

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА У РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ ШИРОТ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Потапенко Т.О.

пгт. Джубга Краснодарский край, МАОУ СОШ № 35, 11 А класс

Руководитель: Хохлова М.Н., учитель биологии, МАОУ СОШ № 35,

пгт. Новомихайловский Краснодарский край

Актуальность исследовательского проекта: Земля имеет эллипсоидную форму и свет падает на ее поверхность неравномерно. Следовательно, в различных широтах уровень освещения будет различаться, а значит интенсивность фотосинтеза, напрямую зависящего от освещенности, тоже будет отличаться.

Потенциальная фотосинтетическая активность растений используется далеко не полно. Проблема сохранения, умножения и наилучшего использования фотосинтетической продуктивности растений – одна из важнейших в современном естествознании и практической деятельности человека.

Объектом исследования являются растения в разных широтах.

Предметом исследования является интенсивность фотосинтеза.

Гипотеза: Земля имеет эллипсоидную форму и свет падает на ее поверхность неравномерно. Следовательно, в различных широтах уровень освещения будет различаться, а значит интенсивность фотосинтеза, напрямую зависящего от освещенности, тоже будет отличаться.

Цель исследования: выяснить, от чего меняется интенсивность фотосинтеза растений разных широт.

Задачи исследования:

- изучить свет, температуру, влажность и другие факторы, влияющие на фотосинтез
- провести собственное исследование
- подвести итоги

Методы исследования:

- теоретический анализ научной литературы
- проведение анализа метеорологических данных в городах России в разных широтах для выявления факторов, влияющих на интенсивность фотосинтеза.

Теоретический этап исследования

Что такое фотосинтез?

Какова его роль на Земле?

Фотосинтез – образование высшими растениями, водорослями, фотосинтезирующими бактериями сложных органических веществ, необходимых для жизнедеятельности как самих растений, так

и всех других организмов, их простых соединений (например, углекислого газа и воды) за счет энергии света, поглощаемой хлорофиллом и другими фотосинтетическими пигментами.

Фотосинтез является вечным двигателем и хранителем жизни на Земле. Кроме того фотосинтез играет роль средообразующего фактора в биосфере Земли, обеспечивая газовый гомеостаз атмосферы, поглощая углекислый газ – продукт дыхания всех живых организмов – и выделяет кислород, необходимый для аэробно дышащих живых организмов. Также выделяемый им кислород поддерживает озоновый экран, защищающий все живое от губительного действия ультрафиолетовых лучей. Последнее создало условия для выхода жизни из океана на поверхности суши Земли. Таким образом, Фотосинтез зеленых растений в прямом и переносном смысле является и фактором, и условием жизни на Земле.

От каких факторов зависит фотосинтез

Экологические факторы – факторы, которые действуя на организм, вызывают у них приспособительные реакции.

Основными факторами процесса фотосинтеза считаются свет, температура, влага и эдафические (почвенные) факторы.

1. Температура. Тепловой режим – одно из важнейших условий существования организмов, т.к. все физиологические процессы возможны лишь при определенных температурах. Тепловой режим неодинаков на разных широтах и на разной высоте над уровнем моря. Температура влияет на анатомо-морфологические особенности организмов, оказывает воздействие на ход физиологических процессов, рост, развитие.

2. Свет является одним из важнейших факторов фотосинтеза, так как является источником необходимой лучистой энергии для биохимических процессов, т.е. участвует в образовании органических веществ. В жизни растения важно чтобы света было столько, чтобы в процессе фотосинтеза они продуцировали больше вещества, чем необходимо для протекания расходов на дыхание, т.е. должен быть обязательный положительный баланс, без которого не мыслим

рост и существование растения. Для процесса фотосинтеза растений весьма важно то, что на Земле нет таких зон, где бы растения не могли расти из-за недостатка света.

3. Вода. Для нормальной жизнедеятельности растения его клетки и ткани должны быть достаточно насыщены водой, особенно в тот период, когда в них активизируются жизненные процессы. Именно в это время содержание воды в клетках и тканях деятельных частей растений достигает 70-90%.

Вода используется растениями как исходный строительный материал, как источник водорода и кислорода при синтезе органических в-в, образующихся в результате фотосинтеза, вода участвует в разнообразных процессах превращения в-в и энергии.

