**Методы сбора и изучения водорослей**

По мере развития человеческого общества увеличивается антропогенная нагрузка на различные природные системы, и, в первую очередь, на водные. Изменение природного лика планеты влечет глубокую перестройку в самих экосистемах. Вследствие изменения физико-химических показателей окружающей среды происходит смена природных, изначальных компонентов экологических систем на более устойчивые к новым условиям. Многие организмы, встречающиеся в водоемах, являются хорошими индикаторами условий обитания, так как для своего развития они требуют строго определенных значений экологических факторов. Зная состав и динамику обилия таких видов-индикаторов, можно оценить по их наличию и количественному развитию качество воды водоема и его экологическое состояние.

Существующие методы сбора и изучения водорослей многообразны. Это определяется как эколого-морфологическим своеобразием представителей различных отделов и экологических группировок, так и разнообразием целей и подходов к их изучению. (Вассер с соавт., 1989)

**Методы сбора проб фитопланктона**

Выбор метода отбора проб фитопланктона зависит от типа водоема, степени развития водорослей, задач исследования, имеющихся в наличии приборов, оборудования и т. п.

Одним из таких методов является фильтрование воды через планктонные сети различной конструкции.

Планктонная сеть состоит из латунного кольца и пришитого к нему конического мешка из мельничного шелкового или капронового сита или иного типа. К узкому выходному отверстию плотно прикрепляется стаканчик, который имеет выводную трубку, закрытую краном или зажимом Мора. При сборе планктона поверхностных слоев воды планктонную сеть опускают в воду так, чтобы верхнее отверстие сети находилось на 5-10 см над ее поверхностью. Литровой кружкой черпают воду из поверхностного слоя (до 15-20 см глубины) и выливают ее в сеть, отфильтровывая таким образом 50-100 л воды. На крупных водоемах планктонные пробы отбирают с лодки. При этом рекомендуют тянуть планктонную сеть на тонкой веревке за движущейся лодкой в течение 5-10 мин.

Закончив сбор планктона, планктонную сеть прополаскивают, опуская ее несколько раз в воду до верхнего кольца, чтобы отмыть водоросли, задержавшиеся на внутренней поверхности сети. Сконцентрированную таким образом пробу планктона, находящуюся в стаканчике планктонной сети, сливают через выводную трубку в заранее приготовленную чистую баночку или бутылку.

Сетяные пробы планктона можно изучать в живом и фиксированном состоянии (Вассер с соавт., 1989).

Для количественного учета фитопланктона производят отбор проб определенного объема. Для этих целей могут быть использованы и сетяные сборы (при условии обязательного учета количества отфильтрованной через сеть воды) или специальные приборы - батометры разнообразной конструкции (например, батометр системы Рутнера).

Сгущение количественных проб фитопланктона можно осуществлять тремя методами, дающими примерно одинаковые результаты - осадочным, фильтрационным и цетрифугированием.

Сгущение проб осадочным методом проводят после их предварительной фиксации и отстаивания в темном месте в течение 15 - 20 дней путем отсасывания среднего слоя воды с помощью стеклянной трубки. Отсасывание проводят медленно и осторожно, чтобы не допустить нарушения осадка и засасывания поверхностного слоя пробы. Сгущенную таким способом пробу взбалтывают и, замерив, ее объем, переносят в сосуд меньшего размера (Усачев, 1961)

При сгущении проб фильтрационным методом используют "предварительные", а, при необходимости (если размеры планктонных организмов очень малы), и бактериальные фильтры. При этом пробы воды предварительно не фиксируют, и фитопланктон изучают в живом состоянии. Для длительного хранения фильтр с осадком фиксируют в определенном объеме жидкости (Топачевский, Масюк, 1984).

Метод центрифугирования применяется обычно для концентрации живого материала проб, в которых плотность природного фитопланкона достаточно низка и прямое микроскопирование содержимого выборки затруднено. Этот метод позволяет сконцентрировать пробу в 10-50 раз (Федоров, 1979).

