

О ВЫЦВЕТАХ СОЛЕЙ НА СУХИХ ВОДОРОСЛЯХ

А. В. Трофимов

Если собранные водоросли-ламинарии подвергнуть медленному высушиванию или же, подсушив их, хранить в не очень сухом месте, то обычно через 1—2 месяца растение оказывается покрытым, более или менее обильно, белыми кристаллическими налетами, которые по внешнему виду могут быть разделены на два типа.

Первый тип выцветов представляет собой тонко-кристаллический белый мучнистый налет, плотно прилегающий к «породившей» его поверхности пластин ламинарий. Такого рода налеты образуются часто (например, на пластинах *Laminaria saccharina* летнего сбора) и при обычном быстром высушивании водорослей на ветру или на солнце¹; следовательно, образующее их вещество легко диффундирует из клеточного сока через клеточные оболочки в первые же стадии завядания растений. Анализ этих порошковатых образований указывает на их органический состав — золы в них лишь немногие проценты.

По данным французских авторов (русских работ о составе выцветов найти вообще не удалось) такого рода налеты состоят из маннита, который кристаллизуется почти в чистом виде на растениях, собранных в осенний период (1, 3).

Второй тип выцветов представляет сравнительно крупно-кристаллические волокнистые образования, обильно прикрывающие кристаллическим пухом, подобным стеклянной вате, отдельные участки коры растений — главным образом, стебли. Иногда кристаллы образуются обычной, пластинчатой формы довольно крупного (около 1 мм) размера. Обе эти формы кристаллов второго типа выцветов, как показали произведенные анализы, чисто минерального состава — без малейшей примеси органических веществ и образованы хлоридом калия.

Солевые хлоркалийевые выцветы отличаются от маннитных также своей легкой отделяемостью от растения. Кристаллы, кристаллические волокна и нити, образующие эти выцветы, только касаются в отдельных точках поверхности растений и осыпаются при самом легком встряхивании их. Кроме того они не образуются вовсе при быстром высушивании водорослей.

При изучении содержания иода в высушенных образцах водорослей Белого моря нас заинтересовал вопрос: не содержат ли эти легко осыпающиеся кристаллические выцветы заметных количеств иода и не связана ли утрата их с потерей части валового иода водорослей?

¹ Это наблюдалось во время работ иодной экспедиции Государственного океанографического института в Белом море в 1931 г.

Поэтому для выяснения состава и степени чистоты кристаллов несколько образцов этих кристаллов было собрано с водорослей.

Иод качественной пробой с азотистой¹ кислотой не был обнаружен ни в одной пробе.

Качественные испытания на сульфаты, магний, кальций также дали отрицательный результат. Пламя горелки окрашивалось вносимой солью в чистый фиолетовый цвет. Путем сравнения окраски пламени от собранных солей с окраской от стандартных смесей хлоридов калия и натрия было установлено, что примесь натрия в этих выцветах не превышает 0,1%.⁰

Отдельные определения калия (весовым хлор-платинатным методом) и хлора титрованием в двух образцах чистых отобранных кристаллов волокнистых и пластинчатых выцветов — одного с *L. saccharina* и второго с *L. digitata* дали такой результат (сбор в июне-августе):

Выцвет с <i>L. saccharina</i> (Иоканьга) Навеска — 0,200 г Salts appearing on the surface of <i>L. saccharina</i> (Iokanjga) Weight portion — 0,200 g.	Выцвет с <i>L. digitata</i> (Горбулинский маяк) Навеска — 0,356 г Salts appearing on the surface of <i>L. digitata</i> (Gorbulinskij lighthouse) Weight portion — 0,356 g.	Теоретический состав KCl Theoretical composition of KCl
K — 52, 6% Cl — 47, 4% ⁰	K — 52, 35% ⁰ Cl — 47, 6% ⁰	K — 52, 44% ⁰ Cl — 47, 56% ⁰

Таким образом отклонения состава кристаллов от теоретического в пределах возможной ошибки. Кристаллы солевых выцветов представляют хлористый калий исключительной чистоты. Эта чистота продукта может быть интересна и с теоретической и с практической точки зрения; впрочем, из интересов агрономических (К-удобрения) и технических выцветы разных видов водорослей за границей изучались уже давно — со времен Готье (3, 4).

В самом деле, вышеупомянутые образцы хлоркалиевых выцветов были собраны в количестве 2,0%⁰ (с *L. saccharina*) и 2,5 (с *L. digitata*) от сухого веса водоросли.

Это — сравнительно небольшой выход чистого хлористого калия; литературные данные говорят, что выход этой соли из водоросли в виде кристаллических выцветов может быть значительно больше. Так, Соважо и Дениже при изучении выцветов на водорослях рода *Cystoseria* собирали хлорид калия в количестве более 10%⁰ от сухого веса (*Cystoseria concatanata*). Разные виды изученного ими рода водорослей давали разные по составу выцветы — одни из чистого маннита, другие — из чистого хлористого калия, третьи — смешанные маннитно-хлоркалиевые.