Основной источник поступления воды в растения—почвенная влага. Источником воды в почве являются атмосферные осадки и грунтовые воды.

4. Влажность. Увлажнение территории определяется как количеством выпадающих осадков, так и испаряемостью с поверхности избыточно увлажненной почвы, однако последнее зависит от количества тепла. Именно соотношение между количеством осадков и суммой активных температур дает показатель, характеризующий увлажненность территории. Однако выпадающее количество осадков и испаряемость еще не дают полного представления о запасах влаги почве на конкретном участке. Очень важно значение для этой характеристики имеет учет рельефа местности, экспозиции склонов, глубины залегания грунтовых вод, а также структура и механический состав почвы, содержание в ней гумуса.

Поглощение растениями влаги из почвы осуществляется корнями. Вода в растения может частично поступать через листья в капельно-жидком состоянии (туман, роса, осадки). Образование росы, например, при ночных понижениях температуры помогает растениям лучше переносить почвенную засуху и формировать при этом относительно более высокий урожай, чем в случаях без образования росы.

Само понятие о недостаточном или избыточном увлажнении относительно, т.к. фактор влажности проявляется как функция других факторов жизни. Сочетание повышенной влажности почвы с обильным минеральным питанием и оптимальными температурами (15-20°C) способствует интенсивному фотосинтезу, быстрому росту растений и накоплению большей биомассы. При пониженных температурах (5-10°C) такое же повышенное увлажнение влияет уже отрицательно.

Эмпирический этап исследования

Климат и фотосинтез (фотосинтез растений различных климатических поясов)

Климат это средний многолетний режим погоды, а погода это состояние тропосферы в данной местности в данное время. Поэтому климат определяет совокупность растительных организмов на определенной территории, у которых их генетические потребности соответствуют климату этой территории. Нас интересуют умеренный, субтропический климатические пояса и степная зона.

Фотосинтез растений умеренного климатического пояса. Пояс расположен между 40° и 60° широтными параллелями и граничит с субарктическим и субтропическим поясами. Пояс является постоянным. Ярмо выражены все времена года: снежная зима сменяется весной, ей на смену приходит жаркое лето и снова наступает осень. Это самый широкий климатический пояс, северная часть которого в северном полушарии занята природной зоной тайги, более низких широт – смешанные и широколиственные леса, в континентальной части Евразии переходящий в степи и пустыни. Безусловно, в этих подзонах складываются свои природно-экологические условия, обеспечивающие формирование разных фитоценозов со своими особенностями фотосинтеза. Как показали исследования, характер дневного хода фотосинтеза у древесных пород умеренной зоны имеют общие черты, несмотря на различный уровень интенсивности. Как видим у всех отмечается депрессия фотосинтеза в полуденные часы. Это может быть связано с некоторым физиологическим «утомлением» при высоком утреннем пике, частичным замыканием устьиц к полудню, усилением дыхания в полуденные часы при повышении температуры или действием максимального излучения, оказывающего стрессовое воздействие. Общая закономерность фотосинтеза здесь такова: вечнозеленые хвойные ассимилируют слабее, чем лиственные. Еще важнейшей особенностью вечнозеленых хвойных пород является зимний фотосинтез при отрицательной температуре. Наблюдаемое поглощение CO₂ или прирост сухой массы в течение зимы был установлен для сосны ежовой и сосны ладанной на юге США.

У хвойных в районах с холодной зимой интенсивность фотосинтеза наблюдалась вплоть до точки замерзания или даже намного ниже. Так для сосны в Сибири отмечено протекание фотосинтеза в солнечные безветренные дни даже при температуре -25°C. Зимний фотосинтез для хвойных

необходим, так как из-за невысокой интенсивности фотосинтеза при низких летних температурах они не успевают накопить достаточного количества органики для жизненных процессов продолжительной зимы.

