

Удмуртская Республика  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Июльская средняя общеобразовательная школа  
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
Районный центр детского творчества Воткинского района  
Объединение «Цифровая химическая лаборатория»

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды  
имени Б.В. Всесвятского (с международным участием)  
«Юные исследователи»

Номинация «Человек и его здоровье»

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

**Сравнительная оценка содержания пигментов  
в биологически активных добавках, содержащих водоросли**

Автор: Перминова Мария Дмитриевна,  
учащаяся 8 класса МБОУ Июльская  
СОШ, обучающаяся МБУ ДО РЦДТ  
Воткинского района

Научный руководитель: Загребина  
Анастасия Павловна, учитель химии  
МБОУ Июльской СОШ, педагог  
дополнительного образования  
МБУ ДО РЦДТ Воткинского района

Село Июльское, 2023 год

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. . . . .	5
2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ . . . . .	9
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. . . . .	12
ВЫВОДЫ. . . . .	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ. . . . .	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	17
ПРИЛОЖЕНИЕ . . . . .	19

## ВВЕДЕНИЕ

Поиск рациональных путей использования лекарственных растений и лекарственного растительного сырья (ЛРС) в соответствии с принципами доказательной медицины стал основной задачей стратегии развития фармацевтической отрасли РФ. Это связано с тем, что препараты растительного происхождения, как правило, не уступают препаратам, полученным синтетическим путем, а благодаря сбалансированному комплексу биологически активных веществ они воздействуют на организм человека, проявляя при этом минимум возможных побочных эффектов.

Одним из перспективных растительных источников получения препаратов на основе водорослей. Исследования ученых показывают, что биомасса спирулины пищевой обладает уникальным биохимическим составом, содержит широкий набор биологически активных веществ: макро- и микроэлементы, витамины, функциональные пигменты (хлорофилл и каротиноиды), а также углеводы и низкомолекулярные белки.

**Актуальность:** на прилавках аптек и магазинов здорового питания можно увидеть яркие упаковки с витаминами и биологически активными добавками (далее по тексту - БАД). Среди них можно увидеть и пищевые добавки, содержащие водоросли, такие как спирулина (*Spirulina platensis*), а также чуть менее представленная на рынке – хлорелла (*Chlorella vulgaris*).

Их состав позволяет сказать о пользе препаратов, на основе водорослей как антиоксидантах. Применение водорослей в питании меня очень заинтересовало, так как цена разных производителей этой микроводоросли отличается. Чем же отличается спирулина разных производителей и в чем ее отличие по составу от хлореллы?

**Новизна** нашей работы заключается в том, что мы проводим сравнительное определение содержания каротиноидов и хлорофилла в составе популярных БАДов, представленных широко в продаже и содержащих пищевую спирулину и хлореллу.

**Цель:** провести сравнительную оценку содержания функциональных пигментов в БАДах, содержащих водоросли.

### **Задачи:**

1. Сравнить цвет полученных вытяжек БАДов на основе спирулины и хлореллы.
2. Провести разделение пигментов в полученных вытяжках спирулины и хлореллы.
3. Сравнить содержание пигментов в БАДах спирулины и хлореллы.
4. Определить БАД на основе водорослей с лучшим составом по соотношению содержащихся в нем пигментов.

