

УДК 615.322; 582.272.46: 581.192

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ И ФИТОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

¹*Н.Ш. Кайшева, ¹М.Н. Архипова, ²А.Ш. Кайшев*

¹Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск

²Межрегиональное управление Росалкогольрегулирования по Северо-Кавказскому федеральному округу

E-mail: caisheva2010@yandex.ru

Изучены морфолого-анатомические признаки слоевищ бурых (ламинарии сахаристой, фукуса пузырчатого) и красных (анфельции складчатой) водорослей, заготовленных в прибрежной полосе Северного бассейна в заливах Уро - губа и Палкина – губа на различных глубинах от поверхности моря. Установлено соответствие фукуса и анфельции фармакопейным нормам по товароведческим показателям, предъявляемым к ламинарии, кроме повышенного содержания песка в слоевищах анфельции. По результатам качественного анализа на наличие полисахаридов, альгиновых кислот, восстанавливающих сахаров, йода, маннита, аминокислот показана идентичность водорослей между собой. Определено количественное содержание в водорослях полисахаридов, альгиновых кислот, восстанавливающих сахаров, пентозанов, йода, клетчатки, маннита, белков, липидов, агара. В сопоставлении с фукусом и анфельцией, отмечена более высокая концентрация в ламинарии: альгиновых кислот (в 1,4 и 5,75 раз), полисахаридов (в 1,3 и 1,4 раз), йода (в 4,5 и 1,8 раз), маннита (в 1,5 и 2,5 раз) (полученные данные являются статистически достоверными). Показана непригодность для переработки штормовых водорослей, как сырья низкого качества. Наибольшая концентрация активных веществ выявлена в слоевищах ламинарии, заготовленных на глубине 10 м от поверхности моря, в период с сентября по октябрь. Установлено активное накопление в водорослях натрия, калия, кальция, железа, магния, марганца, соответствующее аналогичному составу морской воды. Выведены математические уравнения регрессии между содержанием в водорослях белков и марганца, белков и железа. При надлежащих условиях сушки и хранения высокое качество сырья сохраняется в течение 3 лет. По результатам фитохимического исследования, принимая во внимание площади плантаций и возможные эксплуатационные запасы, доказана возможность и перспективность промышленной переработки фукуса пузырчатого и анфельции складчатой, наряду с ламинарией сахаристой, как растительных источников выделения полисахаридов, главным образом альгинатов.

Ключевые слова: водоросли, полисахариды, альгинаты, диагностические признаки, фитохимические показатели.

MORPHOLOGICAL ANATOMICAL AND PHITOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOME ALGAE

¹*N.S. Kaysheva, ¹M.N. Arkhipova, ²A.S. Kayshev*

¹Pyatigorsk Medical-Pharmaceutical Institute – branch of the SGEI HPT VolgSMU of Ministry of Health of Russia, Pyatigorsk

²Interregional department of Russian Alcohol Control in the Northern Caucasus Federal District
E-mail: caisheva2010@yandex.ru

Morphological and anatomical features of thalluses of brown (*Laminaria saccharina*, *Fucus vesiculosus*) and red (*Ahnfeltia plicata*) algae, procured at a coastal strip of the Northern basin in gulfs of Ura-Guba and Palkina-Guba at different depths. Compliance of *Fucus* and *Ahnfeltia* with pharmacopoeial norms and merchandising indices for *Laminaria* was established, except for high concentration of sand in *Ahnfeltia* thalluses. The identity of algae between each other was shown based on the results of qualitative analysis on polysaccharides, alginic acids, reducing sugars, iodine, mannitol, amino acids presence. Quantitative content of polysaccharides, alginic acids, reducing sugars, pentosans, iodine, cellulose, mannitol, proteins, lipids, agar was determined. In comparison with *Fucus* and *Ahnfeltia* higher concentration of the following content was noted in *Laminaria*: alginic acids (1.4 and 5.75 times higher), polysaccharides (1.3 and 1.4 times), iodine (4.5 and 1.8 times), mannitol (1.5 and 2.5 times) (data received is statistically reliable). Improperity of storm algae for processing was shown as low quality raw material. The highest concentration of active substances was revealed in *Laminaria* thalluses which were procured at the depth of 10 m in a period from September to October. Active accumulation of sodium, potassium, calcium, iron, magnesium, manganese corresponding to similar sea water composition was established in algae. Mathematical equations of regression between protein and manganese, protein and iron content in algae were deduced. Under proper conditions of drying and storage high quality of the materials can be preserved during 3 years. Based on the findings of photochemical researches, taking into account squares of plantations and possible exploitation stocks, the possibility and prospectivity of industrial processing of *Fucus vesiculosus* and *Ahnfeltia plicata* together with *Laminaria saccharina* as plant sources of polysaccharides (mainly alginates) was proved.

Keywords: algae, polysaccharides, alginates, diagnostic features, photochemical indices.

Актуальность проблемы создания лекарственных препаратов энтеросорбционного действия обусловлена сложной экологической обстановкой, вызванной широким применением атомной энергии, радиоактивных изотопов, тяжелых металлов в различных областях промышленности. Многие известные синтетические и природные антидоты, несмотря на эффективность энтеросорбционного действия по отношению к катионам тяжелых металлов, небезопасны для организма человека в связи со способностью выведения биогенных металлов [9]. К числу наиболее эффективных и безопасных антидотов относят кислые полисахариды, в том числе соли альгиновой кислоты, преимущественно накапливающиеся в бурых и красных водорослях [11]. Однако для внедрения альгинатов в фармацевтическую практику требуются систематические исследования, включая морфолого-анатомическое и фитохимическое изучение растительных источников, что обусловило цель работы.

