

К ВОПРОСУ О БИОЛОГИИ АНФЕЛЬЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ АККЛИМАТИЗАЦИИ В ЧЕРНОМ МОРЕ

К. П. ГЕМП, А. А. КАЛУГИНА

Институт биологии южных морей АН УССР
Северное отделение ПИНРО

Ahnfeltia plicata (Huds) Fries относится к арктическо-бореальным видам и встречается в Белом, Баренцовом, Карском и Чукотском морях, у берегов Шпицбергена, Гренландии и Арктической Америки, а также в северных частях Атлантического и Тихого океанов (Зинова, 1955).

Среди агароносных водорослей *Ah. plicata* является наиболее ценным сырьем для получения агар-агара. Вследствие наблюдающегося за последние годы интенсивного промысла анфельции естественные запасы ее стали постепенно уменьшаться. В связи с этим изучение экологических и биологических особенностей и разработка вопросов, связанных с искусственным разведением и акклиматизацией анфельции с целью расширения ее ареала, в настоящее время приобретает актуальное значение.

Сведения о биологии и условиях произрастания *Ah. plicata* очень малочисленны. Данные о биологии, распространении и запасах анфельции Дальнего Востока встречаются в работах Г. Гайла (1936) и К. Мейера (1937). Большой интерес представляют исследования, проводимые в течение многих лет Сахалинским отделением ТИНРО по экологии, биологии и искусственному разведению анфельции в заливе Буссе (Сарочан, 1960). По Белому морю имеется всего лишь одна работа О.С. Зверевой (1938), где довольно подробно описано систематическое положение, биология и темп роста *Ah. plicata* в районе о. Жижгина.

Вопросами систематики, биологии и распространения анфельции занимались Е. Шмен (Chemin, 1927) Розенвинг (Rosenvin-gii, 1931) и Принц (Printz, 1936).

Целью наших исследований было изучение условий произрастания и темпа роста *Ah. plicata* в районе о. Кузострова Сорокской бухты Белого моря. Работа проводилась на Беломорской биологической станции Карельского филиала АН СССР с июля по сентябрь 1953 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для изучения темпа роста анфельции был проведен анализ весового и линейного прироста водорослей, обитающих в различных экологических условиях. Пробы отбирались в течение трех месяцев через каждые 8 дней у островов Каменка и Кузостров. Кроме того, через каждые 15 дней велись наблюдения за линейным приростом молодых побегов анфельции, помещенной в аквариум. В качестве аквариума был использован небольшой естественный бассейн емкостью 2,63 м³, расположенный в расщелине скалы на юго-западном склоне о. Кузострова. В него были перенесены из моря камни с растущей анфельцией, за которой велись наблюдения.

Определение прироста водоросли производилось следующим образом. Прирост анфельции за текущий год хорошо отличается от прироста за предыдущий год светло-розовой окраской и более рыхлой тканью. На границе между прошлогодним приростом и молодыми веточками, образовавшимися за текущий год, обычно образуется небольшой бугорок вокруг веточки в виде кольца. Такие кольца заметны и у более старых по возрасту ветвей; они находятся на границе между вегетационными периодами предыдущего и последующего года. Поскольку вегетационный период у анфельции заканчивается образованием развилки на конце боковых веточек, то эти кольца обычно расположены на высоте 2—3 мм от начала развилки. Определение линейного прироста производилось путем измерения миллиметровой линейкой или штангенциркулем светло-розовых кончиков веточек, составляющих прирост за текущий год. На опытной площадке одновременно отбиралось по 10 проб. На каждой пробе было сделано по 100 измерений. Весовой прирост определялся путем взвешивания срезанных ножницами молодых веточек со всего слоевища. Старые слоевища и молодые веточки раскладывались в отдельные пакетики, доводились до абсолютно сухого состояния и взвешивались. На основании полученных цифровых данных устанавливался средний процент прироста за определенный промежуток времени по отношению к весу старого слоевища. При определении весового и линейного прироста анфельции за период исследования было отобрано 344 пробы, произведено 320 взвешиваний и 10 400 измерений.

ТЕМП РОСТА АНФЕЛЬЦИИ

Линейный прирост анфельции у о. Каменка в начале лета составлял 3,0 мм, к концу лета он увеличился до 7,4 мм. У о. Кузостров за этот период средний прирост анфельции достиг 9,9 мм. Максимальный прирост за период наблюдений у о. Кузостров составил 14 мм, а у о. Каменка — 11 мм. Следовательно, наиболее интенсивный рост анфельции наблюдался у о. Кузостров. Различие в темпе роста объясняется тем, что у о. Кузостров анфельция находится под пологом фукоидов, которые защищают ее от прямых солнечных лучей, угнетающих развитие этой водоросли. Наиболее интенсивный рост отмечался в июне и августе. В июле он был замедленным, в связи с дождливой и штормовой погодой, а также пониженной температурой воды и воздуха в течение месяца.