**Объект исследования:** БАДы, содержащие пищевую спирулину и хлореллу разных производителей.

**Предмет исследования:** содержание пигментов (каротиноидов и хлорофилла) в исследуемых БАД.

**Методы исследования:** бумажная хроматография, физико-химический метод разделения пигментов.

**Время и место исследования:** март 2024, с. Июльское, Воткинского района, Удмуртской Республики.

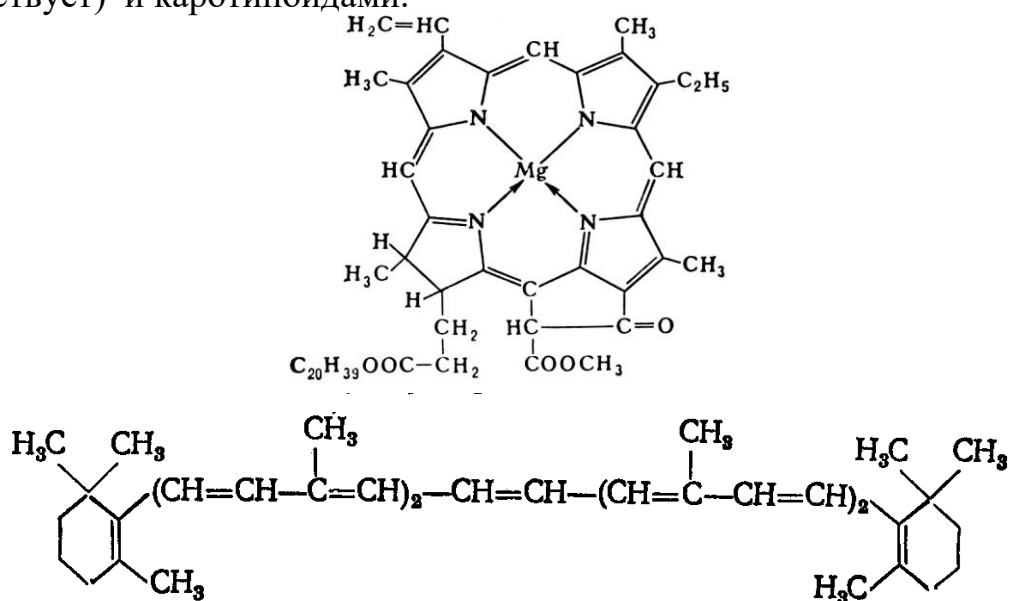
# 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Известен многолетний научный и практический интерес к исследованию спирулины как источника высококачественной пищи, кормов, биологически активных веществ, а также как сырья для фармацевтических и косметических целей. Изучение питательной ценности биомассы спирулины, проводившееся во многих странах, показало ее полезность и целесообразность использования в рационах детского и диетического и спортивного питания. [5]

Спирулина (*Spirulina platensis*) принадлежит к сине-зеленым трихомным водорослям (цианобактериям). В естественных условиях растет в водоемах с большим содержанием солей и достаточно высоким значением pH (9,0-10,0), то есть в водах, имеющих щелочную реакцию. В биомассе спирулины 65% белка, 10% липидов, 13% углеводов, 4% нуклеиновых кислот, 8% зольных элементов. Первый по своему качеству близок к казеину молока и включает все незаменимые аминокислоты, необходимые для роста, развития и поддержания нормального физиологического состояния человека. Спирулина содержит практически все водо- и жирорастворимые витамины: В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), В3 (пантотеновая кислота), В6 (пиридоксин), Вс (фолиевая кислота), С (аскорбиновая кислота), Е (токоферол), Н (биотин), РР (никотиновая кислота), инозит. Также имеет большое количество каротиноидов (до 0,4% сухой биомассы), превращающихся в витамин А. [4]

В биомассе данной водоросли - 20 минеральных элементов, необходимых человеку, в том числе кальций, железо, магний, медь, йод и селен, в основном в форме органических соединений. [11] Полисахариды, выделенные из клеток спирулины, содержат рамнозу, фруктозу, галактозу, ксилозу, маннозу, глюкуроновую и галактуроновую кислоты. [7]

Пигментный состав водоросли представлен хлорофиллом α (хлорофилл b отсутствует) и каротиноидами.



Химические формулы хлорофилла α  
β- каротина [10]

Кроме  $\beta$ -каротина, в биомассе идентифицируют уникальные кетокаротиноиды эхиненон и гидроксизехиненон, характерные для животных организмов. Клетки спирулины содержат большое количество пигментов фикобилинов, в основном это фикоцианин. По антиоксидантной активности фикоцианин в 20 раз превосходит аскорбиновую кислоту [9, 131].

Считают, что спирулина - это профилактическое и лечебное средство при атеросклерозе, миокардиосклерозе, болезни желудочно-кишечного тракта (гепатите, циррозе печени, панкреатите, язве желудка и 12-перстной кишки), диабете, глазных болезнях (катаракте у пожилых людей, глаукоме), анемии, облысении, вызванном нарушением кровообращения, в качестве энтеросорбента токсикантов, в гериатрии. Особенно важно ее положительное действие при иммунных заболеваниях.

Важный аспект исследований - доказательство того, что при приеме спирулины с пищей фикоцианин способен преодолевать гематоэнцефалический барьер, являясь селективным ингибитором циклооксигеназы-2. Полагают, что гепатопротекторное, противовоспалительное и антиартритное действия фикоцианина хотя бы частично обусловлены его способностью ингибировать циклооксигеназу, перекисное окисление липидов и нейтрализовать свободнорадикальные состояния.

Из спирулины выделен сульфополисахарид - кальций-спирулан, обладающий антивирусной активностью против герпеса, цитомегаловируса, кори, свинки, гриппа А. [12]

Российские ученые из разных регионов проводят исследования действия спирулины на организм человека и животных. Самарскими исследователями была проведена работа, доказавшая выраженное действие биомассы спирулины как гепатопротектора.[3]

В Самарском медицинском университете разработан спрей, на основе спирулины и чистотела, для лечения экологически обусловленных дерматитов. Ученые утверждают в работе, что Ценными источниками биологически активных соединений с широким спектром фармакологического действия являются биомасса сине-зеленой микроводоросли спирулина (*Spirulina platensis*) и трава чистотела большого (*Chelidonium majus*). Уникальное сочетание биологически активных соединений (фикоцианин, хлорофилл, каротиноиды, низкомолекулярные белки, аминокислоты, витамины группы В, С, Е, полиненасыщенные жирные кислоты) в биомассе спирулины обеспечивает противовоспалительные и антиоксидантные свойства, ускоряет заживление, регенерацию и эпителизацию тканей. [6]