Объектами исследования явились слоевища бурых водорослей (Phaeophytae, Algae): ламинарии сахаристой (*Laminaria saccharina* Lamour.) семейства ламинариевые (*Laminariaceae*), фукуса пузырьчатого (*Fucus vesiculosus* L.) семейства фукусовые (*Fucaceae*) и красной водоросли (*Rhodophyta*): анфельтии складчатой (*Ahnfeltia plicata* Huds.) семейства филлофоровые (*Phyllophoraceae*). Водоросли собраны в прибрежной полосе Северного бассейна с естественных зарослей на каменистых и скалистых грунтах в заливах Уро - губа и Палкина - губа (г. Мурманск) на глубинах около 0,5 м и 10 м от поверхности моря. Кроме того, заготавливали слоевища, собирая их из свежих штормовых выбросов на берегу. Собирали только крупные двулетние слоевища в период с мая по октябрь. Выбор указанных заливов обусловлен наличием в них чистых и разреженных зарослей с большой площадью плантаций (около 100 га) и эксплуатационным запасом (1-3,6 кг/м²) [8], что определило их перспективу для промышленной переработки.

Анализ водорослей проводили путем установления подлинности и изучения доброкачественности сырья.

Подлинность слоевищ водорослей определяли по морфолого-анатомическим признакам [5, 2]. Микроскопические препараты с поверхности, просветленные 5% раствором гидроксида натрия, а также поперечные и продольные срезы получали из фиксированных слоевищ водорослей стандартным способом [5]. Препараты окрашивали раствором Люголя [4]; для микрофотографий окрашивание проводили по методике Салазара [7]. Приготовленные препараты слоевищ рассматривали в хлоралгидрате в обычном свете при помощи интерференционно - поляризационного микроскопа «BIOLAM». Микрофотографирование объектов проводили на пленку «Kodak» с помощью фотонасадки МФН-11 и фотоаппарата «Зенит-122» с увеличением фотонасадки $\times 1,6$ и $\times 2,5$, объектива $\times 10$ и $\times 20$.

Товароведческие показатели цельных водорослей определяли по ГФ XI [5].

Обнаружение действующих веществ в водорослях проводили по качественным (цветным и осадительным) реакциям:

- йода – с крахмалом в присутствии сульфаминовой кислоты [5],
- полисахаридов – со спиртом 95% [5],
- восстанавливающих сахаров – с реактивом Фелинга [5],
- альгиновых кислот – с карбазолом [14],
- маннита – с сульфатом меди (II) в щелочной среде [2],
- аминокислот – с нингидрином [3],
- агара – по образованию студня при экстракции гидроксидом натрия [2].

Количественное содержание действующих веществ в водорослях после выделения фракций [10, 12] устанавливали методами:

йода - йодиметрии [2, 5],

полисахаридов – гравиметрии по массе полисахаридов, нерастворимых в спирте 95% [5],

- альгиновых кислот – алкалометрии [1, 2],
- пентозанов – гравиметрии по массе фурфурфлороглуцида [7],
- восстанавливающих сахаров – фотометрии по реакции взаимодействия с кислотой пикриновой (ФС 42-2462-87 «Ламинарид»),
- клетчатки (альгулезы) – гравиметрии по Княгиничеву [7],
- агара – гравиметрии по массе студня [2],
- маннита – фотометрии по реакции взаимодействия с сульфатом меди (II) [2],
- липидов – гравиметрии по Рушковскому [7],
- минеральных элементов – полуколичественно эмиссионным спектрографическим анализом на спектрографе СТЭ-1,
- азотистых веществ – по Къельдалю [3],
- белков – по Къельдалю [3].

Результаты количественного анализа обрабатывали статистическими методами [5] с использованием параметрического критерия Стьюдента (при $n=6$) путем определения средней арифметической величины, ее стандартной ошибки и относительной погрешности анализа. Относительная погрешность количественных определений не превышает 5%.

Исследуемые водоросли резко отличаются друг от друга следующими морфологическими признаками. Слоевища ламинарии сахаристой представляют собой плотные, кожистые морщинистые листовидные пластины длиной 20-50 см, шириной 5-40 см, без стволиков, края пластин волнистые. По обеим сторонам пластин имеются выпуклые и вогнутые вздутия или узкие гофрированные полосы. Слоевища имеют цвет от светло-оливкового до темно-оливкового, своеобразный запах, солоноватый вкус. Сухие пластины снаружи покрыты белым налетом солей.

Слоевница фукуса пузырчатого сильно разветвлены, в основном дихотомически. Стволики короткие, цилиндрические, переходят в плоские, сильно разветвленные ветви. Верхние части ветвей пластинчатые, линейные, цельнокрайные, с выпуклой, хорошо заметной срединной продольной жилкой. По обеим сторонам жилки расположены парные воздушные пузырьки округлой или овальной формы. Слоевница фукуса имеют зеленовато-коричневый цвет, солоноватый вкус, без запаха.

Слоевница анфельции складчатой имеют вид дихотомически неправильно разветвленных тонких шнуров. Слоевница очень жесткие, роговидной консистенции, коричневого цвета, слизистого вкуса, без запаха.