Таблица 1
Весовой прирост анфельции у о. Каменка (в мг)

Дата	Вес старого слоевища	Вес молодых веточек	Прирост, %
22 июня	1646	94,5	5,70
30 июня	1433	169,0	11,91
8 июля	1106	129,0	11,60
16 июля	1617	203,0	12,55
24 июля	1008	130,0	12,70
1 августа	1316	175,0	13,30
9 августа	1142	194,0	16,90
17 августа	998	178,0	17,80

Анализ весового прироста анфельции показывает, что у о. Каменка прирост составлял 17,8% к общему весу слоевища (табл. 1). Можно полагать, что годовой прирост анфельции в среднем равняется 20%, поскольку с похолоданием в сентябре рост резко замедляется, а с наступлением морозов в октябре—ноябре — полностью прекращается. Следовательно, возобновление зарослей анфельции в среднем происходит через 5 лет.

Наблюдения за приростом анфельции в аквариуме показали, что наибольший прирост был у тех экземпляров, которые росли под пологом *F. vesiculosus* L. (табл. 2). Те кусты анфельции, которые не находились под пологом фукусов и поэтому не были защищены от непосредственного действия солнечных лучей, характеризовались пониженным темпом роста. Рост анфельции в аквариуме происходил неравномерно. В течение июля наблюдался нормальный рост, в августе он резко замедлился и даже появились признаки угнетения. Это связано с накоплением и гниением на дне аквариума органических частиц, которые попали сюда со сточными водами. После того как ак-

вариум был тщательно вычищен, в него были помещены промытые в морской воде водоросли. Через несколько дней почерневшие кусты анфельции, которые считались погибшими, восстановили свою окраску до нормального цвета и продолжали расти. Наиболее выносливыми оказались те кусты анфельции, которые произрастали под пологом *F. vesiculosus*. У них только приостановился рост, но признаков увядания не было.

Таблица 2
Линейный прирост анфельции в аквариуме (в мм)

Дата	Под пологом фукуса	Без полога фукуса	Средний прирост
3 июля	6,1	4,0	5,8
15 июля	6,2	5,2	5,7
28 июля	7,1	5,8	6,4
10 августа	7,3	4,3	5,8

Очевидно, для нормального роста анфельции необходим постоянный приток свежей воды. При пониженной аэрации возникают анаэробные процессы, вследствие чего анфельция «задыхается». Наши наблюдения также подтверждают высказывание О. С. Зверевой о том, что для нормального роста анфельции на небольших глубинах необходим затеняющий полог из фукоидов или других водорослей.

Таблица 3
Годичный прирост молодых побегов анфельции на о. Жижгин (в мм)¹
(Зверева, 1938)

Район сбора	Май	Июнь	Июль	Август	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Корга Ливтеи- ха	2	5	17	27	28	28	26	28	27	27

Сравнение наших данных с данными О. С. Зверевой показало, что прирост анфельции в Сорокской бухте значительно ниже, чем у о. Жижгин, расположенного на границе Онежского и Двинского заливов. Если у о. Жижгин в августе прирост анфельции достигал 27 мм (табл. 3), то у о. Кузостров он составлял всего 9,9 мм. Эти различия могут быть вполне объяснимы, если учесть, в каких условиях растет здесь анфельция. По данным О. С. Зверевой, район о. Жижгин характеризуется высокой прозрачностью и соленостью воды и сильными течениями. Анфельция там поселяется на огромных каменистых россыпях и большей частью под пологом фукоидов.

Отсюда следует, что ограничивающими факторами роста анфельции у о. Кузостров является пониженная соленость воды и наличие в ней большого количества взвешенных частиц, что приводит к заилению дна и образованию на талломе анфельции осадка. Можно предположить, что приносимые частицы ила с током воды р. Выг и Беломорско-Балтийского канала постепенно приведут к сокращению и исчезновению зарослей анфельции. В связи с этим проведение в настоящее время повторных исследований по выявлению условий произрастания анфельции в Сорокской бухте представляет большой интерес.