Фотосинтез лиственных пород при всех интенсивностях света идет интенсивнее, чем у хвойных. Так береза усваивает 3,8 мгСО₂/г сырой массы, бук – 3,7, дуб 2,5, а сосна – 0,9 и ель – 0,8. Общая закономерность здесь такова, что хвойные («вечнозеленые») породы ассимилируют слабее, чем лиственные. Отмечено, что обычный лист лучше приспособлен к фотосинтезу, чем хвоя. Несмотря на то, что интенсивность фотосинтеза у березы и ели отличается почти в 5 раз, в общем, они дают одинаковую общую годовую продуктивность. Относительная величина фотосинтеза лиственных пород во многом зависит от погодных условий. Если, например, сравнить фотосинтез теневыносливого бука со светолюбивой березой, то увидим, что при высокой влажности воздуха и слабой освещенности бук фотосинтезирует интенсивнее, а при сухой погоде и сильной освещенности энергичнее фотосинтезирует береза. Дуб ведет себя вообще-то также, как светолюбивая береза, хотя и менее чувствителен к высокой температуре.

Фотосинтез растений степной зоны.

Степная зона умеренного пояса является одним из основных биомов суши. Для зоны степей характерен жаркий и засушливый климат в течение большей части года, где растительность более-менее ксероморфна, а весна имеет достаточное увлажнение, что определяет большое количество эфемеров и эфемероидов. Естественный растительный покров характеризуется безлесьем и образован преимущественно многолетними травами, хорошо приспособленными к сухому климату. У трав масса надземной части неассимилирующих тканей сведена к минимуму, но зато поверхность корней преобладает в десятки и даже сотни раз. Величина фотосинтеза непосредственно связана с площадью ассимиляционных органов, т.е. листовой поверхностью. В аридных (засушливых) условиях климата существует почти линейная зависимость продуктивности растений от количества осадков. При увеличении обеспеченности влагой продуктивность возрастает, при достижении оптимального влагообеспечения она становится постоянной. В степных условиях эволюционно возникла особая экологическая группа растений, фотосинтезирующих по типу С₄-фотосинтеза. Это особый альтернативный способ фотосинтеза прекрасно адаптированный к жаркому и засушливому клима-

ту. Считается, что такой тип фотосинтеза возник в условиях тропиков у травянистых растений, которые затем путем экспансии распространились в степные регионы. Поэтому такой способ фотосинтеза распространен среди растений тропического происхождения, таких, как: пшеница, кукуруза, сорго, ячмень, просо, сахарный тростник и др. Оказалось, что этот путь присущ не только злакам. У таких растений специфично анатомическое строение листа, признаки которого могут служить диагностическим признаком для С₄-растений. У них два типа фотосинтетических клеток: клетки обкладки с агранальными хлоропластами, радиально покрывающих проводящие пучки в листе, и клетки с гранальными хлоропластами мезофилла столбчатой и губчатой тканей. Эти два типа клеток физиологически не равноценны и специализируются на выполнении различных звеньев в превращении поглощенного СО₂. Клетки обкладки выполняют основную функцию в преобразовании СО₂ в глюкозу в цикл Кальвина. Это очень выгодно, так как образуемые ассимиляты сразу попадают в транспортную систему. Клетки мезофилла осуществляют только вспомогательную роль, подкачку СО₂ для цикла Кальвина, который из них в связанном виде в яблочной кислоте поступает по плазмодесмам к клеткам обкладки. Этот путь был впервые обнаружен и описан советским ученым Карпиловым в 1960 и австралийцами Хетчем и Слэком в 1966. В клетках мезофилла идет процесс первого карбоксилирования ФЭП ферментом ФЭП-карбоксилазой с образованием 4-х углеродного соединения ЩУК (щавелевоуксусная кислота), которая восстанавливается за счет НАДФН до яблочной (малат) или аспарагиновой кислот, у разных растений. Затем, второе карбоксилирование заключается в том, что малат переходит к клеткам обкладки, где в результате окислительного декарбоксилирования высвобождает СО₂, который включается в цикл Кальвина. Двойное (кооперативное) карбоксилирование обеспечивает даже в условиях очень высокой температуры и почти закрытых устьицах, что снижает расходования воды. У этих растений большое преимущество фотосинтеза перед С₃-растениями: продуктивность при тех же условиях выше 2-2,5 раза, они жаро- и засухоустойчивы, скорость фотосинтеза всегда высока, не наблюдается потеря СО₂ при фотодыхании, т.к. она ресинтезируется в мезофилле листа ФЭП, отсутствует световое насыщение до полного солнечного освещения.