На одних и тех же видах выцветы могут быть в зависимости от времени сбора или маннитными или соевыми (1).

Стебли ламинарий, однако, всегда дают солевые выцветы хлористого калия (1, 5)

¹ Надежный способ обнаружения ничтожных примесей иода в соли по Фелленбергу (5) таков: 1 каплю нитритного реактива (0,5%⁰ NaNO₂ в 3-х нормальной H₂SO₄ встряхивают с 3 см³ раствора соли и затем прибавляется 1 капля 0,5%⁰-ного крахмала. Таким образом обнаруживается примесь меньше 5 мг в 1 кг соли.

Соважо и Дениже также не находили никогда в выцветах *Cystoseria* иодидов, которые однако были обнаружены в выцветах *Laminaria flexicaulis* (2,3).

Возвращаясь к количественной стороне вопроса — к „выходу“ хлористого калия из водорослей — из данных Соважо можно заключить, что выцветы КС1 дают растения, содержащие хлорид калия в количестве, превышающем 12—15⁰/₁₀ сухого веса.

Какие количества хлоркалия в наших северных ламинариях? Количество золы в ламинариях Мурманского берега колеблется от 25—30⁰/₁₀ летом и до 35—45⁰/₁₀ зимой, причем в среднем около 1/3 всей золы составляет хлор¹, около 15—25⁰/₁₀ — нерастворимые в воде вещества и 3—8⁰/₁₀ — поташ. Отсюда следует, что около 70⁰/₁₀ золы приходится на хлорид калия, если предполагать подавляющее преобладание калия над натром в ламинариях. Исходя из этих цифр в зимних сборах наших северных ламинарий, можно также, повидимому, при соответственном хранении обеспечивающем полную минерализацию калиевых соединений и медленный выход его солей из тончайших пор коры — получить 10⁰/₁₀-ные выходы кристаллического хлористого калия из ламинарий (главным образом из стебля).

Чистота выцветов хлористого калия, почти свободных от каких-либо примесей (кроме механических), сама по себе изумительна, так как выцветы образуются на материале, по крайней мере, обильно смоченном морской водой со всеми присущими ей солями. Поэтому возбуждает интерес самый механизм образования этих выцветов, который пока неполне ясен. Но самый способ наростания кристаллов не сплошь на всей поверхности, а лишь в отдельных точках (порах) устраняет тесный контакт выцветов с поверхностью (точечные контакты), сохраняет их от загрязнения. Возможно также, что поры коры растений в этом процессе являются подобием молекулярного сита, создавая условия наибольшего благоприятствования для выхода хлорида калия через кору по сравнению с хлоридами других оснований, и, таким образом, дают гарантию чистоты получаемого кристаллического продукта.

Москва, 1934

ЛИТЕРАТУРА

1. Larique. „C. R. Soc. Biol.“ 84, 1921, p. 925.
2. Sauvageau et C. Denigés. „C. R.“, 173, 1921, p. 1049.
3. Sauvageau C. Utilisation des Alges marines, Paris, 1921.
4. Leroux L. Обзорная статья в „Revue Génér. Sc. appliquées“, 37, 1926, p. 471.
5. Fellenberg Th. „Bioch. Zeitschr.“, 139, 1923.

¹ В 65 изученных на содержание хлора образцах ламинарий Белого моря и Мурманского берега процент хлора в золе колеблется между 26,5 и 39⁰/₁₀. Среднее содержание хлора в золе было равно 32,6⁰/₁₀. Половина всех образцов имела хлора между 31 и 36⁰/₁₀. Оба вида *L. saccharina* и *L. digitata* не отличались заметно между собой. Средний процент хлора в золе *L. saccharina* — 32,6 в *L. digitata* — 32,1. Такие же величины для хлора в золе были найдены и для *Desmarestia aculeata* (25,5—32,0⁰/₁₀). Несколько ниже для *Fucus* — 23—28⁰/₁₀. *Ascophyllum nodosum* содержит гораздо меньше хлора — по крайней мере летом (июль) всего 13,5⁰/₁₀ от золы.

ON THE SALTS APPEARING ON THE SURFACE OF DRY ALGAE

By A. V. Trofimov

SUMMARY

When moist *Laminaria* are left to dry slowly crystals of salts appear on the surface of stems. It is KCl of a high degree of purity. The amount of other salts found with these crystals of KCl did not exceed 0,1—0,2%. No iodine was detected in salts appearing on the surface of *L. saccharina* and *L. digitata*.

Moscow, 1934
