

Факторы, лимитирующие первичную продукцию в наземных и водных сообществах



Содержание:

1. Определение первичной продукции
2. Факторы, лимитирующие первичную продукцию:

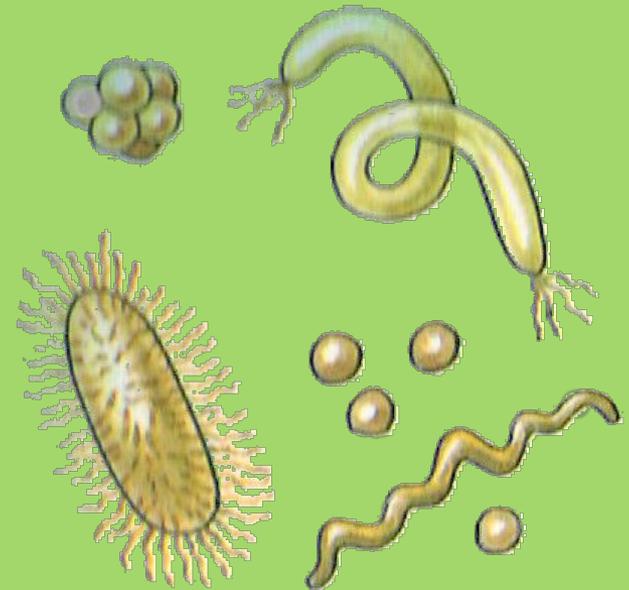
В наземных сообществах:

- А) Солнечный свет;
- Б) Вода;
- В) ИПЛ.

В водных сообществах:

- А) Биогенные элементы;
- Б) Океанические апвеллинги;
- В) Свет.

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ - продукция автотрофных организмов, в основном зелёных растений, а также хемосинтезирующих бактерий. Различают валовую ПП, равную общему количеству продуктов фотосинтеза за определённый отрезок времени, и чистую ПП, равную разности между валовой ПП и той её частью, которая была



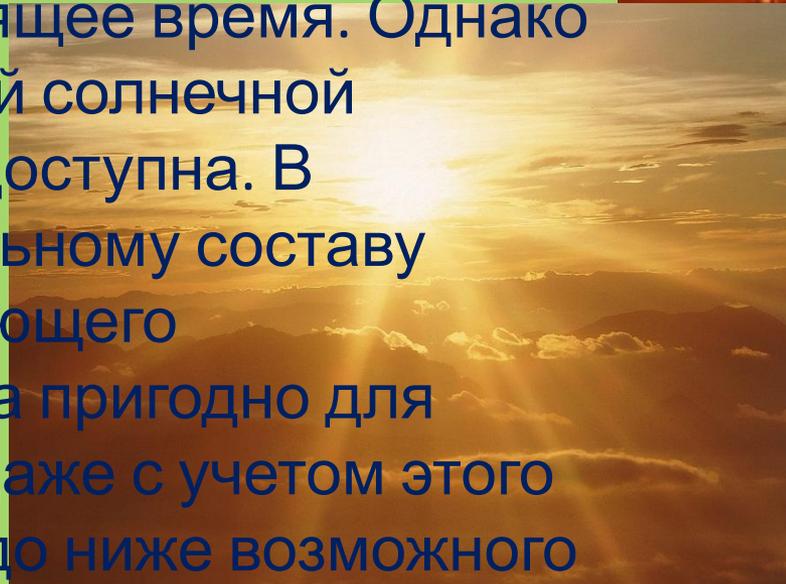
Факторы, лимитирующие первичную продукцию:

1. В наземных сообществах.

Солнечный свет, двуокись углерода, вода и минеральные соли — ресурсы, требующиеся для создания первичной продукции на суше. В то же время на скорость фотосинтеза большое влияние оказывает температура. Обычно в атмосфере содержится около 0,03 % CO_2 . Хотя вблизи растений эта концентрация меняется, она обычно не играет заметной роли в лимитировании продуктивности на суше. С другой стороны, качество и количество света, наличие воды и биогенных элементов, а также температура — сильно изменчивые факторы, способные лимитировать первичную продукцию.