В работе ученых из г. Севастополя утверждается, что что при ежедневном употреблении 1 г сухой спирулины в течение 12 мес. у больных раком гортани наблюдалась 45 % регрессия опухоли. Высокий терапевтический эффект, вероятно, связан с наличием таких соединений, как фикобилипротеины и каротиноиды.[8]

По данным японских исследователей, из 55 видов природных каротиноидов миксоксантофилл и осцилоксантин входят в лидирующую

группу каротиноидов с высокой цитотоксичностью по отношению к клеткам Raji. [6]

В статье ученых МГУ им. Ломоносова г. Москвы отмечается, что спирулину выращивают в открытых и закрытых фотокультиваторах. Существуют проекты по выращиванию спирулины в гигантских фермах на побережье морей и океанов, где в качестве энергоисточника для обслуживания плантации служат различные возобновляемые источники энергии (солнечные пруды, солнечные коллекторы и др.). В последние годы, например, предложено выращивать адаптированную к морской воде спирулину в интразональных биомах литоралей – мангровых лесах, формирующихся в приливно-отливной полосе морей и океанов. В этом случае спирулина выступает первым звеном трофических цепей в технологиях аква- и марикультуры по выращиванию креветок, моллюсков, сардин, тилапии и других видов промысловых рыб. [7]

Ученые Федерального исследовательского центра "ИБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН" г. Севастополя приводят факты, что на биохимический состав микроводорослей и цианобактерий, выращиваемых в открытых водоемах, значительное влияние оказывают климатические условия, а при культивировании в фотобиореакторах закрытого типа – характеризующие их работу параметры: освещенность, концентрация биогенов, условия перемешивания и др. Биологическая ценность микроводорослей и продуктов из них определяется составом и сбалансированностью биологически активных веществ, входящих в их состав. Для использования биомассы в фармацевтической, пищевой промышленности и в животноводстве необходимо, чтобы клетки микроводорослей содержали ценные вещества (протеины, полисахариды, липиды, пигменты) в необходимых количествах. [6]

В лаборатории возобновляемых источников энергии МГУ им. М.В. Ломоносова была разработана технология крупномасштабного выращивания микроводоросли спирулины. Опыты показали, что в умеренном климатическом поясе спирулину можно выращивать в теплицах в течение всего года при незначительных затратах низкопотенциального тепла (подогрев грунта) с продуктивностью 7–12 г сухой биомассы с 1 м<sup>2</sup>/сутки. В субтропических и полупустынных зонах в течение 6–7 месяцев ее можно выращивать на открытом воздухе, а в зимние месяцы – переходить на выращивание в условиях теплиц. [7]

Стоит отметить, что одним из «конкурентов» спирулины является хлорелла, также представленная широко на прилавках аптек и магазинов здорового питания.

Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) - одноклеточные зеленые водоросли. Используются в биотехнологии для получения белка и витаминов. При употреблении в виде таблеток или суспензии увеличивается синтез интерферона, происходит очистка крови, печени, почек, желудочно-кишечного тракта от токсинов и тяжелых металлов, возрастает снабжение кислородом клеток тела и мозга, улучшается пищеварение, нормализуется рост организма,

стимулируется восстановление тканей, рН сдвигается в щелочное состояние, нормализуется сердечно-сосудистая деятельность, а в кишечнике более интенсивно развивается полезная микрофлора. Применение хлореллы рекомендуется при усталости, нарушениях сердечно-сосудистой деятельности и давления, высоком содержании холестерина, проблемах с пищеварением, тучности, головной боли, инфекциях, дерматитах, токсикозах, нарушениях зрения, аллергиях и как общеукрепляющее средство, повышающее иммунный статус организма. Она широко используется в качестве БАДов, в китайской медицине, а также в роли пищевых добавок в США, Японии, Китае, Тайване и других странах, где ее называют «зеленой пищей». [12]

Изучению спирулины посвящены многие работы ученых. Она стала прекрасным продуктом, который является кладезем полезных веществ, как для человека, так и для животных. Области применения этой сине-зеленой водоросли в медицине очень разнообразны. Широкий спектр ее применения обусловлен ее составом. На содержание в спирулине биологически активных соединений влияют способы ее культивирования и действие окружающей среды.

Стоит отметить, что нам не встретились работы ученых по сравнению качества производимых БАДов из нее. Нет работ и по сравнению БАД на основе спирулины с БАД из других водорослей. Считаем, что изучение этого аспекта будет перспективным и значимым для широкого круга лиц.