**Методы сбора проб фитобентоса**

Существующие методы отбора проб фитобентоса предусматривают сбор водорослей, обитающих на поверхности донных грунтов и отложений, в их толще (глубиной до 1 см) и в специфическом придонном слое воды толщиной 2-3 см. (Кузьмин, 1975) Для изучения видового состава фитобентоса достаточно извлечь на поверхность некоторое количество донного грунта с отложениями. На мелководье (до 0,5-1,0 м глубины) это достигается с помощью опущенной на дно пробирки или сифона - резинового шланга со стеклянными трубками на концах, в который засасывают наилок. На больших глубинах качественные пробы отбирают с помощью ведерка или стакана, прикрепленного к палке, а также различными грабельками, "кошками", драгами, дночерпателями, илососами, из которых наиболее прост в изготовлении и удобен в работе илосос Перфильева. Основная часть этого прибора - U-образная трубка с неравными концами. К короткому концу трубки подведена тонкая металлическая трубочка, к которой присоединен длинный резиновый шланг с зажимом на свободном конце. На этом же конце U-образной трубки с помощью резиновой пробки закреплена широкогорлая склянка. На длинном открытом конце трубки прикреплен груз. Прибор с помощью веревки опускают на дно водоема, где под действием груза длинный конец U-образной трубки врезается в толщу донных отложений; после этого конец резинового шланга, оставшийся на поверхности, освобождают от зажима, давая выход воздуху, и ил с силой засасывается в банку через длинный конец трубки. Затем прибор извлекают на поверхность, и содержимое банки переносят в приготовленную для пробы посуду. Для отбора количественных проб фитобентоса используют микробентометр Владимировой. Основная часть его - латунная трубка длиной 25-30 см с внутренним диаметром 4-5 см, на основании которого рассчитывают площадь внутреннего сечения трубки. На верхнем конце этой трубки находится втулка с конусообразной воронкой, в которую на рычаге герметически входит притертая крышка-клапан. Трубку с открытой крышкой на разборной деревянной штанге опускают на дно и врезают заточенным нижним концом в толщу донного грунта на несколько сантиметров. Потянув за веревку, закрепленную на свободном конце рычага, закрывают верхнюю втулку трубки крышкой, после чего прибор осторожно извлекают на поверхность. При выходе трубки из воды нижнее отверстие трубки закрывают ладонью, чтобы не допустить выпадения грунта. Открыв крышку, осторожно сливают верхние слои воды в стеклянную посуду до появления мути. Эту первую порцию воды, содержащую планктонные организмы, выливают за борт. Оставшиеся в трубке воду, ил и грунт легко встряхивают и переносят в приготовленную для пробы посуду, предварительно замерив ее объем. Микробентометр Владимировой удобен в работе на глубинах 2,0-2,5 м. Модели микробентометра предложены также В. С. Травянко и Л. В. Евдокимовой (Вассер с соавт., 1989).

**Этикетирование и фиксация проб, ведение полевого дневника**

Весь собранный материал делят на две части с целью дальнейшего изучения водорослей в живом и фиксированном состоянии. Живой материал помещают в стерильные стеклянные сосуды, пробирки, колбы, баночки, закрытые ватными пробками, не заполняя их доверху, или в стерильные бумажные пакеты.

Материал, подлежащий фиксации, помещают в чисто вымытую и высушенную нестерильную стеклянную посуду (пробирки, бутылки, баночки), плотно закрытую резиновыми или корковыми пробками. Водные пробы фиксируют 40%-м формальдегидом, который добавляют к пробе в соотношении 1 : 10. Водоросли, находящиеся на твердом субстрате (на бумажных фильтрах, гальке, пустых раковинах моллюсков и т. п.), заливают 4%-м раствором формальдегида. Хорошую сохранность водорослей и их окраски обеспечивает также раствор формальдегида и хромовых квасцов (5 мл 4 % -го формальдегида и 10 г К2SO4oСг2(SO4)3o24H2O в 500 мл воды). В полевых условиях можно также использовать раствор иода с иодидом калия (10 г КJ растворяют в 100 мл воды, добавляют 3 г кристаллического иода и еще 100 мл воды, встряхивают до полного растворения кристаллов, хранят в темной склянке в течение нескольких месяцев), который добавляют к пробе в соотношении 1:5. Герметически закупоренные фиксированные пробы можно хранить в темном месте в течение длительного времени (Бульон, Лаврентьева, 1984).