Определены анатомо-диагностические признаки, позволяющие установить подлинность водорослей в измельченном состоянии. В строении ламинарии сахаристой нет ясной дифференциации на ткани. При микроскопическом рассмотрении пластины ламинарии с поверхности (рис. 1) видны многоугольные, мелкие, плотно соединенные, почти квадратные клетки с толстыми стенками, образующие наружный слой слоевища, устьица отсутствуют. Сквозь клетки просвечивают многочисленные округлые слизистые вместилища. Глубже видны более крупные, рыхло расположенные, бесцветные неровные клетки промежуточного слоя.

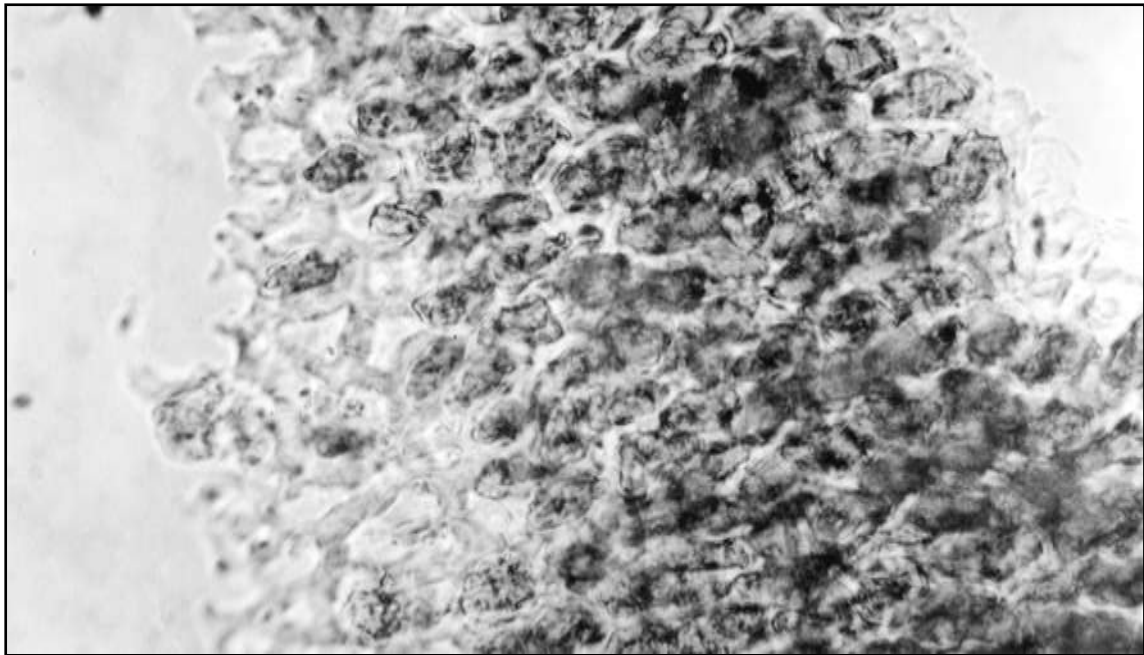


Рисунок 1 - Поверхностный препарат слоевища ламинарии сахаристой

На продольном срезе слоевища ламинарии (рис. 2) можно различить три обособленных комплекса клеток – эпидермальный слой, состоящий из окрашенных клеток, промежуточный слой из крупных бесцветных клеток и сердцевину.

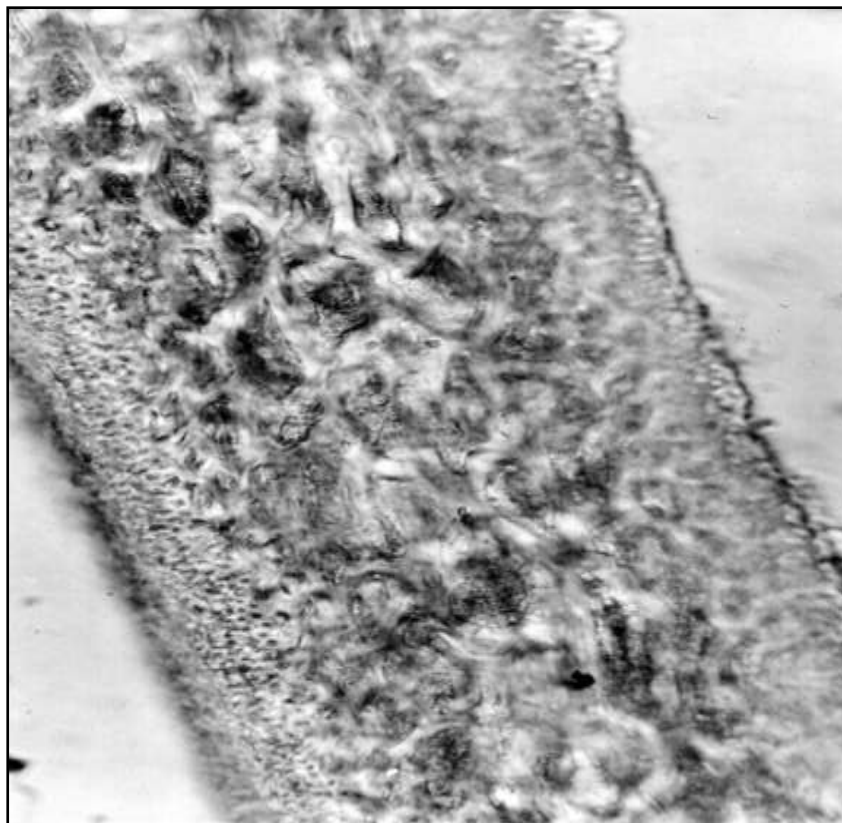


Рисунок 2 – Продольный срез слоевища ламинарии сахаристой

Сердцевина образована неплотно расположенными клеточными нитями. Более короткие нити идут поперек слоевища от клеток промежуточного слоя. Длинные трубчатые нити вытянуты вдоль продольной оси слоевища; около поперечных перегородок местами они шаровидно-вздутые. Ни кристаллов, ни волосков нет.

