

5.3. НАЗЕМНЫЕ ВОДОРОСЛИ

Хотя наземные водоросли и распространены вплоть до пустынь, они уступают водным как по видовому составу, так и по численности. Наземные водоросли образуют две экологические группы: *почвенные* и *водно-воздушные*. Многие водоросли живут в почве, причем обогащают ее не только органическим веществом, но и азотом, ибо синезеленые водоросли, как и некоторые другие прокариоты, способны фиксировать молекулярный азот воздуха. Среди водно-воздушных преобладают зеленые водоросли, которые поселяются на деревьях, образуя налеты на стволах. Чаще других встречаются представители родов *Trentepohlia* и *Desmococcus* (син. *Pleurococcus*). Поскольку среда их обитания подвержена частому подсыханию, клетки покрыты толстыми, многослойными оболочками, содержат большой запас питательных веществ. Талломы *Trentepohlia* представляют собой короткие гетеротрихальные цепочки, стелющиеся по коре. Основной запасной продукт в клетках — масло, в котором растворены каротиноиды. Поэтому при сильном развитии водорослей кора покрывается кирпично-красным налетом. Зооспорангии и гаметангии, формирующиеся из конечных клеток ответвлений, не освобождают подвижные клетки в среду до тех пор, пока остаются на талломе. При созревании они целиком отделяются, разносятся дождевыми брызгами или ветром и в капле воды образуют зооспоры или гаметы. Таллом *Desmococcus*, представляющий собой пачки или короткие нити, состоящие из нескольких зеленых клеток (поэтому его налеты на коре зеленые), вообще утратил способность к половому и бесполому размножению и размножается лишь делением клеток.

ГЛАВА 6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ

Водоросли с давних времен использовались народами, живущими в прибрежной зоне, как дополнительный источник питания. В последние годы области практического их использования значительно расширились.

1. **Употребление в пищу.** Из водорослей приготавливают свежие и консервированные продукты питания, которые известны под названиями “морская капуста” (бурая *Laminaria*), зеленый и красный морские салаты (зеленые водоросли *Ulva* и *Enteromorpha* и красная *Porphyra* соответственно). Разнообразные вещества, получаемые из водорослей, используют в пищевой промышленности в качестве желатинозных веществ, размягчите-

лей, витаминизированных и ароматических добавок, красителей и проч.

2. **Использование на корм скоту.** Талломы макрофитов добавляют к кормам. Они оказывают благотворное действие на развитие домашних животных (повышают яйценоскость кур, улучшают качество меха пушных зверей и т.д.). Микроскопические водоросли, в частности *Chlorella*, входят в рационы кормов для рыб, выращиваемых в садках в условиях аквакультуры.

3. **Использование в промышленности.** В состав клеточных оболочек и слизи бурых и красных водорослей входит большое число углеводов. Красные водоросли продуцируют багрянковый крахмал (α -глюкан с разветвленной цепочкой, с. 15) и уникальные углеводы — сульфированные галактаны (полимеры галактозы, содержащие серу) — каррагинаны, агароза (агар—агар), порфиран. У бурых водорослей выделяются β -глюкан ламинарин, шестиатомный спирт маннит и линейные полисахариды D-маннуровой и L-гулуровой кислот — альгинаты. Все они нашли широкое хозяйственное использование (табл. 3).

Таблица 3

Использование фикоколлоидов в народном хозяйстве

Производственные направления	%
Детергенты и моющие средства	16
Текстильная промышленность	14
Производство клея	12
Производство бумаги	10
Лакокрасочная промышленность	9
Пищевая промышленность	8
Лекарственные и косметические средства	7
Прочее (включая лабораторное культивирование микроорганизмов)	24

Альгинаты чаще всего получают из бурых водорослей *Ascophyllum*, *Laminaria*, *Macrocystis*, *Sargassum*; агар — из красных *Gelidium*, *Pterocladia*, *Anfelta*, *Phyllophora*. Сейчас в мире ежегодно добывают свыше 7 тыс. т агара, 13 тыс. т каррагинана, 22 тыс. т альгинатов.

4. **Приготовление удобрений.** Высушенные, размельченные водоросли — прекрасные органические удобрения, улучшающие структуру почвы. В отличие от органических удобрений, получаемых компостированием остатков высших растений, они не содержат семян сорных растений и спор фитопатогенных грибов.

