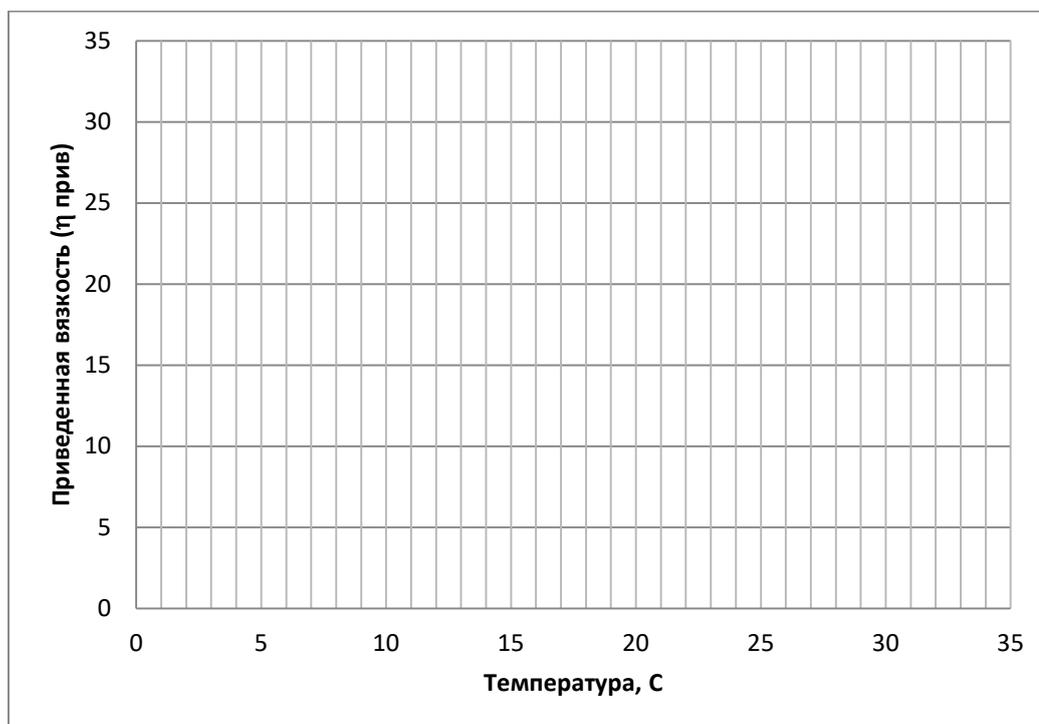


Рис. 2. Зависимость приведенной вязкости ($\eta_{\text{прив}}$) от температуры набухания

Вывод:

- 1.
- 2.
- 3.

6.2. Вязкость концентрированных растворов агара

Цель: определить вязкость концентрированных растворов агара.

Реактивы и химическая посуда:

1. Термометр.
2. Электронные весы.
3. Секундомер.
4. Дистиллированная вода.
6. Вискозиметр для вязких растворов ВЗ-246.
7. Химические стаканы.
8. Мерные цилиндры.

Ход работы:

Вязкость концентрированных растворов определяют на вискозиметре ВЗ-246. Сущность метода заключается в растворении навески агара в

дистиллированной воде на водяной бане в течение 50 минут при 90 °С до полного растворения агара. Вязкость полученного раствора агара измеряют через вискозиметр для вязких растворов ВЗ-246 при заданных температурах. Измерения протекания жидкости через сопла с различными диаметрами отверстий получают из трех параллельных опытов при заданных температурах и концентрациях.

Построить зависимость вязкости раствора агара в интервале 25 – 45 °С при заданных концентрациях, обеспечивающей устойчивое гелеобразование.

Вывод:

- 1.
- 2.
- 3.

3. Библиографический список

1. Armisen, R. Agar. In: Hand book of hydrocolloids / ed. O. G. Phillips, P. A. Williams / R. Armisen, F. Galatas. – Oxford: Woodhead Publ., 2009. – P. 82 – 107.
2. Подкорытова А. В. Водоросли и морские травы морей России: состояние и перспективы // Рыбная промышленность. – 2004. – №2. – С. 40 – 43.
3. Подкорытова А. В. Морские водоросли-макрофиты и травы. – М.: ВНИРО, 2005. – 175 с.
4. ГОСТ 16280-2002. Агар пищевой. Термины и определения: утвержден и введен в действие Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 30.05.02 N21: дата введения 2004-01-01.
5. Осовская И. И., Приходько А. А. Морские водоросли. Применение в биотехнологии: учебное пособие: ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2020. – 78 с.
6. Lapasin R. Rheology of Industrial Polysaccharides Theory and Applications. – Springer Verlag, 2013. – 632 p.
7. Шипунов Б. П., Маркин В. И., Коптев В. И. Особенности реологии растворов агар-агара // Химия растительного сырья. – 2018. – № 1. – С. 53 – 60.