В эпидермальном слое и промежуточном слое (рис. 3) расположены слизистые каналы, образующие в слоевище сеть.

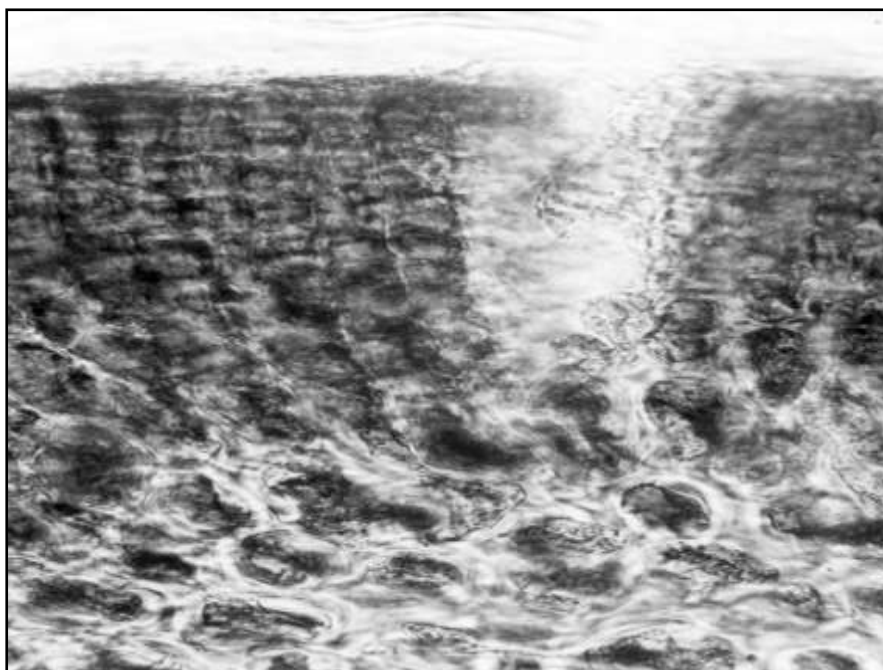


Рисунок 3 – Поперечный срез слоевища ламинарии сахаристой

При микроскопическом рассмотрении препарата с поверхности слоевищ фукуса пузырчатого (рис. 4) видны окрашенные толстостенные, округлой формы клетки поверхностного слоя.



Рисунок 4 – Поверхностный препарат слоевища фукуса пузырчатого

На поперечном срезе слоевища фукуса (рис. 5), как и у ламинарии, таллом дифференцирован на эпидермальный слой, промежуточный слой и сердцевину. Эпидермальный слой образован клетками с пигментами, промежуточный слой – бесцветными клетками. Трубоччатые нити и слизистые каналы отсутствуют.

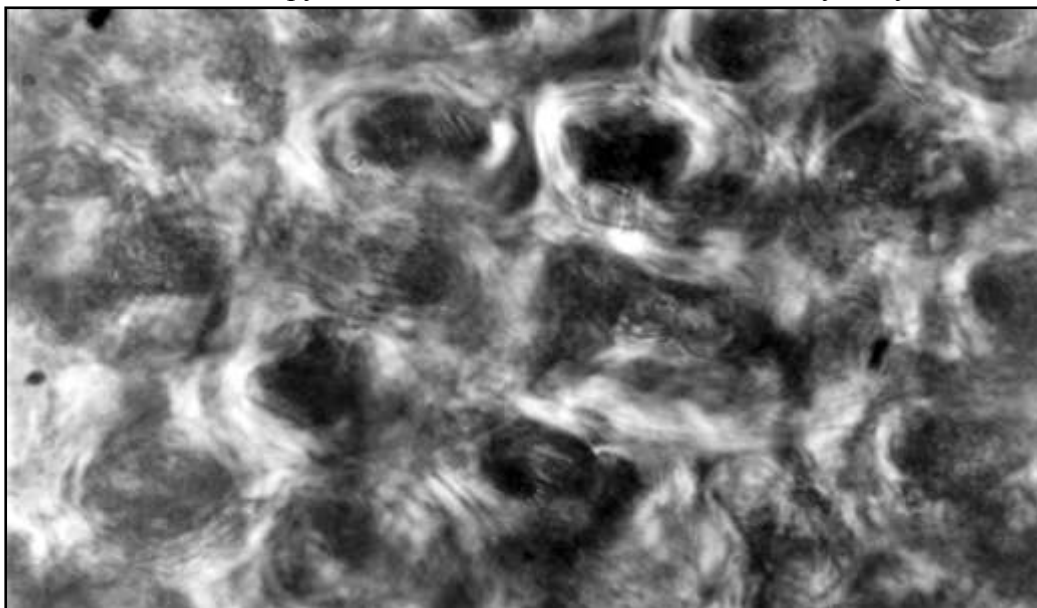


Рисунок 5 – Поперечный срез слоевища фукуса пузырчатого

Эпидермальный и промежуточный слои

Сердцевина образована рыхло расположенными короткими клеточными нитями (рис. 6).