Все собранные пробы тщательно этикетируют. На этикетках указывают номер пробы, время и место сбора и фамилию сборщика. Эти же данные параллельно фиксируют в полевом дневнике, в который, кроме того, заносят результаты измерений рН, температуры воды и воздуха, схематический рисунок и подробное описание исследуемого водоема, развивающейся в нем высшей водной растительности и другие наблюдения (Вассер с соавт., 1989)

**Методы качественного изучения материала**

Собранный материал предварительно просматривают под микроскопом в живом состоянии в день сбора, чтобы отметить качественное состояние водорослей до наступления изменений, вызванных хранением живого материала или фиксацией проб (образование репродуктивных клеток, переход в пальмеллевидное состояние, разрушение клеток, колоний, потеря жгутиков и подвижности и т. д.). В дальнейшем собранный материал продолжают изучать параллельно в живом и фиксированном состоянии. Работа с живым материалом является необходимым условием успешного изучения водорослей, изменяющих при фиксации форму тела, форму и окраску хлоропластов, теряющих жгутики, подвижность или даже полностью разрушающихся в результате воздействия фиксаторов. Чтобы сохранить собранный материал живым, следует всячески оберегать его от перегрева, загрязнения фиксаторами, а к изучению приступать как можно скорее.

Водоросли в живом состоянии в зависимости от их размеров и других особенностей изучают с помощью бинокулярной стереоскопической лупы (МБС-1) или чаще с помощью световых, микроскопов различных марок с использованием разных систем окуляров и объективов, в проходящем свете или методом, фазового контраста, с соблюдением обычных правил микроскопирования.

Для микроскопического изучения водорослей готовят препараты: на предметное стекло наносят каплю исследуемой жидкости и накрывают ее покровным стеклом. Если водоросли обитают вне воды, их помещают в каплю водопроводной воды или оводненного глицерина. При длительном изучении препарата жидкость под покровным стеклом постепенно подсыхает, и ее следует добавлять. Для уменьшения испарения по краям покровного стекла наносят тонкий слой парафина (Федоров, 1979).

При необходимости длительных наблюдений над одним и тем же объектом хороший результат дает метод висячей капли. На чистое покровное стекло наносят маленькую каплю исследуемой жидкости, после чего покровное стекло, края которого покрыты парафином, парафиновым маслом или вазелином, накладывают каплей вниз на специальное предметное стекло с лункой посередине так, чтобы капля не касалась дна лунки. Такой препарат можно изучать в течение нескольких месяцев, сохраняя его в перерывах между работой во влажной камере (Топачевский, Масюк, 1984).

При изучении водорослей, имеющих монадную структуру, серьезной помехой служит их подвижность. Однако при подсыхании препарата движение постепенно замедляется и приостанавливается. Замедлению движения способствует также осторожное нагревание препарата или добавление вишневого клея. Подвижные водоросли рекомендуется фиксировать парами оксида осмия (IV) (при этом хорошо сохраняются жгутики), кристаллического иода (фиксация парами иода позволяет не только сохранить жгутики, но и окрасить крахмал, если он есть, в синий цвет, что имеет диагностиче-ское значение), 40 %-го формальдегида, слабым раствором хлоралгидрата или хлороформом. Длительность экспозиции над парами фиксаторов устанавливают экспериментально, в зависимости от специфики объекта. Наиболее удобны для изучения слабо фиксированные препараты, в которых часть водорослей потеряла подвижность, а другие продолжают медленно двигаться. Препараты следует изучать немедленно после фиксации, так как в течении короткого периода времени водоросли (особенно лишенные клеточных оболочек) деформируются (Экологический мониторинг, 1995).

**Методы изготовления постоянных препаратов**

Для изготовления постоянных препаратов используют глицерин-желатину. Одну весовую часть желатины настаивают в 6 весовых частях дистиллированной воды на протяжении нескольких часов, затем добавляют 7 весовых частей чистого глицерина и кристаллик антисептика, например, тимола или карболовой кислоты. Смесь нагревают на водяной бане, помешивая стеклянной палочкой, до полного растворения желатины. Для осаждения мути прибавляют сырой яичный белок и фильтруют через бумажный фильтр, пользуясь воронкой для горячего фильтрования и часто меняя бумагу. Остывшая глицерин-желатина должна быть прозрачной. При употреблении ее расплавляют нагреванием на водяной бане. Эта среда хорошо смешивается с водой, поэтому при ее применении отпадает необходимость в продолжительной сушке материала.