А) Солнечный свет.

В зависимости от местности на каждый квадратный метр земной поверхности ежеминутно падает от 0 до 5 Дж солнечной энергии. Если бы вся она фотосинтетически превращалась в биомассу (т.е. если бы КПД фотосинтеза составлял 100%), растительного материала создавалось бы на порядок или два выше, чем в настоящее время. Однако значительная доля этой солнечной энергии растениям недоступна. В частности, по спектральному составу только около 44% падающего коротковолнового света пригодно для фотосинтеза. Однако даже с учетом этого продукция будет гораздо ниже возможного



На протяжении части светового дня освещенность в пологе ниже оптимальной для фотосинтеза. Более того, даже при максимальной освещенности нижние листья большинства крон все же относительно затенены и почти наверняка способны фотосинтезировать более интенсивно.

Для C4 растений точка светового насыщения, видимо, никогда не достигается, следовательно, не исключено, что даже при самом ярком естественном освещении продукция действительно лимитирована недостатком фотосинтетически активной радиации. Однако, несомненно, доступный свет будет использоваться эффективнее при хорошей обеспеченности и остальными ресурсами. Свидетельство этому — гораздо более

высокая продукция сельскохозяйственных культур в сравнении с природными сообществами.



Б) Вода.



Вода — незаменимый ресурс и как составная часть клетки, и как участник фотосинтеза. Значительное ее количество расходуется при транспирации, особенно из-за необходимости значительное время держать устьица открытыми для получения CO_2 . Неудивительно, что продуктивность региона очень тесно связана с количеством выпадающих осадков. В засушливых областях ЧПП зависит от него почти линейно. Однако в более влажном лесном климате эта кривая рано или поздно выходит на плато.

Недостаток воды оказывает прямое воздействие на рост растений и приводит к разреживанию их сообществ. Такая растительность улавливает меньше солнечной радиации (значительная ее часть попадает на голую землю). Именно ее потери, а не сниженная скорость фотосинтеза, видимо, основная причина низкой продуктивности фитоценозов многих аридных местообитаний.

К этому выводу приводит сравнение продукции, приходящейся на единицу биомассы листьев, а не площади поверхности земли.



В) ИЛП

Индекс листовой поверхности (ИЛП) — отношение площади поверхности листьев к площади поверхности земли, над которой они находятся. У пустынной растительности ИЛП ниже, чем для леса. В приведенном выше примере разница в продукции в значительной степени связана именно с этим.