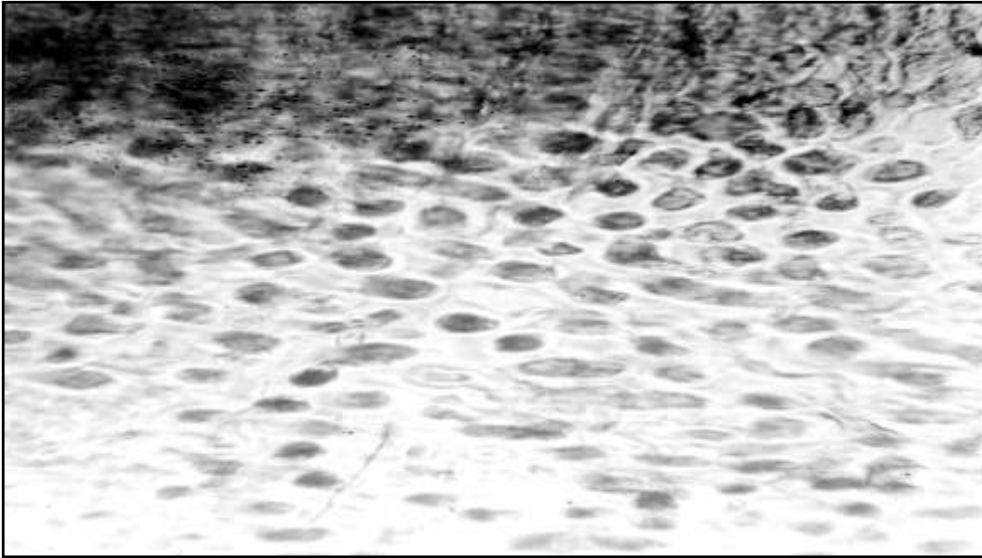


Рисунок 6 – Поперечный срез слоевища фукуса пузырчатого.

Сердцевина и промежуточный слой

При микроскопическом рассмотрении препарата с поверхности слоевищ анфельдии складчатой (рис. 7) видны нити плотного периферического слоя, которые имеют довольно толстые оболочки и погружены в студенистое вещество, играющее роль скрепляющего материала.



Рисунок 7 – Поверхностный препарат слоевища анфельдии складчатой

Слоевище анфельдии имеет паренхимный тип организации. На поперечном срезе таллома анфельдии (рис. 8) можно выделить ассимилирующий эпидермальный слой и сердцевину.

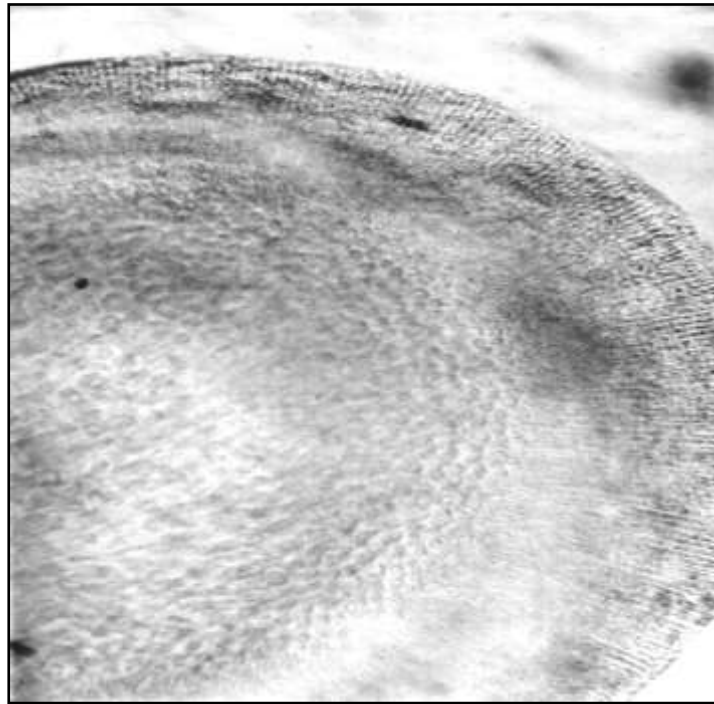


Рисунок 8 – Поперечный срез слоевища анфельции складчатой

Эпидермальный слой образован мелкими, плотно соединенными клетками, расположенными в 10-12 вертикальных рядов. Внутренняя часть слоевища сложена из крупных бесцветных клеток.

Таким образом, анатомическими признаками слоевищ, имеющими диагностическое значение, являются: длинные трубчатые нити и слизистые каналы у ламинарии (отличие от талломов фукуса), наличие дополнительного (третьего) комплекса клеток - промежуточного слоя – у ламинарии и фукуса (отличие от талломов анфельции). Эти признаки позволяют отличить друг от друга различные водоросли, если они находятся в измельченном состоянии.

В связи с тем, что из исследуемых водорослей только ламинария сахаристая является лекарственным растением, для оценки доброкачественности других водорослей, как потенциальных источников полисахаридов, использованы фармакопейные нормы, разработанные для ламинарии [5] (табл. 1).