Препараты готовят следующим образом: водоросли из воды переносят в каплю глицерина и на некоторое время оставляют подсохнуть; затем каплю расплавленной глицерин-желатины наносят на нагретое предметное стекло, переносят в нее водоросли и накрывают покровным стеклом; после полного застывания глицерин-желатины края покровного стекла покрывают лаком. Такие препараты можно хранить в горизонтальном положении в течение нескольких лет.

Еще дольше сохраняются препараты, заключенные в канадский бальзам или в синтетические смолы на метилметакрилатной основе. Последние быстро твердеют, прозрачны, химически нейтральны и обладают подходящим индексом светопреломления. Перед заключением в канадский бальзам или синтетические смолы материал должен быть полностью обезвожен проводкой через спирты возрастающей крепости до абсолютного и гвоздичное масло или ксилол, которые способствуют его просветлению. Материал, окрашенный методом Гимза, помещают в кедровое масло, со временем застывающее, в котором краски сохраняются неограниченно долго.

Особые методы изготовления препаратов применяют при изучении Bacillariophyta, Dinophyta и Desmidiales, систематика которых базируется на структуре клеточных покровов. Подготовка диатомовых к микроскопированию заключается в уничтожении всех органических веществ, затемняющих структуру панциря. Это достигается либо прокаливанием материала, либо обработкой его концентрированными минеральными кислотами, в частности серной кислотой. При использовании первого метода каплю суспензии, освобожденную от примесей и содержащую клетки диатомовых, наносят на чистое обезжиренное покровное стекло, подсушивают и, поместив на слюдяную пластинку, прокаливают над пламенем горелки или на электрической плитке до полного сгорания всех органических веществ (в течение получаса и более). При изучении бентоспых диатомей, обладающих мощными панцирями, прокаливание проводят в электропечи при температуре 450°С. Если покровные стекла при продолжительном нагревании плавятся, материал прокаливают на слюдяных пластинках, а затем переносят на покровные стекла. Метод прокаливания позволяет сохранить наиболее мелкие и нежные панцири планктонных видов, не нарушает естественное расположение клеток в колонии, требует небольшого количества исследуемого материала. Однако образцы, загрязненные большим количеством органических веществ, лучше обрабатывать химическим способом (Диатомовые водоросли, 1974).

При холодной обработке кислотами пробы предварительно очищают от грубых органических и минеральных примесей на часовых стеклах, отмывают от формалина и солей дистиллированной водой путем отстаивания или центрифугирования. Полученный осадок на несколько суток заливают концентрированной серной кислотой, затем добавляют несколько кристаллов дихромата или нитрата калия и несколько раз промывают дистиллированной водой с последующим центрифугированием до полного отмывания от кислоты.

Наряду с холодным методом применяют горячую обработку кислотами. При этом водоросли предварительно кипятят в течение 10-15 с в разбавленной соляной кислоте, а затем отмывают от нее. Полученный осадок с минимальным количеством воды переносят в колбу, добавляют четырех-пятикратное по объему количество концентрированной серной или азотной кислоты, заполняя колбу не более чем наполовину, и кипятят на водяной или песчаной бане под вытяжкой в течение 15 мин - 1 ч. Побуревшую массу осветляют добавлением кристаллов КNОз. После ее охлаждения оса-док пипеткой переносят в пробирку с водой, осторожно добавляя кислоту с диатомовыми в воду, чтобы избежать вскипания и разбрызгивания кислоты, и отмывают осадок до нейтральной реакции.

Полученный после прокаливания или обработки кислотами материал консервируют 2-3 %-м формальдегидом для последующего хранения или непосредственно используют для изготовления постоянных препаратов. С этой целью на тонкие, чистые, обезжиренные покровные стекла наносят суспензию с клетками диатомей и высушивают. На предметное стекло помещают небольшое количество синтетической смолы (плевракс, гиракс и др.) с индексом светопреломления выше 1,6, растапливают ее над пламенем горелки и накрывают покровным стеклом с исследуемым материалом, осторожно надавливая на него и разравнивая среду тонким равномерным слоем. Излишки среды снимают с помощью ксилола (Вассер с соавт., 1989).

Диатомовые, обладающие очень тонкими и нежными панцирями, изучают на сухих препаратах с воздушной средой. Для их изготовления суспензию с клетками диатомовых наносят на покровное стекло, высушивают, кладут на предметное стекло и заклеивают по краям лаком.