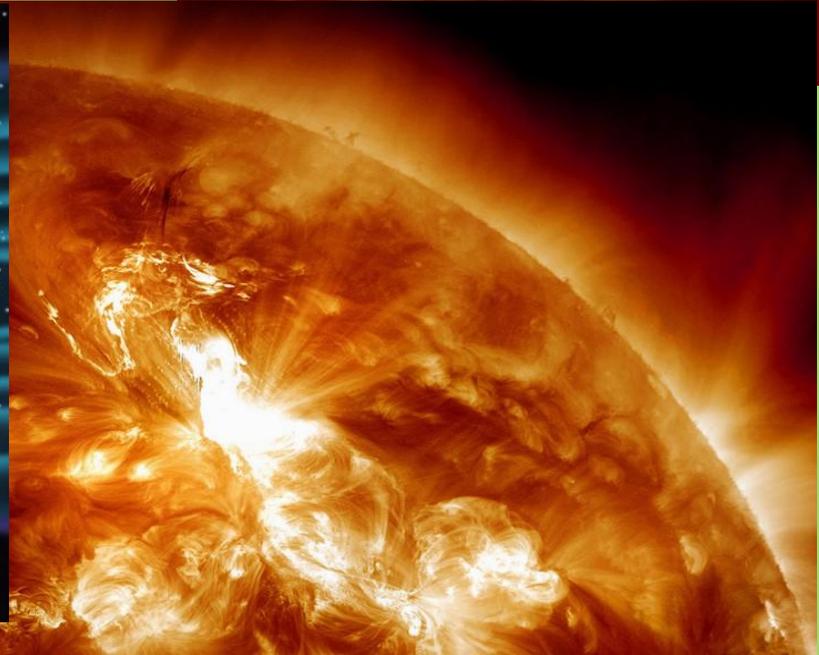
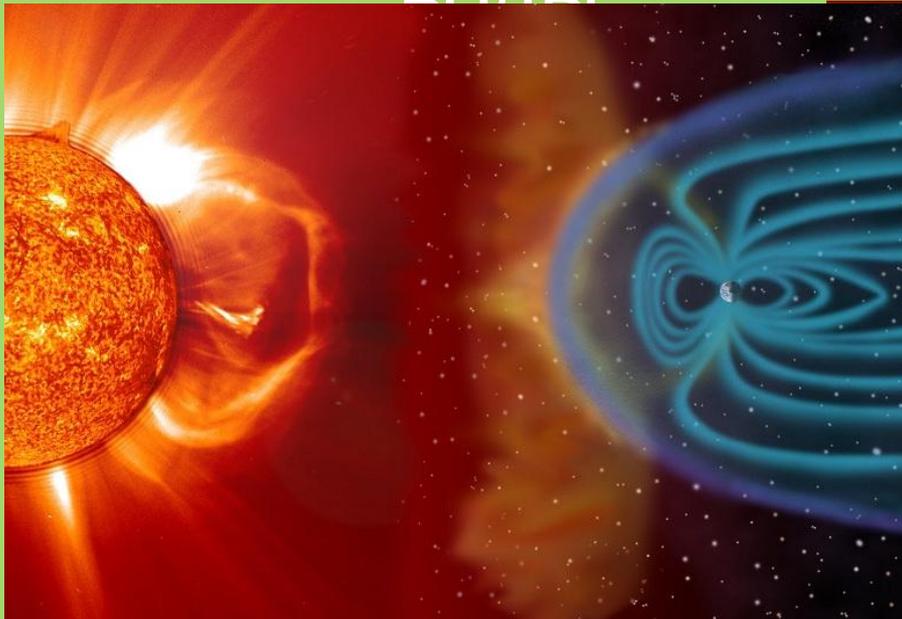
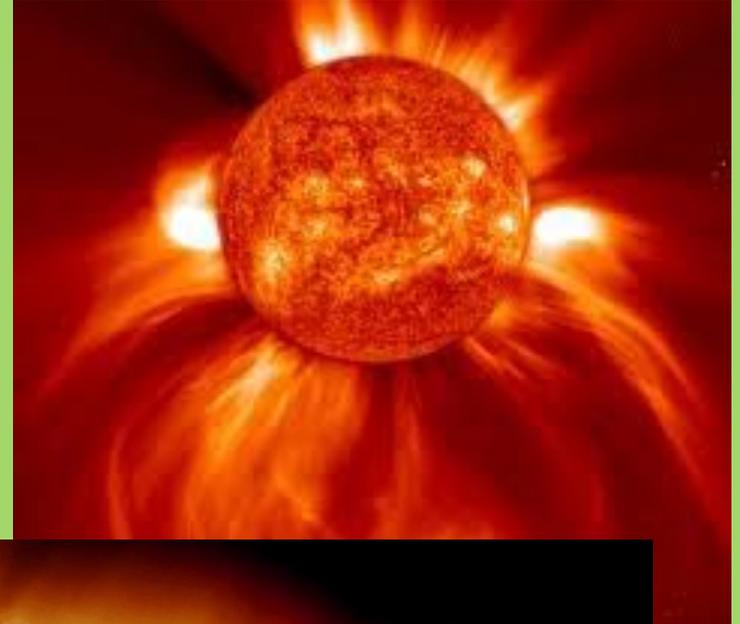
В целом по мере увеличения густоты полога можно ожидать, что повышение ИЛП будет увеличивать продукцию. Однако в конце концов из-за затенения нижние листья перестанут получать достаточно света для того, чтобы фотосинтез смог компенсировать потери энергии на дыхание. Дальнейшее повышение ИЛП ведет к снижению продукции.

