

## Вопрос 1. Характеристика света как экологического фактора

Солнечная радиация представляет собой электромагнитное излучение в широком диапазоне волн, составляющих непрерывный спектр от инфракрасных лучей с длиной волны около 3–4 тыс. нм до ультрафиолетовых с длиной волны 290–380 нм. Лучи короче 290 нм, губительные для живых организмов, поглощаются слоем озона и до земли не доходят. Видимый свет, как известно, ограничен областью от 380 (крайние фиолетовые лучи) до 750 нм (дальние красные лучи).

На Землю поступает около одной двухмиллиардной всей излучаемой Солнцем энергии, что составляет (за пределами земной атмосферы)  $1,95 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ , или  $136 \text{ мВт/см}^2$  («солнечная постоянная»). Растительный покров воспринимает солнечную радиацию, прошедшую сквозь атмосферу и значительно измененную по количеству и составу. Как видно на рисунке 4, 42 % всей падающей радиации (33 % + 9 %) отража-

ется атмосферой в мировое пространство, 15 % поглощается толщей атмосферы и идет на ее нагревание и только 43 % достигает земной поверхности. Эта доля радиации состоит из **прямой радиации** (27 %) – почти параллельных лучей, идущих непосредственно от Солнца и несущих наибольшую энергетическую нагрузку, и **рассеянной** (диффузной) **радиации** (16 %) – лучей, поступающих к Земле со всех точек небосвода, рассеянных молекулами газов воздуха, капельками водяных паров, кристалликами льда, частицами пыли, а также отраженных вниз от облаков. Общую сумму прямой и рассеянной радиации называют **суммарной радиацией**.

Растения получают часть радиации и в виде света отраженного от поверхности почвы, воды и других растений. Эта часть – **отраженная радиация** – обозначена на рисунке 4 пунктирной стрелкой, а величина ее зависит от свойств отражающей поверхности.

При закладке сада необходимо учитывать прежде всего снабжение растений суммарной радиацией, так как она является одним из главных условий нормального роста и плодоношения.

**Количественная характеристика света.** Определяя мощность источника излучения, говорят о силе света. Впечатление, производимое светящимся предметом на глаза человека, выражают понятием яркости. Энергетической количественной характеристикой солнечного излучения служит поток лучистой энергии, который приходит на перпендикулярную лучам поверхность в единицу времени. Она называется *интенсивностью радиации* или *облученностью* и выражается в энергетических единицах ( $\text{Дж}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$  или  $\text{Вт}/\text{см}^2$ )\*. Эта характеристика весьма употребительна в климатологии, в частности в разделе, занимающемся изучением солнечной радиации – актинометрии. Она широко применяется и в экологии для оценки световых условий местообитания растений, а

---

\* В климатологии солнечную радиацию принято выражать также в калориях (кал). 1 кал = 4,19 Дж.

также в работах по физиологии растений, агрометеорологии и т. д.