Какие же условия можно считать оптимальными для нормального развития анфельции? По нашему мнению, основными из них являются: сильное течение, обеспечивающее хорошую аэрацию, высокая прозрачность воды, каменистый грунт и для небольших глубин затеняющий полог из фукусовых водорослей. По отношению к температурному режиму и степени солености воды анфельция оказалась весьма неприхотливой водорослью. Она произрастает в воде с соленостью 12,7—28‰ и при нагревании в поверхностных слоях воды до 20°C. Надо полагать, что при наличии хорошей аэрации воды анфельция сможет произрастать и при более высокой температуре. Об этом свидетельствует тот факт, что вдоль о. Кондостров и прилегающих к нему островов, расположенных в южной части Онежского залива, где в летний период вода значительно прогревается, анфельция произрастает в промысловых количествах, причем слоевища ее достигают больших размеров.

Полученные данные о высокой пластичности анфельции по отношению к некоторым гидрологическим факторам послужили основанием затронуть вопрос о возможности увеличения ее ареала путем пересадки и акклиматизации в более тепловодных водоемах.

О ВОЗМОЖНОСТИ АККЛИМАТИЗАЦИИ АНФЕЛЬЦИИ В ЧЕРНОМ МОРЕ

При рассмотрении вопроса о пересадке анфельции в Черное море необходимо иметь в виду, что в Белом море и на Дальнем Востоке (залив Буссе) она существует в двух формах — прикрепленной и неприкрепленной, отличающихся экологическими и биологическими особенностями. Прикрепленная анфельция произрастает на мелководье на глубинах 1—6 м и прикрепляется к субстрату при помощи небольшой подошвы. Неприкрепленная форма образует рыхлый пласт, толщиной 3—20 см, располагающийся по ровному илистому дну на глубине 1—30 м. По данным В. Ф. Сарочан (1960), оптимальными условиями для развития неприкрепленной анфельции в заливе Буссе являются: ровное, слегка заиленное, дно, слабое

течение, хорошая аэрация воды, высокая соленость, подток речных вод, богатых биогенными веществами.

Для пересадки анфельции важно, откуда доставлен материал — из Белого моря или из залива Буссе, поскольку каждый водоем имеет свою специфику. По солености воды Черное море довольно близко к Белому. В Черном море соленость воды изменяется в пределах 16—18‰, в Онежском заливе Белого моря — от 16 до 20‰. У о. Сахалин в заливе Буссе соленость достигает 32‰. Что же касается температурного фактора, то он относительно одинаков как в Онежском заливе Белого моря, так и в заливе Буссе, где летом поверхностные слои воды прогреваются до 20°C, т. е. гораздо меньше, чем в Черном море. Поэтому основным барьером для акклиматизации анфельции здесь является температурный фактор. Если при отборе проб анфельции учитывать особенности условий ее произрастания и в соответствии с этим подбирать участок для пересадки в новый для нее водоем, то и этот барьер легко преодолевается.

Опыты по пересадке анфельции следует проводить как с прикрепленной, так и с пластообразующей формами из разных водоемов. Перед тем как переселять водоросль, очень важно заранее определить места отбора и посадки материала в новом водоеме. Прикрепленную анфельцию в Белом море и в заливе Буссе целесообразнее отбирать у верхней границы ее произрастания с глубины 1—2 м. Кусты анфельции должны состоять из взрослых неповрежденных особей, без эпифитов и сопутствующих видов. Анфельцию следует перевозить вместе с субстратом. В условиях Черного моря камни с прикрепленной анфельцией следует помещать на глубину 4—6 м, т. е. глубже, чем она росла в водоеме; температура воды и освещенность здесь должны быть гораздо слабее, чем на мелководье.

Большой интерес представляет проведение наблюдений за состоянием анфельции на открытом месте и под пологом водорослей. В Белом море затеняющим пологом анфельции является *F. vesiculosus*, в Черном море им может служить *Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) Ag. Опытный участок следует выбирать на пологом склоне, причем с северной стороны берега.

Для определения сроков пересадки очень важно знать период размножения водоросли. Прикрепленная анфельция размножается бесполым способом путем образования в нематетиях моноспор. В Онежском заливе плодоношение анфельции начинается в конце мая и заканчивается в первых числах июля. Пересадку следует вести в период массового созревания моноспор. После пересадки в новый водоем споры сразу будут оседать на дно и прорастать. Молодой организм более пластичен и легче приспосабливается к новым условиям, поэтому у анфельции больше возможностей для выживаемости. Следовательно, наиболее благоприятным временем для пересадки ан-

фельции из Белого моря в Черное является конец мая — июнь. Анфельцию можно пересаживать также зимой — с февраля по апрель, когда температура воды у северных берегов Черного моря понижается до 4—5°C. Наиболее неблагоприятным для пересадки является лето — с июля по октябрь, когда температура воды у берегов Черного моря повышается до 26°C.

Местом проведения работ по акклиматизации прикрепленной анфельции могут служить открытые берега с хорошо аэрированной водой, высокой прозрачностью и твердым грунтом. К таким районам можно отнести Одесский берег и побережья Крыма и Северного Кавказа.