A close-up photograph of several bright green leaves with prominent veins, set against a blurred background of more foliage. The leaves are the primary visual element, with the text overlaid on them.

ИЛП — не единственный структурный параметр, связанный с продукцией полога. Два других важных показателя — **угол наклона листьев и распределение их густоты по объему кроны**. При высокой освещенности продуктивность выше у кроны с большим наклоном верхушечных листьев. При этом меньшее поглощение света не снижает скорости фотосинтеза, в то время как листьям нижних ярусов света достается больше. Высокая продуктивность связана также с концентрацией листьев в верхней части кроны (за исключением случая горизонтального расположения верхушечных листьев).

Выводы о факторах, лимитирующих продукцию на суше.

Основные факторы,
лимитирующий продукцию
сообществ — количество
получаемой ими
солнечной радиации и
воды



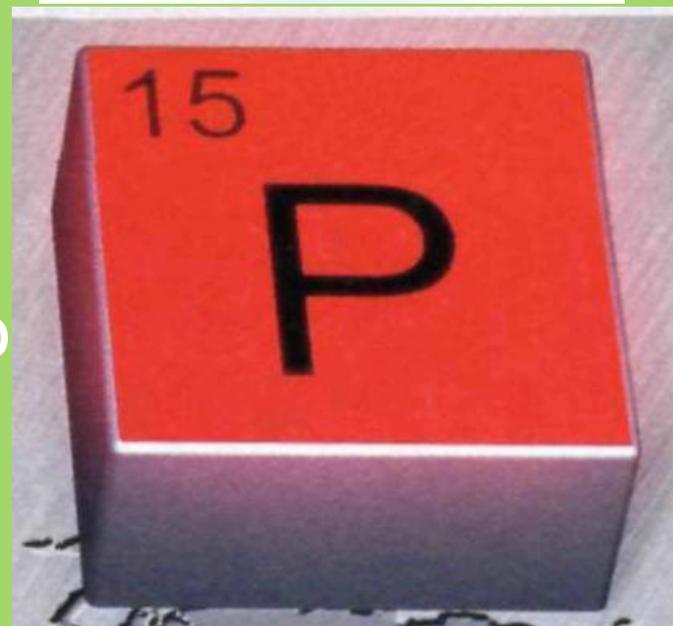
Во всех сообществах падающая радиация используется неэффективно. Причинами этого могут быть:

- а) недостаток воды, ограничивающий скорость фотосинтеза;
- б) нехватка необходимых минеральных солей, замедляющая скорость образования фотосинтезирующей ткани и снижающая эффективность фотосинтеза;
- в) летальная или слишком низкая для роста температура;
- г) недостаточное развитие почвы;
- д) падение значительной части радиации на голую землю из-за недостаточной сомкнутости полога (это может происходить из-за сезонности появления и опадения листвы, ее объедания фитофагами или уничтожения вредителями и болезнями);
- е) низкая эффективность фотосинтеза в листьях (даже при идеальных условиях в наиболее продуктивных сельскохозяйственных системах она редко бывает выше 10% ФАР).

2. В водных сообществах.

Факторы, чаще всего лимитирующие первичную продукцию в водной среде — **биогенные элементы, свет и интенсивность выедания.**

Среди первых важнейшую роль играют азот (обычно в форме нитрата) и фосфор (фосфат). В местах, где по той или иной причине концентрации биогенных элементов необычно высоки, существуют высокопродуктивные водные сообщества.



А) Биогенные элементы.