## 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования стали четыре БАДа, содержащие спирулину и один БАД на основе хлореллы (рис.1):

1. Спирулина, NOW International (США),
2. Спирулина, ООО «Квадрат – С» (Кировская обл., Россия),
3. Спирулина, ООО «Биотела» (г. Липецк, Россия),
4. Спирулина, ООО НПО «Компас здоровья» (г. Новосибирск, Россия),
5. Хлорелла, ООО НПО «Компас здоровья» (г. Новосибирск, Россия).

Данные препараты приобретались в розничных сетях аптек г. Ижевска, Удмуртской Республики, стоимость препаратов разная, они представлены широко и в Интернет-магазинах (Приложение 1, Таблица 1).



Рис. 1. Исследуемые БАДы

Внешний вид всех препаратов на основе спирулины одинаков и представлен в виде таблетированной формы с темно-зеленым цветом, а хлорелла светло зеленого цвета. Масса всех таблеток 500 мг (Рис.2).

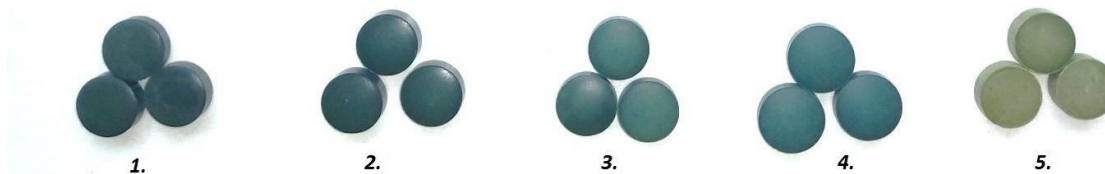


Рис. 2 Внешний вид БАДов : 1- Спирулина, NOW International , 2- Спирулина, ООО «Квадрат –С», 3 – Спирулина, ООО «Биотела», 4- Спирулина, ООО НПО «Компас здоровья», 5- Хлорелла, ООО НПО «Компас здоровья»

### Получение спиртовой вытяжки

Процедура извлечения пигментов фотосинтетического аппарата состоит в

механическом разрушении клеточных структур (гомогенизация тканей растений), например, путем растирания их с кварцевым песком и использования органических растворителей (спирт этиловый или ацетон)



*Рис. 3. Подготовка растворов*

### **Получение спиртовой вытяжки БАД**

**Материалы и оборудование:** исследуемые БАДы на основе спирулины и хлореллы; этиловый спирт; фарфоровая ступка с пестиком; мел; фильтр, пробирки, колбы; стаканы химические; цилиндры мерные; шпатель; бумага фильтровальная.

**Ход работы:** Взяли по 1 таблетке массой 0,5г. Измельчили растительный материал, поместили в ступку и добавили туда немного мела, и 3–4 мл этанола. Растерли смесь, а смесь

поместили в воронку фильтра. Добавили туда же еще 4–5 мл растворителя (этанола). Произвели фильтрацию смеси.

### **Разделение пигментов по методу Крауса**

Метод основан на различной растворимости пигментов в органических растворителях (спирте и гексане). Сродство пигментов к полярным (ацетон, спирт) и неполярным (гексан) растворителям определяется степенью их полярности. Ксантофиллы хорошо растворимы в спирте, в то время как каротиноиды отличаются более высоким сродством к гексану.

**Материалы и оборудование** Спиртовая вытяжка пигментов из растительного материала, пробирки с пробками; штатив для пробирок; пипетки; гексан; вода дистиллированная.

**Ход работы:** В пробирку налейте 3–4 мл спиртовой вытяжки смеси пигментов, 6–8 мл гексана и 2–3 капли воды для того, чтобы спиртовая фаза не смешивалась с гексаном. Пробирку закрыли, несколько раз сильно встряхнули и дайте отстояться 2–3 мин.

### **Омыление хлорофилла щелочью и отделение каротина**

Под действием щелочи NaOH происходит омыление хлорофилла.

#### **Материалы и оборудование**

Спиртовая вытяжка пигментов из растительного материала, пробирка, содержащая пигменты, разделенные по методу; пробирки с пробками; штатив для пробирок; пипетки; гексан; NaOH (щелочь – гидроксид натрия); вода дистиллированная;

**Ход работы:** В пробирку, где проведено разделение по методу Крауса, прибавили кусочек (0,2–0,5 г) NaOH, закрыли пробирку пробкой, тщательно перемешали, после чего дали отстояться.