При изучении Desmidiales и панцирных Dinophyta материал обрабатывают жавелевой водой, способствующей его осветлению. Для приготовления жавелевой воды в 100 частях воды растирают 20 частей хлорной извести, доливают 100 частей 15%-го раствора карбоната калия и отстаивают в течение нескольких часов, после чего смесь многократно взбалтывают. К фильтрату постепенно добавляют раствор карбоната калия до прекращения появления осадка. После повторной фильтрации жидкость сливают в плотно закрывающийся сосуд из темного стекла и хранят в темноте. Исследуемый материал осаждают центрифугированием, осадок заливают на 1-2 суток жавелевой водой, плотно закрывая сосуд пробкой. Обработанный таким образом материал 2-3 раза отмывают дистиллированной водой. Панцири динофитовых для выявления их структуры рекомендуют после просветле-ния жавелевой водой подкрашивать трипановым голубым или спиртовым раствором иода.

Для декальцинирования водорослей, инкрустированных известью (например, Charophyceae), или живущих в известковых породах (сверлящие водоросли), применяют молочную кислоту, способствующую также просветлению препарата, а при отсутствии ее используют соляную кислоту (Топачевский, Масюк, 1984).

**Методы измерения размеров водорослей**

При изучении видового состава водорослей измеряют их размеры, являющиеся важными диагностическими признаками. Для измерения ми-кроскопических объектов применяют окуляр-микрометр с измерительной линейкой. Цену делений окуляр-микрометра определяют с помощью объект-микрометра (предметное стекло с нанесенной на ней линейкой, цена каждого деления которой 10 мкм), индивидуально для каждого микроскопа и объектива. При изучении линейных размеров водорослей желательно проводить измерения возможно большего количества экземпляров (10-100) с последующей статистической обработкой полученных данных.

Все изучаемые объекты следует тщательно зарисовывать с помощью рисовальных аппаратов (РА-4, РА-5) и параллельно фотографировать, пользуясь микрофотонасадкой (МФН-1, МФН-2).

При идентификации водорослей следует добиваться точности определения. Изучая оригинальный материал, необходимо отмечать любые, даже незначительные отклонения от диагноза в размерах, форме и других морфологических особенностях, фиксировать их в своих описаниях, на рисунках, микрофотографиях.

При качественной обработке проб желательно определить частоту встречаемости отдельных видов, пользуясь для этого условными обозначениями. Существуют различные шкалы для оценки частоты встречаемости водорослей. В качестве примера ниже приводится шкала Стармаха:

+ - очень редко (вид присутствует не в каждом препарате);

1 - единично (1-6 экземпляров в препарате);

2 - мало (7-16 экземпляров в препарате);

3 - порядочно (17-30 экземпляров в препарате);

4 - много (31- 50 экземпляров в препарате);

5 - очень много, абсолютное преобладание (более 50 экземпляров в препарате).

(Экологический мониторинг, 1995г.)

**Методы количественного учета водорослей**

Количественному учету могут подвергаться только количественные пробы фитопланктона и фитобентоса. Данные о численности водорослей являются исходными для определения их биомассы и пересчета других количественных показателей (содержания пигментов, белков, жиров, углеводов, витаминов, нуклеиновых кислот, зольных элементов, интенсивности дыхания, фотосинтеза и т. д.) на одну клетку или на единицу биомассы. Численность водорослей может быть выражена в количестве клеток, ценобиев, колонии, отрезков нитей определенной длины и др.

Подсчет численности водорослей осуществляют на специальных счетных стеклах (разграфленных на полосы и квадраты), на поверхность которых штемпель-пипеткой определенного объема (большей частью 0,1 см3) наносят каплю воды из тщательно перемешанной исследуемой пробы. При отсутствии счетного стекла можно пользоваться обычным предметным стеклом при условии перемещения его на столике микроскопа с помощью препаратоводителя. Если нет штемпель-пипетки, используют обычную градуированную пипетку, отрезав нижнюю оттянутую ее часть, чтобы сделать входное отверстие шире. Для учета численности водорослей применяют также счетные камеры Нажотта объемом 0,01 см3, "Учинскую" (0,02 см3) и др. Можно пользоваться также камерами, применяемыми для подсчета форменных элементов крови - Горяева, объемом 0,9 мм3, Фукса-Розенталя и др. При использовании камер Горяева и Фукса-Розенталя покровное стекло тщательно притирают к боковым поверхностям предметного счетного стекла до появления колец Ньютона, а затем заполняют камеру каплей исследуемой пробы с помощью пипетки. В зависимости от количества организмов в исследуемой пробе можно просчитывать либо все, либо часть дорожек (квадратов) на поверхности счетного стекла. Необходимо обязательно проводить повторные подсчеты нескольких (не менее трех) капель из одной и той же пробы, каждый раз отбирая пипеткой образец для подсчета после тщательного взбалтывания пробы.