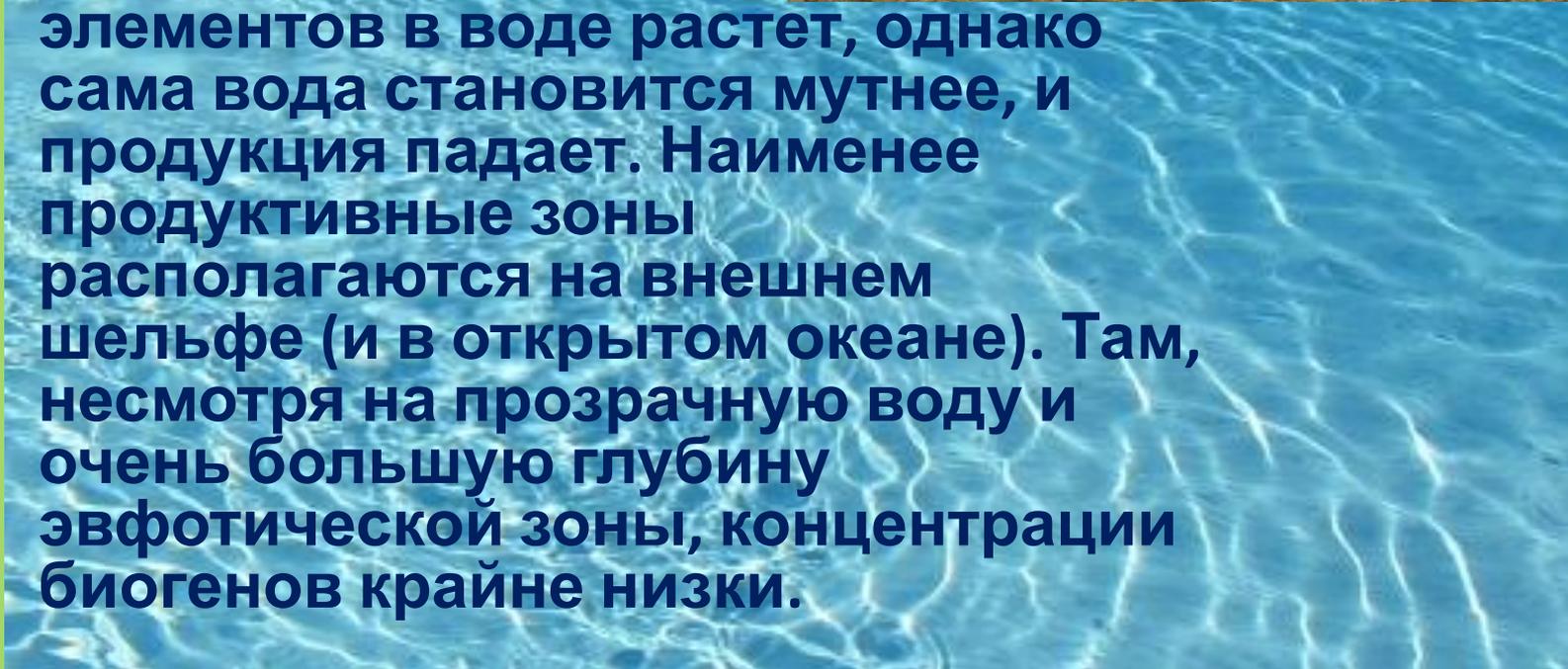
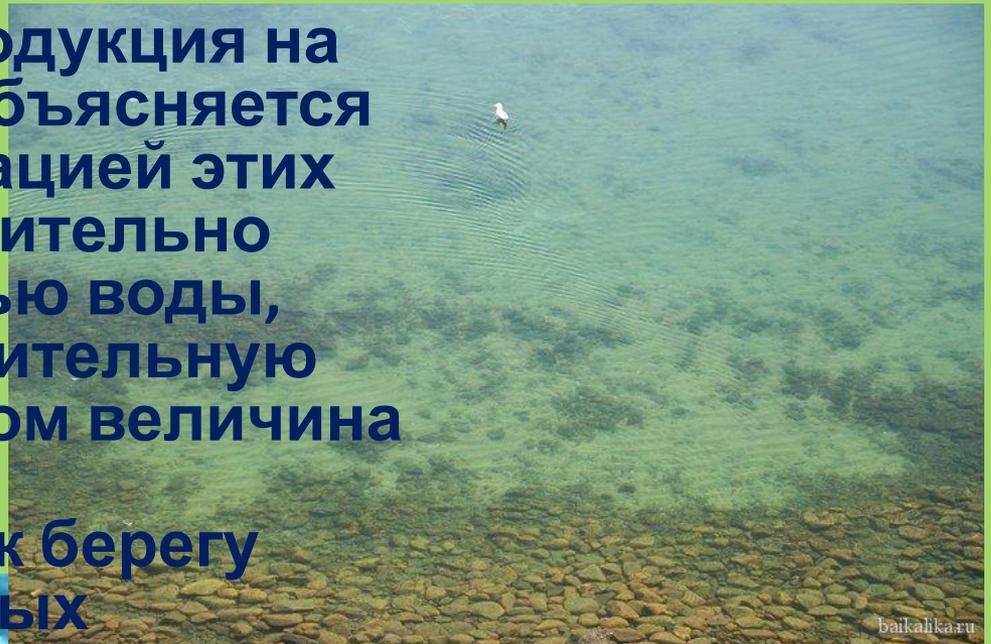
В озера биогенные элементы поступают при выветривании горных пород и эрозии почв в водосборных бассейнах, с дождем и в результате деятельности человека (удобрения и сточные воды). Озера очень сильно различаются по концентрации в них различных элементов. Данные, собранные в рамках МБП по всему миру, показывают, что особенно сильное лимитирующее влияние на продукцию оказывает содержание в воде фосфора.