Неприкрепленную анфельцию в Белом море и заливе Буссе лучше брать также на более мелководных участках и поселять в Черном море на глубину 5—8 м. Для акклиматизации неприкрепленной формы могут быть использованы чистые и полузащищенные бухты с ровным и заиленным дном, например, на Кавказском побережье Геленджикская и Анапская бухты и бухточка Кабардинка в Новороссийской бухте. У берегов Крыма неприкрепленную анфельцию можно разводить в Феодосийском заливе и в чистых участках Севастопольской бухты. Наиболее благоприятными для акклиматизации анфельции являются районы Керченского пролива и Каркинитского и Тендровского заливов. В этих участках моря наблюдается пологое дно, относительно небольшие глубины и подток опресненных вод, богатых биогенными веществами. Следует обратить внимание на то, что в районе расположения пласта филлофоры на Филлофорном поле Зернова опыты по акклиматизации анфельции могут оказаться безуспешными. Во-первых, анфельция здесь сразу же погибнет, поскольку филлофора, развиваясь в большом количестве и создавая специфическую среду, угнетающе действует на развитие любой растительности. Во-вторых, если даже анфельция и приживется в зарослях филлофоры, то такое смешение видов, хотя и ценных по содержанию агар-агара и агароида, окажется нежелательным для промышленности. Для каждого вида в отдельности существует своя технология переработки, поэтому вместе их перерабатывать нельзя. Причем на отделение анфельции от филлофоры потребовалась бы дополнительная затрата труда. В связи с этим разведение анфельции в северо-западной части моря должно проводиться на участках, свободных от пласта филлофоры. Лиманы Черного моря для разведения анфельции непригодны, поскольку химический состав и физико-химические свойства их вод сильно отличаются от морских. Неприкрепленная анфельция размножается главным образом вегетативным путем, поэтому сроки пересадки не могут зависеть от периода плодоношения. Однако, как и прикрепленную форму, ее следует пересаживать только в холодный период года. Параллельно с работами в море

необходимо также вести наблюдения в аквариуме, оборудованном проточной системой.

В заключение следует сказать, что вопрос о пересадке и акклиматизации анфельции в Черном море заслуживает большого внимания и может быть успешно решен при учете экологических особенностей этой ценной промысловой водоросли.

ВЫВОДЫ

1. Прирост молодых побегов анфельции в течение лета у о. Кузостров происходит интенсивнее, чем у о. Каменка: у о. Кузостров максимальный прирост составляет 14 мм, у о. Каменка — 11 мм.

2. Наблюдения, проведенные в аквариуме, показали, что для нормального роста анфельции требуется постоянный приток свежей воды, а на небольших глубинах — затеняющий полог из водорослей, защищающий ее от действия солнечных лучей.

3. Оптимальными условиями для произрастания прикрепленной анфельции являются сильные течения, обеспечивающие хорошую аэрацию, высокая прозрачность воды, каменистый грунт и для небольших глубин затеняющий полог из более крупных водорослей. По отношению к солевому и температурному режиму анфельция весьма неприхотлива и пластична. Она произрастает в воде с соленостью 12,7—28‰ и при нагревании воды до 20°C.

4. В связи с тем, что анфельция имеет большое промысловое значение как сырье для получения агар-агара, вопрос об акклиматизации с целью расширения ее ареала заслуживает большого внимания. Пересадка анфельции в Черное море может дать эффективные результаты, если будут учтены экологические и биологические особенности и заранее подобраны соответствующие условия для произрастания ее в новом водоеме.

ЛИТЕРАТУРА

Гайл Г. И. Анфельция в заливе Петра Великого. — Вестн. Дальневосточного филиала АН СССР, 20, 1936.

Зверева О. С. К морфологии и биологии *Ahnfeltia plicata* (Huds) Fries Белого моря. — В кн.: Водоросли Белого моря. Архангельск, 1938.

Зинова А. Д. Определитель красных водорослей северных морей СССР. М.—Л., 1955.

Мейер К. И. О залежах водорослей. — В кн.: Тр. Бот. сада МГУ, 2, 1937.

Сарочан В. Ф. О биологии анфельции в лагуне Буссе. — В кн.: Сборник работ по биологии, технике рыболовства и технологии, 1. Южно-Сахалинск, 1960.

Chemin E. *Ahnfeltia plicata* Fries et son mode de reproduction. — Bull de la Soc. de France, 77, 1927.

Rosenvingii K. The marine algae of Denmark, contribution to their natural history. Part IV. Rhodophyceae. Copenhagen, 1930.

Printz H. Die Algenvegetation des Trandhyemsfjordes. Oslo, 1926.