## **Разделение смеси пигментов с помощью бумажной хроматографии**

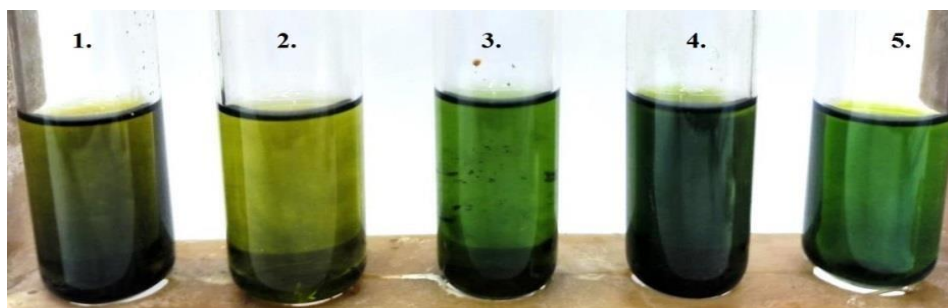
Хроматографический метод разделения растительных пигментов, заключается в том, что раствор, содержащий смесь пигментов, пропускают через слой адсорбента. Различные пигменты, обладая неодинаковой растворимостью в данном растворителе и разной адсорбируемостью, передвигаются по мере движения растворителя с различной скоростью и располагаются на адсорбенте в разных местах. Чем выше растворимость пигмента в растворителе, тем быстрее он будет передвигаться, и тем дальше от старта будет располагаться зона этого пигмента.

**Материалы и оборудование:** 1) гексан); 2) бензол; 3) полоска фильтровальной бумаги шириной 1,5-2 см и длиной 10 см; 4) Химический стакан; 5) пинцет; 6) бумажные фильтры.

**Ход работы.** В химический стакан помещаем спиртовую вытяжку, погружали в нее кончик полоски из хроматографической бумаги (10x1,5 см). Через несколько секунд, когда вытяжка поднимется по полоске бумаги на 1-1,5 см, высушивают бумагу на воздухе и снова погружают в раствор пигментов на несколько секунд. Эту операцию повторяли 5 -7 раз до тех пор, пока у верхней границы распространения пигментов на бумаге не образуется темно-зеленая полоска. После этого погружают кончик бумажной полоски в другой бюкс с чистым спиртом, чтобы все пигменты поднялись на высоту 1-1,5 см. Затем высушивают полоску до полного исчезновения запаха спирта, помещают ее в вертикальном положении в хроматографическую камеру, которая представляет собой высокий цилиндр, на дно которого налита смесь растворителей: гексан: бензол в соотношении 1:2, и плотно закрывают резиновой или стеклянной пробкой для предотвращения испарения растворителей в системе.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В спиртовой вытяжке образовались растворы разных зеленых оттенков. Даже по спиртовой вытяжке можно отличить БАДы на основе спирулины. Зеленоватый цвет образуется за счет хлорофилла. Каротиноиды придают буроватый оттенок смеси (рис.4).



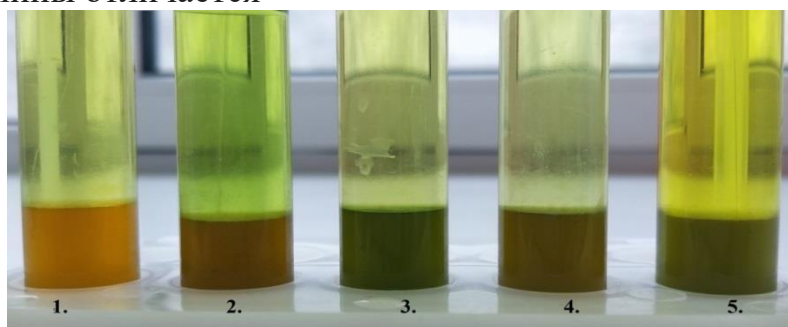
*Рис.4. Спиртовая вытяжка БАДов:*

*1- Спирулина, NOW International, 2-Спирулина, ООО «Квадрат –С», 3 – Спирулина, ООО «Биотела», 4-Спирулина, ООО НПО «Компас здоровья», 5- Хлорелла, ООО НПО «Компасздоровья»*

Самый темный раствор наблюдаем в растворе спирулины ООО «Компас здоровья» (образец 4). Необходимо разделение смеси для более точного определения содержания пигментов. Проводим дальнейшее разделение смеси для разделения пигментов.

#### **Разделение пигментов по методу Крауса**

Происходит разделение слоев: гексан, как более легкие будут вверху, а спирт – внизу (рис5). Верхний зеленый слой (гексановый) содержит оба зеленых пигмента и каротин, которые лучше растворяются в гексане, чем в разбавленном водой спирте. Нижний желтый слой (водно-спиртовой) содержит ксантофиллы. Как видно на фотографии (Рис.5) цвет разных БАДов на основе спирулины отличается



*Рис. 5. Разделение пигментов методом Крауса:*

*1- Спирулина, NOW International , 2- Спирулина, ООО «Квадрат – С», 3 – Спирулина, ООО «Биотела», 4- Спирулина, ООО НПО «Компас здоровья», 5- Хлорелла, ОООНПО «Компас здоровья»*

## Омыление хлорофилла щелочью и отделение каротина

Для удаления хлорофилла из верхнего слоя проводим омыление щелочью. Происходит омыление хлорофилла, в результате чего омыленный хлорофилл теряет способность растворяться в гексане и перемещается в нижний (водно-спиртовой) слой.