Таблица 1 – Товароведческие показатели водорослей

Товароведческие показатели	Нормы [5]	Ламинария	Фукус	Анфельция
Влажность, %	≤ 15	9,7±0,4	13,7±0,6	12,3±0,6
Зола общая, %	≤ 40	19,0±1,5	15,1±1,2	17,1±1,5
Слоевища с пожелтевшими краями, %	≤ 10	7,2±0,3	5,8±0,3	4,5±0,2
Органические примеси	Не допустимы	-	-	-
Минеральные примеси, %	≤ 0,5	0,2±0,01	0,1±0,01	0,3±0,01
Песок, %	≤ 0,2	0,1±0,01	0,1±0,01	0,4±0,03

Цельные слоевища толщиной менее 0,03 см, %	≤ 15	6,8±0,3	-	-
--	------	---------	---	---

По нормам доброкачественности, установленным для слоевищ ламинарии, фукус и анфельция удовлетворяют требованиям ГФ XI [5], кроме показателя «Песок» для слоевищ анфельции.

Показатели качественного состава действующих веществ водорослей приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Качественный состав активных ингредиентов водорослей

Вещества	Ламинария	Фукус	Анфельция
Йод	+	+	+
		Медленное развитие окраски	
Полисахариды	+	+	+
Восстанавливающие сахара	+	+	+
Альгиновые кислоты	+	+	+
Маннит	+	+	+
Аминокислоты	+	+	+
Агар	-	-	+

Примечания: «+» - реакция положительная; «-» - реакция отрицательная.

Таким образом, водоросли примерно идентичны по качественному составу, за исключением отсутствия агара в бурых водорослях и относительно низкого содержания йода в слоевищах фукуса и анфельции.

Показатели количественного содержания действующих веществ в различных водорослях приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Количественные показатели действующих веществ водорослей

Показатели и нормы [5]	Ламинария	Фукус	Анфельция
1	2	3	4
Йод, % (≥ 0,1%)	0,36±0,02	0,08±0,01	0,20±0,01
Полисахариды, % (≥ 8%)	50,9±3,1	40,5±2,2	37,3±1,7
Альгиновые кислоты, %	29,9±1,5	21,5±1,2	5,2±0,4
Пентозаны, %	8,5±0,5	8,1±0,5	2,9±0,1
Восстанавливающие сахара, %	22,7±1,4	18,3±1,1	19,5±1,0
1	2	3	4
Клетчатка (альгулеза), %	4,9±0,3	6,4±0,4	3,4±0,2
Агар, %	-	-	25,6±1,3
Маннит, %	18,5±0,9	12,4±0,6	7,5±0,4
Азотистые вещества, %	2,0±0,1	1,8±0,2	1,6±0,1
Белки, %	12,5±0,8	11,3±0,6	10,0±0,6
Липиды, %	2,0±0,1	2,1±0,1	1,3±0,1
Макро- и микроэлементы, %:			
Натрий	3,3	2,5	2,1
Калий	3,1	2,4	2,1
Магний	0,9	0,8	0,5
Кальций	1,1	0,9	0,5

Стронций	0,07	0,05	0,03
Алюминий	0,2	0,2	0,3
Кремний	1,2	1,3	2,0
Фосфор	0,7	0,7	0,7
Свинец	0,0003	0,0002	0,0003
Медь	0,05	0,04	0,04
Серебро	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Цинк	0,0004	0,0004	0,0004
Титан	0,2	0,2	0,2
Цирконий	0,03	0,03	0,03
Хром	0,0004	0,0002	0,0002
Марганец	0,8	0,8	0,3
Железо	1,1	1,0	2,9
Кобальт	0,0004	0,0003	0,0001
Никель	0,02	0,01	0,01
Лантаноиды и актиноиды	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

По приведенным данным можно сделать следующие заключения. Наибольшее содержание альгиновых кислот, маннита, йода, белков наблюдается в слоевищах ламинарии. Показатели минерального состава свидетельствуют об активном накоплении в водорослях натрия, калия, кальция, железа, магния, марганца. Порядок изменения концентраций макро- и микроэлементов в различных водорослях примерно идентичен:

– в слоевищах ламинарии:

Na>K>Si>Ca=Fe>Mn>P>Al=Ti>Sr>Cu>Zr>Ni>Co=Cr;

– в слоевищах фукуса:

Na>K>Si>Fe>Ca>Mg=Mn>P>Al=Ti>Sr>Cu>Zr>Ni>Co>Cr;

– в слоевищах анфельдии:

Fe>Na=K>Si>P>Ca=Mg>Al=Mn>Ti>Cu>Sr=Zr>Ni>Cr>Co.

Железо, марганец, интенсивно извлекаемые водорослями, играют определяющую роль в синтезе белков [13]. Достоверная связь при 99% уровне вероятности прослеживается между содержанием в водорослях белков (Сб, %) и марганца (СMn, %), для 95% уровня вероятности – между содержанием белков и железа (СFe, %); уравнения регрессии имеют вид:

$$C_{\text{б}} = -0,042 \cdot C_{\text{Mn}} + 7,312 \quad (1)$$

$$C_{\text{б}} = -3,853 \cdot C_{\text{Fe}} + 8,460 \quad (2)$$

Накопление макро- и микроэлементов в высоких концентрациях в слоевищах водорослей, богатых полиуронидами, косвенно свидетельствует о выраженной связывающей способности полиуронидов.

Активное накопление металлов в слоевищах водорослей на примере ламинарии обусловлено богатым минеральным составом морской воды [13] (табл. 4).