5. **Очистка сточных вод.** Водоросли поглощают различные примеси, попадающие в воду с промышленными, коммунальными и сельскохозяйственными стоками, поэтому применяются в качестве биофильтров.

6. **Использование неорганических скелетов ископаемых водорослей** — силикофлагеллят, диатомей, кокколитофоридов. Особый интерес для промышленности представляет минерал *диатомит*, огромные залежи которого (свыше 50 трлн м³) обнаружены в Западной Сибири. Из него можно изготавливать строительные материалы, стекловолокно, оптический кварц, влагопоглощающий материал (сорбент) и другие материалы различного назначения. О широком использовании в народном хозяйстве мела, образованного известковыми чешуйками — кокколитами гаптофитовых водорослей кокколитофорид, говорить не приходится.

В связи с возросшим потреблением дикорастущих водорослей широкое распространение получило их культивирование, чтобы повышать заготовки водорослей без истощения их природных запасов.

Культивирование микроскопических водорослей. Наиболее хорошо разработана технология культивирования одноклеточной зеленой водоросли *Chlorella*. В Средней Азии, где много солнечного света и поэтому высока интенсивность фотосинтеза, хлореллу выращивают *открытым* способом в круглых бассейнах с циркулирующей водой. В таких условиях получают 20—25 г/м² поверхности (0,2—0,5 г/л) сухой биомассы в сутки. При использовании проточного культивирования в *замкнутых* ферментерах с автоматической регуляцией условий роста можно повысить продуктивность хлореллы в 10—100 раз по сравнению с культивированием открытым способом.

В последние годы возрос интерес к культивированию синезеленых водорослей, которые вследствие примитивного прокариотного строения в благоприятных условиях быстрее других водорослей накапливают биомассу. Кроме того, как указывалось выше, многие синезеленые водоросли подобно другим прокариотам (клубеньковым бактериям, азотобактеру) способны связывать атмосферный азот, поэтому их биомасса богата азотсодержащими соединениями. Мексиканские ацтеки и жители побережья африканского озера Чад издавна использовали синезеленую водоросль *Spirulina* в пищу. На мексиканском озере Тексоко развернуто промышленное использование спирулины, годовой урожай которой составляет там несколько тысяч тонн. Спирулину выращивают и некоторые фирмы в России.

Культивирование макрофитов. Во многих странах (в Японии, КНР, на Филиппинах), а также в некоторых приморских райо-

нах России созданы фермы по выращиванию макроскопических водорослей. В качестве субстратов для их роста используют очищенные от обрастателей (водорослей и бентосных беспозвоночных животных) подводные скалы, каменные или бетонные блоки, помещенные на плоский грунт, горизонтальные или вертикальные сетки, бамбуковые палки и прочее. Как и при наземном сельскохозяйственном производстве, выращивают рассаду (в камерах с морской водой), высаживают ее на субстраты, вносят удобрения, проводят борьбу с сорными растениями, вредителями и болезнями, убирают урожай. О масштабах этих работ свидетельствуют следующие данные: в КНР и Японии красную водоросль *Porphyra* культивируют на площади 75 тыс. га и получают ежегодный урожай около 30 тыс. тонн сухого вещества; в добыче, производстве и переработке порфиры участвует почти 300 тыс. человек; стоимость продукции составляет примерно 500 млн американских долларов. Бурую водоросль *Laminaria* выращивают на площади приблизительно 100 тыс. га при ежегодном урожае свыше 1 млн т. В меньших масштабах выращивают зеленые морские водоросли *Enteromorpha*, *Caulerpa* и др.



СИСТЕМА ВОДОРΟΣЛЕЙ

ГЛАВА 7. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ

7.1. ЦЕЛИ СИСТЕМАТИКИ

Существовавшие длительное время системы водорослей не были филогенетическими. Систематики, руководствуясь принципами, заложенными еще К. Линнеем, и на основании сравнения отдельных организмов по комплексу морфологических признаков (размерам, форме, окраске и т.п.) объединяли их в виды, роды, семейства и другие таксоны, имеющие иерархическую соподчиненность. Подобные системы призваны каталогизировать организмы, объединяя их по внешнему сходству, но совсем не обязательно по общности происхождения, т.е. они имеют прежде всего практическое значение для определения организмов. Если же стоит задача построить филогенетическую систему, организмы группируют на основании не внешнего сходства, а общности происхождения, и использования одних лишь морфологических признаков недостаточно. Это положение, справедливое