

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

О. Г. Воропаева

Экологическая альгология с основами биоиндикации

Текст лекций

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета для студентов,
обучающихся по специальности Биология*

Ярославль 2009

УДК 574+58
ББК Е 082.3я73+ Е 591.2 я73
В 75

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2009 года*

Рецензенты:

В. М. Степанова, канд. биол. наук, доцент кафедры
защиты растений ЯГСХА;
кафедра ботаники ЯГПУ им. К. Д. Ушинского

**Воропаева, О. Г. Экологическая альгология с основами
биоиндикации:** текст лекций / О. Г. Воропаева; Яросл. гос.
В 75 ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2009. – 84 с.

ISBN 978-5-8397-0669-9

В тексте лекций рассматриваются вопросы формирования и динамики фитопланктона, фитобентоса и фитоперифитона под влиянием экологических факторов, анализируются явление «цветения» пресных водоемов и факторы, его вызывающие. Затронута проблема первичного продуцирования, биоиндикации по альгофлоре.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 020201 Биология (дисциплина «Экологическая альгология», блок ДС), очной формы обучения.

УДК 574+58
ББК Е 082.3я73+ Е 591.2 я73

ISBN 978-5-8397-0669-9

© Ярославский государственный
университет им. П. Г. Демидова,
2009

Лекция 1. Экологические группировки водорослей пресных водоемов и факторы, определяющие их развитие

В пресных водоемах в зависимости от экологических факторов (биотических и абиотических) формируются экологические группировки: фитопланктон, фитонейстон, фитобентос, фитоперифитон. Их еще называют альгоценозами. Фитопланктон, как правило, формируют водоросли микроскопические, они распределяются в толще воды. Фитонейстон – поверхностная пленка из микроскопических водорослей. Фитобентос – макро- и микроскопические формы, связанные в своем развитии с дном водоема. Фитоперифитон – водоросли обрастаний естественных и искусственно внесенных в воду предметов, не находящихся в придонном слое и не испытывающих на себе влияние дна.

На состав и распределение водорослей в экологических группировках оказывают влияние абиотические и биотические факторы. К абиотическим относятся физические и химические факторы среды, к биотическим – взаимоотношения водорослей в группировках между собой, а также с растениями и животными водоема. Адаптация водорослей, как и других живых организмов, к факторам среды может происходить как за счет уже имеющегося генофонда (физиологической адаптации), так и за счет изменения генофонда (генотипической адаптации).

Одним из главных абиотических факторов в водной среде является свет. Количество солнечной энергии, достигающее до поверхности воды, зависит от географической широты и изменяется в связи с погодными условиями. Сильнее всего поглощаются лучи длинноволновой части спектра, поэтому при достаточной толщине вода совсем не пропускает эти лучи. На тех глубинах, где водоросли ощущают недостаток красных лучей, а для нормального хода фотосинтеза необходим весь солнечный спектр, у них вырабатывается дополнительный красный пигмент.

Синезеленые водоросли, выращиваемые в культуре в условиях освещения зеленым светом, становились красновато-коричневыми, а в условиях освещения красным светом – синезелеными. Это объясняется изменениями соотношения вырабаты-

ваемых ими пигментов (фикоэритрина и фикоцианина) и называется хроматической адаптацией. Впервые это обнаружили Энгельман и Гайдуков.

Присутствие в воде водоема окрашенных примесей (гумусовых веществ), придающих ей желтоватую или коричневатую окраску, обуславливает дополнительное поглощение коротковолновой части спектра.

Мутность обуславливается наличием в воде взвешенных частиц органического и неорганического происхождения. В зависимости от прозрачности водоема распределения водорослей идет от поверхностного слоя до 10–15 м вглубь. Самые требовательные к свету – зеленые и синезеленые водоросли, диатомовые обычно опускаются до более глубоких слоев. Зеленые водоросли, живущие в эвфотической зоне на глубине, содержат больше хлорофилла *b*, чем живущие на мелководье. Уровень светового насыщения зависит от того, к какой интенсивности света адаптированы водоросли. Многие виды водорослей могут существовать в условиях низкой освещенности и даже в темноте, переходя на гетеротрофное питание. При слабом свете отмечено, что сумма всех хлорофиллов и отношение хлорофиллов b/a больше, чем при сильном свете, а при сильном свете отношение каротиноидов к хлорофиллу *a* больше, чем при слабом свете.

Важная характеристика эффективности работы фотосинтетического аппарата – ассимиляционное число (АЧ), выражающееся отношением ассимилированной за 1 час углекислоты к количеству хлорофилла. Эта величина зависит от таксономического положения водорослей.

Оптимизирует процесс фотосинтеза у водорослей способность хлоропластов к перемещению, а также изменение расположения тилакоидов. Светозащитную роль у синезеленых водорослей могут выполнять газовые вакуоли, которые при сильном освещении располагаются по периферии клетки, образуя защитный слой, а при слабом смещаются в толщу клетки. При слишком высокой интенсивности света у водорослей, адаптированных к меньшей освещенности, происходит инаktivация молекул хлорофилла либо светозависимое накопление каротиноидов.

Многие водоросли обладают способностью расти и синтезировать хлорофилл и в темноте. Так, культура *Scenedesmus acutus* в течение восьми лет полной темноты сохранила зеленый цвет, а при перенесении на свет сохранила фотохимическую активность.

В настоящее время доказано, что у низших растений процесс образования хлорофилла может быть зависимым от света, а также может осуществляться специфическими ферментами без участия света, хотя детальный механизм последнего не установлен.

Факультативная гетеротрофность для многих водорослей признана обычным явлением. Способность к гетеротрофному росту является противоаварийным механизмом продукционного процесса, тем более, что в водоемах на всех глубинах присутствует растворенное органическое вещество, источником которого являются сами планктонные водоросли.

Солнечная ультрафиолетовая радиация является стрессовым фактором, который влияет на фотосинтез, ростовые процессы, накопление пигментов. Солнечная ультрафиолетовая радиация может вызывать как обратимое фотоингибирование, так и необратимое с повреждением клеточных структур и часто ДНК клетки, что приводит к появлению мутантных форм. Особо опасно хроническое фотоингибирование. Чтобы снизить эффект ультрафиолетовой радиации, в ходе эволюции у водорослей выработались приспособительные механизмы. Установлено, что фитопланктон в условиях ультрафиолетовой радиации продуцирует стрессовые белки, а также меняет аминокислотный состав.

Важным экологическим фактором, воздействующим на пресноводные водоросли, является температура. Ее влияние часто связано с прямым действием тепла, а также действием через термическую стратификацию водной массы. Расслоение водной массы приводит к тому, что обогащенные необходимыми для развития водорослей биогенными элементами глубинные воды изолируются от зоны, в которой происходят фотосинтетические процессы, тем самым развитие водорослей заметно снижается. Водоросли не одинаково относятся к температурному фактору: одни развиваются в широком температурном интервале, другие – в прохладное или теплое время года. Сезонная сукцессия видов водорослей в водоеме часто определяется изменением температуры. Однако