Таблица 4 - Сравнительные данные минерального состава ламинарии и морской воды

Ионы металлов	Морская вода, мг %	Ламинария, мг %	Коэффициент накопления катионов металлов в ламинарии
Натрий	$8,7 \cdot 10^2$	$(3,3 \pm 0,1) \cdot 10^3$	3,8
Магний	89	$(9,0 \pm 0,4) \cdot 10^2$	10,1
Кальций	3,8	$(1,1 \pm 0,04) \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^2$

Марганец	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$(8,0 \square 0,3) \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^4$
Железо	0,3	$(1,1 \square 0,04) \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^3$
Стронций	4,4	$70 \square 2,8$	16
Медь	0,125	$50 \square 2,0$	$4,0 \cdot 10^2$
Кобальт	0,35	$0,4 \square 0,02$	1,1

Приведенные данные позволяют сопоставить водоросли и морскую воду по содержанию макро- и микроэлементов:

- ламинария: $Na > Ca = Fe > Mg > Mn > Sr > Cu > Co$;
- морская вода: $Na > Mg > Sr > Ca > Co > Fe > Cu > Mn$.

Жизненная необходимость ламинарии в ионах марганца, железа, меди, кальция обусловлена тем, что при содержании катионов указанных металлов в воде в меньших количествах, чем ионов натрия, магния, поглощение первых из воды происходит в 10^2 - 10^3 раз интенсивнее поглощения катионов натрия и магния.

Заметные изменения в содержании активных компонентов в водорослях происходят в течение весенне-осеннего *сезона*. Так, максимальное содержание основных групп действующих веществ наблюдается в слоевищах ламинарии, собранных в период с сентября по октябрь (рис. 9).

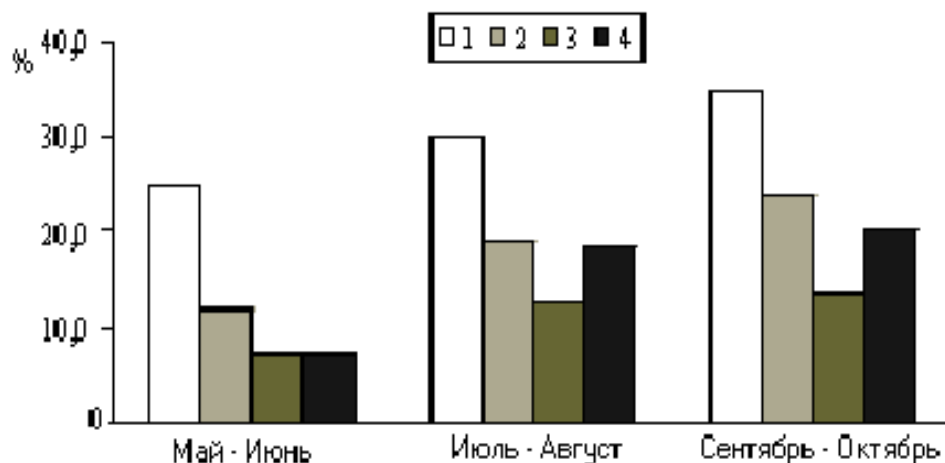


Рисунок 9 - Сезонные колебания содержания в ламинарии: 1 - альгиновых кислот; 2 - минеральных веществ; 3 - белков; 4 - маннита

Накопление альгинатов в различных частях водорослей в зависимости от глубины их добычи на примере ламинарии (рис. 10) происходит в разной мере.

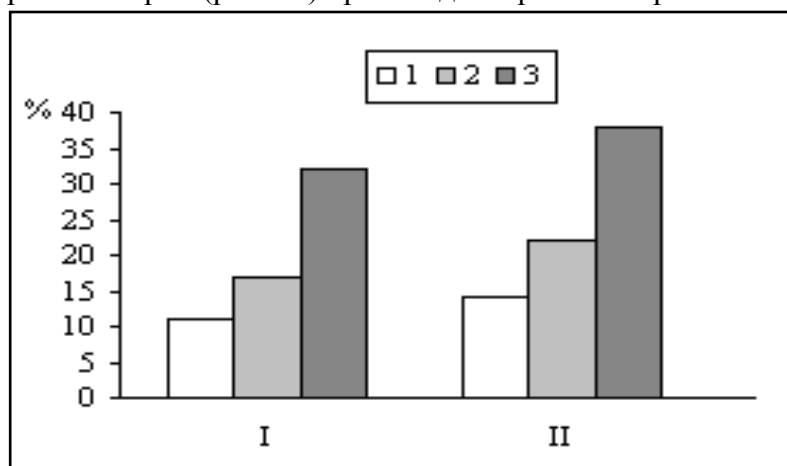


Рисунок 10 – Содержание альгинатов в слоевищах ламинарии:

I - пластины; II - стволики; 1 – штормовые водоросли; 2 – водоросли, добытые на глубине 0,5 м от поверхности моря; 3 – водоросли, добытые на глубине 10 м от поверхности моря

В стволиках ламинарии по сравнению с пластинами концентрация альгинатов выше в пределах 6%. Резкие отличия в содержании альгинатов наблюдаются в слоевищах ламинарии в зависимости от глубины их добычи: слоевища, залегающие на глубине 10 м от поверхности моря, в 1,5-2 раза больше содержат альгинатов, чем талломы, произрастающие у поверхности моря; наиболее бедны альгинатами водоросли, выброшенные морем на берег. Эти различия связаны с тем, что глубинные воды более богаты биогенными веществами, чем поверхностные воды [6].