Фотосинтез растений субтропического пояса. Зона субтропического по-

яса хорошо выражена в обоих полушариях земли между 30° – 40° параллелями с.ш. и ю.ш. и располагается в Крыму и на Кавказе. Субтропический климатический пояс является переходным, на его территории в течение года сменяют друг друга две воздушные массы. Летом – в более жаркий сезон (июнь-август) в северном полушарии, а в декабре-феврале в южном господствует жаркая тропическая масса. Зимой приходит более холодная воздушная масса умеренного пояса, приносящая прохладную погоду и дожди, но температура не снижается ниже 0°C . Температура в течение года равномерная. Среднегодовая температура достигает 15°C , в зимнее время в некоторых районах может снижаться до $+5..+7^{\circ}\text{C}$, со среднемесячной температурой выше 20°C . При вторжении полярного воздуха зимой может снижаться до -3°C , а возможны и заморозки до $-10..-15^{\circ}\text{C}$. Субтропики самый комфортный пояс с богатым разнообразием, в основном вечнозеленой растительности, фотосинтезирующей большую часть года. Количество осадков и распределение их в течение года в разных областях неодинаково. Во влажных субтропиках годовое количество достигает 100-200 см, и распределяется более-менее равномерно. В сухих годовое количество колеблется в среднем 50-100 см и приурочен к холодному времени года. Растения вегетируют отчасти зимой, а главным образом весной, летом они

находятся в покое. Однако полного покоя у лесных растений не бывает, хотя в середине зимы из-за низких температур, а летом из-за засухи рост прекращается. Большая часть растений цветет ранней весной, но есть виды, цветущие как зимой, так и летом. Субтропики отличаются богатством растительности. Здесь сохранились даже реликты раннего кайнозоя (средний меловой период). Типичные для субтропиков разных регионов встречаются массово: вечнозеленый дуб (каменный, пробковый), бук, сосна, гаррига, иаквис, камфорный лавр, магнолия, бамбуки, лианы, эпифиты, граб, вяз, ясень, липа, клен, лавр, самшит, каштан, иглица. Главными породами кавказских лесов являются бук, дуб, каштан. Фотосинтез многообразных растений субтропиков близок с одной стороны к тропическим видам, с другой к растениям умеренного пояса. В зависимости от климатических и погодных условиях он протекает либо по типу растений умеренного пояса, либо по типу растений тропического. Продуктивность, интенсивность, и дневной ход фотосинтеза у них такой же, как растений прилегающих поясов. Здесь встречаются растения с типичным фотосинтезом умеренной зоны C_3 -растений, степным и тропическим C_4 -пути и пустынных растений с САМ-пути. Для разнообразной флоры субтропического пояса отмечается общая высокая продуктивность фотосинтеза.



Рис. 1. Средняя годовая температура воздуха

Анализ данных метеонаблюдений

Многообразием климат России обязан обширности территории и открытостью к Северному Ледовитому океану. Большая протяжённость объясняет существенную разницу среднегодовых температур, неравномерность воздействия солнечной радиации и обогрева страны. На большей части

отмечаются погодные условия с выраженным континентальным характером и чёткой сменой температурных режимов и количества осадков по временам года.

Температурные условия в Европейской части России значительно изменяется с севера на юг. Среднегодовые значения от 0 °С до +12 °С.