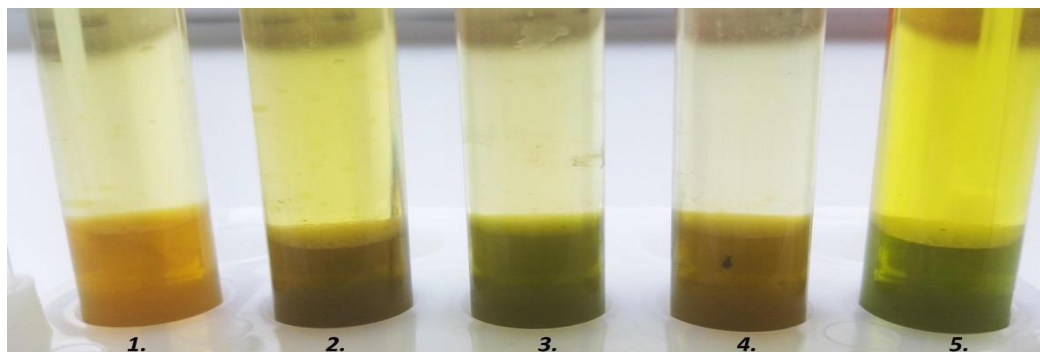


Рис. 6. Омыление хлорофилла щелочью и отделение каротина:  
 1- Спирулина, NOW International , 2- Спирулина, ООО «Квадрат –С»,  
 3 – Спирулина, ООО «Биотела», 4- Спирулина, ООО НПО «Компас здоровья»,  
 5-Хлорелла, ООО НПО «Компас здоровья»

Это достигается за счет протекающей химической реакции (рис.7).

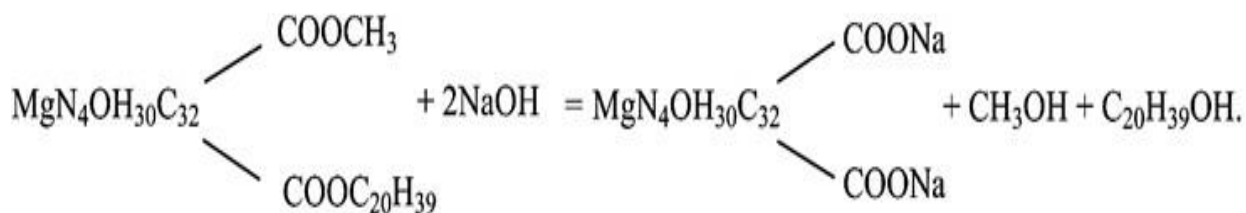
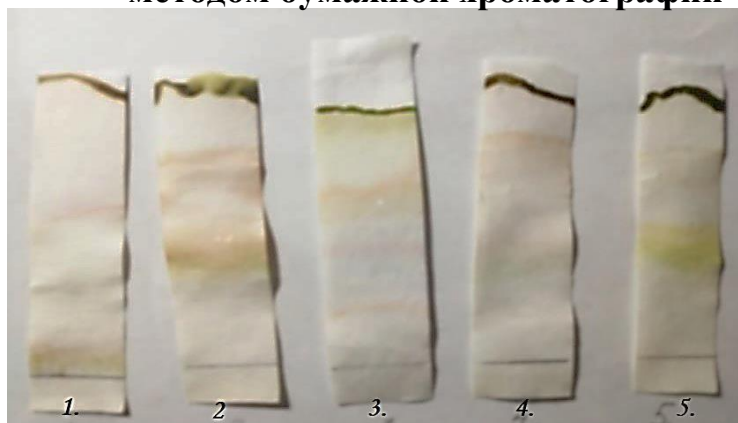


Рис.7. Химическая реакция протекающая в растворе хлорофилла с щелочью;

Как видно на рисунке 6, что спирулина производства ООО «Квадрат- С» (образец 4) содержит больше каротина, нежели другие растворы спирулины. В случае с хлореллой, затруднительно дать результат, поэтому проводим разделение спомощью бумажной хроматографии

## Качественная оценка растворов спирулины и хлореллы методом бумажной хроматографии



*Рис. 8. Хроматограмма растворов*

Как видно на рисунке 8, пигменты в растворителях передвигаются с разной скоростью. Желтоватое пятно показывает, что имеется лютеин. В растворах со спирулиной видим оранжевые и розовые слои. Думаем, что это ксантофиллы (окисленная форма каротиноидов). Нижние зеленоватые полосы – это хлорофилл, в самом верху бумаги буро-зеленые полосы, предполагаем, что это феофитин, который наблюдаем во всех образцах.