**Расчет численности фитопланктона.**

При исследовании количественных проб фитоплактона (или культуральной суспензии водорослей) пересчет численности организмов на 1 л воды производят по формуле:

N=n\*k(A/a)\*v\*(100/V)

где N - количество организмов в 1 л воды исследуемого водоема (культуральной жидкости);

k - коэффициент, показывающий во сколько раз объем счетной камеры меньше 1 см3;

n - количество организмов, обнаруженных на просмотренных дорожках (квадратах);

А - количество дорожек (квадратов) на счетной пластинке (в камере);

а-количество дорожек (квадратов). на которых производился подсчет водорослей;

V - первоначальный объем отобранной пробы (см3);

V - объем сгущенной пробы (см3).

Расчет численности бентоса и перифитона.

При изучении количественных проб фитобентоса, в которых обычно преобладают сравнительно крупные организмы, пользуются преимущественно штемпель-пипеткой объемом 0,1 см3. Расчет численности водорослей в пробах бентоса и перифитона ведут на 10 см2 поверхности субстрата по формуле:

N=n\*10\*v/S\*10

где N - количество организмов на 10 см2 поверхности субстрата;

n - число организмов в просчитанной капле воды объемом 0,1 см3;

V - объем пробы (см3);

S - площадь сечения трубки в микробентометре (для бентосных проб) или площадь поверхности субстрата, с которого смыты водоросли (для проб обрастании) (см2)

(Экологический мониторинг, 1995 г.)

Количественное содержание водорослей в пробах наиболее полно отражают показатели их биомассы, которые определяют с помощью счетно-объемного, весового, объемного, разнообразных химических (радиоуглеродного, хлорофиллового и др.) методов.

Для определения биомассы водорослей счетно-объемным методом необходимо располагать данными об их численности в каждой конкретной пробе для каждого вида отдельно и их средних объемах (для каждого вида из каждой конкретной пробы). Существуют разные методы определения объема тела водорослей. Наиболее точным считается стереометрический метод, при использовании которого тело водоросли приравнивается к какому-нибудь геометрическому телу или комбинации таких тел, после чего объемы их вычисляют по известным в геометрии формулам на основании линейных размеров конкретных организмов. Иногда пользуются готовыми, вычисленными ранее средними объемами тела для разных видов водорослей, которые приводятся в работах многих авторов. Относительную плотность по воде пресноводных водорослей принимают обычно за 1,0-1,05. Биомассу рассчитывают для каждого вида отдельно, а затем суммируют. Счетно-объемный метод определения биомассы широко используют в практике гидробиологических исследований при изучении количественных соотношений различных компонентов биоценозов, закономерностей распределения водорослей в различных биотопах одного и того же водоема или в разных водоемах, сезонной и многолетней динамики развития водорослей и др.

При интенсивном развитии водорослей можно пользоваться весовым методом. При этом исследуемую пробу фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный бумажный фильтр (параллельно через контрольные фильтры фильтруют дистиллированную воду). Затем фильтры взвешивают и сушат в сушильном шкафу при 100°С до постоянной массы. На основании полученных данных вычисляют сухую и сырую массу осадка. В дальнейшем путем сжигания фильтров в муфельной печи можно определить содержание в осадке органических веществ.

Недостатки этого метода заключаются в том, что он дает представление лишь о суммарной массе всех взвешенных в пробе органических и неорганических веществ, живых организмов и неживых примесей, животного и растительного происхождения. Вклад представителей отдельных таксонов в эту суммарную массу можно лишь приблизительно выразить в массовых долях после подсчета под микроскопом их соотношения в нескольких полях зрения.

Наиболее полное представление о биомассе водорослей можно получить, сочетая несколько разных методов исследования.