Кроме перечисленных факторов, качество водорослей зависит от режимов сушки и хранения. Более высокая концентрация полисахаридов (в пределах 7%) отмечается при сушке водорослей в естественных условиях по сравнению с искусственной сушкой, однако, в первом случае сырье характеризуется высоким содержанием гнилых и плесневелых слоевищ (17%). Наилучшая сохранность водорослей обеспечивается при упаковке в водонепроницаемые бумажные пакеты и хранении в сухом помещении; в этих условиях сырье с содержанием полисахаридов не менее 40% может храниться до 3 лет [5].

Выводы

1. Установлены основные морфологические признаки цельных слоевищ бурых водорослей (ламинарии сахаристой, фукуса пузырчатого) и красной водоросли (анфельдии складчатой).

2. Выявлены диагностически значимые признаки измельченных слоевищ водорослей: длинные трубчатые нити и слизистые каналы у ламинарии, наличие промежуточного слоя у ламинарии и фукуса.

3. По товароведческим показателям, установленным для слоевищ ламинарии, фукус и анфельдия удовлетворяют требованиям ГФ XI, кроме слоевищ анфельдии по содержанию песка.

4. Установлен идентичный качественный состав водорослей (полисахариды, альгиновые кислоты, восстанавливающие сахара, йод, маннит, аминокислоты), кроме наличия агара только в анфельдии.

5. Определено количественное содержание действующих веществ в водорослях (полисахариды, альгиновые кислоты, восстанавливающие сахара, пентозаны, йод, клетчатка, маннит, белки, липиды, агар). В ламинарии, по сравнению с фукусом и анфельдией, отмечена более высокая концентрация: альгиновых кислот (в 1,4 и 5,75 раз), полисахаридов (в 1,3 и 1,4 раз), йода (в 4,5 и 1,8 раз), маннита (в 1,5 и 2,5 раз). Максимальное накопление активных веществ в ламинарии наблюдается в слоевищах, залегающих на глубине 10 м от поверхности моря, в период с сентября по октябрь.

6. Установлено активное накопление в водорослях натрия, калия, кальция, железа, магния, марганца, обусловленное соответствующим минеральным составом морской воды. Выведены математические уравнения регрессии между содержанием в водорослях белков и марганца (уровень вероятности 99%), белков и железа (уровень вероятности 95%).

7. Естественные условия сушки и хранение сырья без доступа влаги обеспечивают концентрацию полисахаридов не менее 40% в течение 3 лет.

Библиографический список

1. Антонова М.А. Методика количественного определения альгиновой кислоты // Материалы рыбохоз. исследований Северного бассейна. – Мурманск, 1980. – С. 193–201.
2. ГОСТ 26185-84. – Введ. 1986.–07.01. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа: – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 12 с.

3. Государственная фармакопея Российской Федерации – 12-е изд. – М.: Науч. центр экспертизы средств мед. применения, 2007. – Ч. 1. – 704 с.
4. Государственная фармакопея СССР. – 10-е изд. – М.: Медицина, 1968. – 1080 с.
5. Государственная фармакопея СССР: в 2 вып. – 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 1987; 1990. – 2 вып.
6. Жизнь растений: в 6 т. Т. 3: Водоросли. Лишайники / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – 487 с.
7. Иванов Н.Н. Методы физиологии и биохимии растений. – 4-е изд., испр. и доп. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1974. – 495 с.
8. Кайшева Н.Ш. Исследование природных полиуронидов и получение лекарственных средств на их основе: дис. ... докт. фармац. наук. - Пятигорск, 2004. – 369 с.
9. Машковский М.Д. Лекарственные средства: в 2 т. – 16-е изд., перераб. и доп. – М.: Новая волна, 2012. – 2 т.
10. Пат. 2028153 Российская Федерация, МКИ А61К 35/80. Способ получения биологически активных веществ из ламинарии / Р.Н. Макарова [и др.] (РФ). - № 4938465/14; заявл. 20.05.91; опубл. 09.02.95. – 44 с.
11. Пат. 2191590 Российская Федерация, МКИ А61К 35/78. Лечебно-профилактическое средство, обладающее детоксицирующей активностью / Н.Ш. Кайшева [и др.] (РФ). - № 2001112679/14; заявл. 07.05.01; опубл. 27.10.02. – 36 с.
12. Пат. 2194525 Российская Федерация, МКИ А61К 35/80. Способ получения биологически активных веществ из ламинарии для медицинских целей / В.А. Компанцев [и др.] (РФ). - № 2001119833/14; заявл. 16.07.01; опубл. 20.12.02. – 28 с.
13. Перлюк М.Ф. Белковый и минеральный состав промысловых водорослей северных морей // Пищ. и перераб. пром-сть. - 1987. - № 9. - С. 32-35.
14. Knutson, C.A. A New Modification of the Carbazole Analysis: Application to Heteropolysaccharides / C.A. Knutson, A.A. Jeans // *Analyt. Biochem.* - 1968. – Vol. 24. – P. 470–481.

Кайшева Нелли Шаликовна – доктор фармацевтических наук, профессор, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава РФ, кафедра фармакогнозии. Область научных интересов: химические и фармакологические исследования углеводов, координационные соединения углеводов с металлами. E-mail: caisheva2010@yandex.ru

Архипова Маргарита Николаевна – Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава РФ, кафедра ботаники. Область научных интересов: ресурсоведение, морфолого-анатомический анализ растительного сырья.

Кайшев Александр Шаликович – кандидат фармацевтических наук, Межрегиональное управление Росалкогольрегулирования по Северо-Кавказскому федеральному округу, ведущий специалист-эксперт. Область научных интересов – химические и биологические исследования природных соединений отходов пищевых производств. E-mail: kaishev2010@yandex.ru