Результаты проведенного исследования можно представить в виде таблицы 1, в которой показано содержание пигментов в БАД

**Таблица 1**

Образец	БАД	Производитель	Хлорофилл	Каротиноиды, (в том числе и окисленные формы)	Цена за одну таблетку (на 25.09.23);
1.	Спирулина	NOW International (США)	+	+	12,84 р.
2.	Спирулина	ООО «Квадрат – С» (Кировская обл., Россия)	+	++	2,9 р.
3.	Спирулина	ООО «Биотела» (г. Липецк, Россия)	+	+	2,3 р.
4.	Спирулина	ООО НПО «Компас здоровья» (г. Новосибирск, Россия)	++	+	4,8 р.
5.	Хлорелла	ООО НПО «Компас здоровья» (г. Новосибирск, Россия)	++	-	6,3 р.

Хотелось обратить внимание, что хоть и хлорелла показала отсутствие каротиноидов, в ней высокое содержание хлорофилла. И БАДы с хлореллой также обладают высокими антиоксидантными свойствами.

## ВЫВОДЫ

На основе полученных результатов делаем следующие **выводы**:

1. Все растворы с вытяжками спирулины отличаются по интенсивности цвета, что может являться показателем качества БАД на основе водорослей, по интенсивности цвета лидирует БАД ОАО «Компас здоровья»).
2. Разделение пигментов в вытяжках показало, что все растворы содержат хлорофилл, а также каротины и их окисленные формы – ксантофилы (количество их отличается у производителей), феофитин.
3. Сравнение вытяжки пигментов БАД спирулины и БАД хлореллы показали, что последняя не содержит каротиноиды и отличается тем самым от спирулины.
4. Лучшим средством по содержанию хлорофилла и каротиноидов можно назвать спирулину производства «Квадрат-С и «Компас здоровья». По сравнению с БАДами на основе спирулины, БАД с хлореллой не содержит каротинов. Высокое содержание этих пигментов в растении, будет способствовать профилактике развития различных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых заболеваний, некоторых хронических заболеваний и возрастных изменений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разделение пигментов можно использовать для определения пигментов в составе растений и тем самым применить для оценки качества БАДов на основе растительного сырья. Каждый пигмент можно выделить на основе его способности растворяться в том или ином растворителе. На основе этого мы провели и бумажную хроматографию, где пигменты, связываясь с растворителем, перемещаются по бумаге. На скорость влияет и размер молекулы пигмента.

На основе полученных вытяжек можно сделать вывод о качестве сырья для БАДов на основе спирулины. Так как полученные растворы отличаются, то можно говорить о полуколичественном результате. Так как содержание пигментов и их количество влияют на цвет раствора. На качество сырья влияет не только технология производства БАД, но и условия выращивания спирулины. В дальнейшем планируется провести количественный анализ, на пигменты, используя метод фотометрии.

Отметим, что стоимость не всегда говорит о качестве продукта БАД, и складывается не только из себестоимости продукта, но и транспортных и маркетинговых надбавок. Поэтому выбирая то или иное средство, важно знать качественный и количественный состав продукта и не переплачивать за него. С развитием популярности функционального питания стоит не забывать и о противопоказаниях к применению БАДов, в том числе и на основе спирулины или хлореллы.