Рис. 2. Продолжительность солнечного сияния

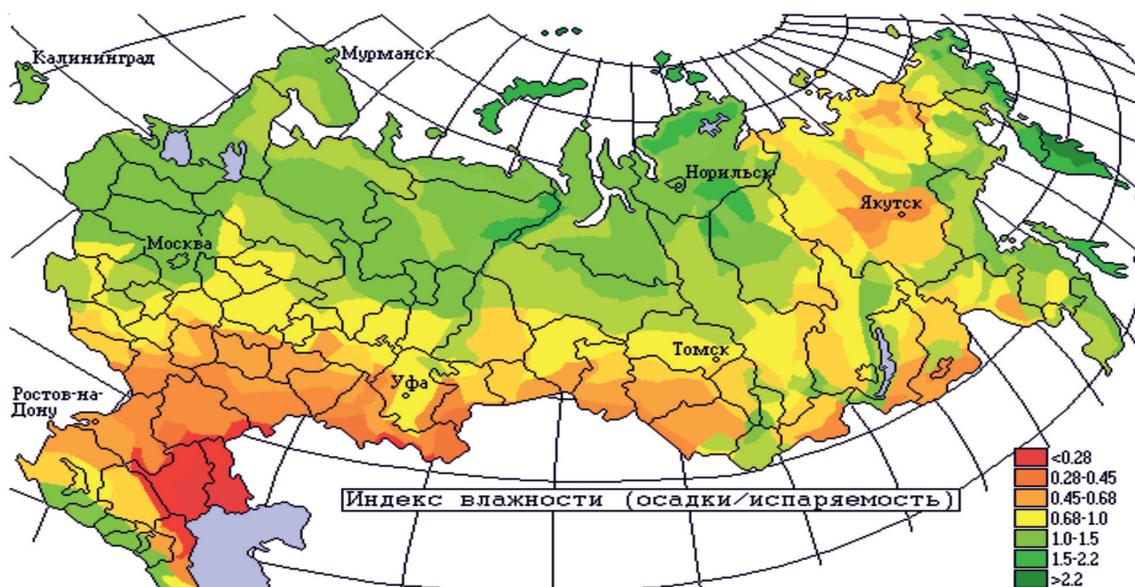


Рис. 3. Индекс влажности



Рис. 4. Годичная продуктивность фитомассы

Продолжительность солнечного сияния представляет собой суммарное число часов в течение суток, месяца, года, когда Солнце в данной местности находится над горизонтом и не закрыто облаками. Она зависит от широты места, долготы дня и количества облаков. В Европейской части России этот показатель изменяется от 1700 час/год на севере до 2000 час/год.

Индекс влажности – количественная характеристика влажности климата, рассчитываемая разностью между суммой месячных осадков и суммарной испаряемостью для тех месяцев, когда норма осадков превосходит суммарную испаряемость. В Европейской части России изменяется от 0.28 с степной зоне до 2.2 в районах Балтийского и Черного морей.

Заключение

Итак, на основании полученных результатов исследования мы видим, что для интенсивности фотосинтеза решающее значение имеет температурный фактор. Показатели продолжительности солнечного сияния на территории европейской части России не сильно разнятся с севера на юг.

Вывод подтверждает карта годичной продуктивности фитомассы. Продуктивность растений это интенсивность фотосинтеза. Наименьшая продуктивность на севере от 1 до 2,5 т/га в год. Остальная территория продуцирует от 6 до 16 т/га в год. Исключение не составляют даже засушли-

вые степные территории. В результате длительной эволюции у растений выработались приспособления позволяющие не снижать интенсивность фотосинтеза в различных климатических условиях.

Список литературы

1. Вознесенский В.А. Фотосинтез пустынных растений // Физиология и биохимия культурных растений. // 1973, т. 5, № 2, с. 144-148.
2. Вознесенский В.А. Фотосинтез пустынных растений. Л.: Наука, 1977, 256 с.
3. Заленский О.В. Эколого-физиологические аспекты изучения фотосинтеза // Л.: Наука, 1977, с. 56
4. Журбицкий З.И. Электроклимат и растения. // Изв. АН СССР. Сер. Биол. 1969, № 2, с.100-1126.
5. Журбицкий З.И. Влияние постоянного электрического поля на абсорбцию CO_2 листьями растений. // ДАН СССР, 1975, т. 223, № 5, с.1273-1375.
6. Карпилов Ю.С. Распределение радиоактивного углерода ^{14}C в продуктах фотосинтеза кукурузы // Труды Казанского сельскохозяйственного института. – 1960, т.41, № 1, с. 15-24
7. Климов В.В. Фотосинтез и биосфера / Соревновательный журнал, 1996, № 8, с. 6-13.
8. Смашевский Н.Д. Фотосинтез и экология. Учебное пособие. // Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет» г. Астрахань, 2012. – 164 с.
9. Тихомиров Б.А. Пути формирования растений к среде Крайнего Севера / Проблемы биогеоэкологии, геоботаники и ботанической географии. Л.: 1973, с. 288-297.
10. Ptarcy R.W., Derry J.A., Bartholo B. Field measurements of the gas exchange capacities of Phragmites communis under summer condition in Deqath Vaqllley. Carnegie Inst. AQunu. Rept. Dir4. Dep. Plant Biol., 1971-1972» S. 144 tandfofide, Cflif., 1972, p.161– 144.
11. <https://geographyofrussia.com/prodolzhitelnost-solnechnogo-siyaniya/>