Частично это должно быть результатом усиления освещенности и удлинения вегетационного периода. В низких широтах из-за более высокой скорости минерализации может быть выше и концентрация в озерах биогенных элементов. Не исключено, что тропическая дождевая вода богаче соединениями фосфора.

Особенно высокая продукция на внутреннем шельфе объясняется как высокой концентрацией этих элементов, так и относительно высокой прозрачностью воды, обеспечивающей значительную толщину слоя, в котором величина чистого фотосинтеза положительна. Ближе к берегу концентрация биогенных элементов в воде растет, однако сама вода становится мутнее, и продукция падает. Наименее продуктивные зоны располагаются на внешнем шельфе (и в открытом океане). Там, несмотря на прозрачную воду и очень большую глубину эвфотической зоны, концентрации биогенов крайне низки.



Б) Океанические апвеллинги.

Второй источник локально высоких концентраций биогенных элементов — **океанические апвеллинги**, наблюдающиеся в водах континентального шельфа, в тех местах, где ветры регулярно дуют параллельно берегу или под небольшим углом к нему. В результате поверхностные воды от него отгоняются, а на их место поднимаются придонные, более холодные и богатые элементами минерального питания (накопленными в ходе осаждения частиц).





Мощные апвеллинги могут возникать также вблизи подводных хребтов и в районах с очень сильными течениями. В местах выхода этих богатых биогенами вод на поверхность происходит резкое увеличение продукции фитопланктона («планктонное цветение»). Гетеротрофные организмы здесь получают обильную пищу, и в этих районах сосредоточен интенсивный рыбный промысел.

В) Свет.

Хотя концентрация лимитирующего биогенного элемента обычно определяет горизонтальную изменчивость продукции водных сообществ, в любом водоеме наблюдается также значительное сокращение продукции по вертикали — результат снижения освещенности. Глубина, на которой ВПП фитопланктона уравнивается его тратами на дыхание, называют компенсационным горизонтом. Ближе к поверхности ЧПП (ВПП — Д) положительна. Свет поглощается как молекулами воды, так и растворенным и взвешенным веществом. С глубиной освещенность падает по экспоненте. Вблизи поверхности света избыток, и здесь, особенно в солнечные дни, иногда происходит фотоингибирование фотосинтеза. Это, видимо, в значительной степени обусловлено такой высокой скоростью поглощения радиации пигментами, что ее энергия не может быть использована нормальным путем, а расходуется на деструктивные фотоокислительные реакции.

Список использованных источников:

1. М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. Экология. Особи, популяции и сообщества в 2 т. — Москва: Мир, 1989.
2. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Из-во Академии наук БССР, 329 с.
3. Розенберг Г. С., Мозговой Д. П., Гелашвили Д. Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. — Самара: СамНЦ РАН, 1999. — 397 с.