В ходе работы узнала много нового. Очень трудоемкий процесс изготовления растворов, требующий учитывать много нюансов. Выражаю благодарность моему научному руководителю Загребиной Анастасии Павловне за помощь в работе и возможность поработать в лаборатории кабинета химии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев Д.Ф., Камнев А.Н., Экологическая физиология водных фототрофных организмов. Полевой определитель водорослей рода *Ulva* Черного, Азовского, Каспийского морей и восточной Балтики: Учебное пособие / Под ред. проф. И.П. Ермакова. – М., Издательство «Перо», 2016 – 51 с. URL: [http://azniirkh.vniro.ru/wp-content/uploads/2017/03/Field\\_guide\\_to\\_Ulva.compressed.pdf](http://azniirkh.vniro.ru/wp-content/uploads/2017/03/Field_guide_to_Ulva.compressed.pdf) (Дата обращения 22.02.2023)
2. Водоросли: Цианобактерии, красные, зеленые и харовые водоросли: учеб. -метод. пособие / А. Г. Пауков, А. Ю. Тептина, Н. А. Кутлунина, А. С. Шахматов, Е. В. Павловский; [под общ. ред. А. Г. Паукова]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017 — 204 с.
3. Грибанова Е. А., Пурьгин П. П., Первушкин С. В., Тархова М. О., Дубищев А. В. Исследование гепатопротекторного действия биомассы спирулины и шрота косточек граната // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. №1-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-gepatoprotektornogo-deystviya-biomassy-spiruliny-i-shrota-kostochek-granata> (дата обращения: 11.09.2023).
4. Гудвилевич И.Н., Боровков А.Б. Биологическая ценность БАД на основе спирулины // Бюллетень ГНБС. 2012. №105. С28-29
5. Дробецкая И. В. Влияние условий минерального питания на рост и химический состав *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl.: Автореф. дисс. . канд. биол. наук / ИнБЮМ НАНУ. - Севастополь, 2005. - 25 с.
6. Желонкин Н. Н., Первушкин С. В.ч, Климова Л. Д., Бер О. В.а, Сохина А.А., Буданова А. С. Разработка комбинированной лекарственной формы спрея для лечения экологически обусловленных дерматитов // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. №5-2. С.579-580
7. Микроводоросль спирулина как объект биотехнологии. Т.П. Коробкова, С.В. Киселева, Н.И. Чернова, N13 (812), 1-15.07.2006 ИД «1 сентября», МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва URL: <https://bio.1sept.ru/article.php?ID=200601304> (дата обращения: 02.03.2023)
8. Нехорошев М.В., Рябушко В.И., Железнова С.Н., Геворгиз Р.Г. Культивируемые водоросли - коммерческий источник антиоксидантов // Российский биотерапевтический журнал. 2016. №1. С.74
9. Практикум по физиологии растений: учебно-методическое пособие/ В.Н. Воробьев, Ю.Ю. Невмержицкая, Л.З. Хуснетдинова, Т.П. Якушенкова. – Казань: Казанский университет, 2013 – 80 с. URL: <https://kpfu.ru/portal/docs/F1311509096/Praktikum.po.fiziologii.rastenij.pdf> (дата обращения: 02.10.2023)
10. Румянцева В.В. Перспективы использования микроводоросли *Spirulina Platensis* в технологии леденцовой карамели повышенной пищевой ценности. / Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств» № 3, 2018, С. 20.

11. Физиология растений: лабораторный практикум для студентов биологического факультета / А. П. Кудряшов [и др.]. Минск: БГУ, 2011.
12. Шалыго Николай Медицинские аспекты альгологии // Наука и инновации. 2018. №180. С.20-22 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/meditsinskie-aspekty-algologii> (дата обращения: 02.10.2023)
13. Щукина Д.А., Минибаева Д.Б., Кузнецова Л.Г. Сравнительная характеристика различных видов спирулины и их пищевая ценность // Современные проблемы науки и образования, 2018. - Т. 1. - № 2. - С. 225.
14. Яшин М.И., Панова Т.В., Андреева Е.А. Биологическая активность спирулины и ее использование в пищевой и фармацевтической промышленности // Биологические ресурсы и природопользование, 2017. - Т. 2. - С. 37-45.

**Стоимость БАДов на основе спирулины и хлореллы**  
(актуально на 25.09.2023);

№	Название БАД	Цена (руб) за упаковку	Цена за одну таблетку;	Ссылка
1	Спирулина, NOW International 500мг, 100 шт.	1284,00	12,84 р.	<a href="https://apteka.ru/product/now-spirulina-500-mg-100-sht-tabletki-massoj-500-mg-6316ecf2cf6f8972c0bbd362/">https://apteka.ru/product/now-spirulina-500-mg-100-sht-tabletki-massoj-500-mg-6316ecf2cf6f8972c0bbd362/</a>
2	Спирулина, ООО «Квадрат –С», 500 мг., 60 шт.	174,00	2,9 р.	<a href="https://apteka-april.ru/product/240011-spirulina-tabletki_500mg_60">https://apteka-april.ru/product/240011-spirulina-tabletki_500mg_60</a>
3	Спирулина, ООО «Биотела» 500 мг, 200шт.	455,00	2,3 р.	<a href="https://www.krasotkapro.ru/catalog/biodobavki/biotela_spirulina_v_tabletkakh_200kh500_mg/">https://www.krasotkapro.ru/catalog/biodobavki/biotela_spirulina_v_tabletkakh_200kh500_mg/</a>
4	Спирулина, ООО НПО «Компас здоровья», 500 мг, 150 шт.	725,00	4,8 р.	<a href="https://www.wildberries.ru/catalog/46596007/detail.aspx">https://www.wildberries.ru/catalog/46596007/detail.aspx</a>
5	Хлорелла ООО НПО «Компас здоровья», 500 мг, 150 шт.	947,00	6,3 р.	<a href="https://www.wildberries.ru/catalog/46598433/detail.aspx">https://www.wildberries.ru/catalog/46598433/detail.aspx</a>