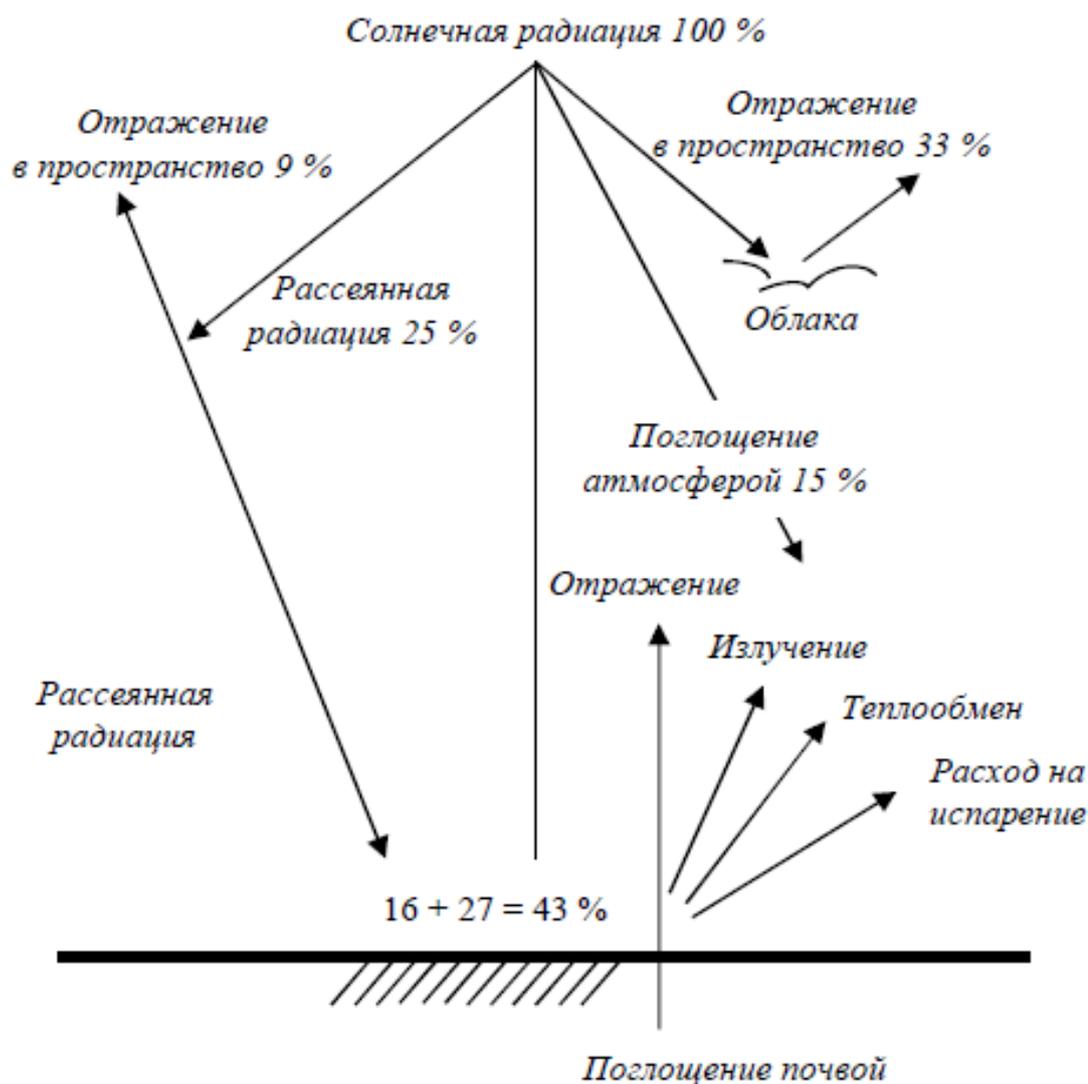


Рисунок 4 – Баланс солнечной радиации на земной поверхности в дневное время (по Walter H., 1951)

Наряду с этим широко пользуются и характеристикой *освещенности*, т. е. светового потока, приходящегося на единицу площади поверхности. Единицей освещенности служит люкс (лк) – световой поток в 1 люмен, приходящийся на  $1 \text{ м}^2$ . Это очень небольшая величина, поэтому освещенность в естественных местообитаниях обычно выражают в тысячах люксов (килолюксах). Энергетические единицы можно перевести в единицы освещенности и наоборот с помощью пересчетных

коэффициентов – энергетических эквивалентов люкса и световых эквивалентов радиации.

Интенсивность прямой солнечной радиации измеряют с помощью специальных приборов – актинометров и пиргелиометров, интенсивность суммарной радиации – с помощью пиранометров. Рассеянная радиация измеряется также пиранометрами, затеняемыми от прямых солнечных лучей специальным экраном. Для измерения освещенности служат люксометры. Ниже приведены примеры освещенности в различных условиях (по Шаронову В. В., 1961).

Условия	Освещенность, лк
На верхней границе земной атмосферы	127 000–135 000
Дневная освещенность:	
при безоблачной погоде	50 000–90 000
при пасмурной погоде	3 000–30 000
На столе под настольной лампой	20–100
Белая ночь в Санкт-Петербурге (в безоблачную полночь)	1
В ясную лунную ночь	0,1–0,2

Для оценки света, получаемого растениями, кроме количественной характеристики очень важно знать и качественный состав света, т. е. соотношение лучей с разной длиной волны, или спектральный состав. Следует, однако, иметь в виду, что человеческий глаз и растение по-разному воспринимают спектральный состав света. Для глаза наиболее ярки лучи в желто-зеленой части спектра, в то время как для зеленых растений наиболее важны красные и синие лучи, поглощаемые хлорофиллами. Поэтому, рассматривая свет как фактор среды для растений, следует и оценивать его «глазами растения» (К. А. Тимирязев).

**Качественный состав света.** В экологии растений качественный состав света принято выражать по содержанию в нем тех лучей, которые оказывают наибольшее физиологическое воздействие на растения. В спектре солнечных лучей выделяют область *фотосинтетически активной радиации* (ФАР), используемой растениями в процессе фотосинтеза. Это лучи с

длиной волны 380–710 нм\*. Для ФАР определяют интенсивность, выражая ее в энергетических единицах

(Дж/см<sup>2</sup> · мин и др.), а также процент содержания лучей определенной длины волны или всей ФАР в общем потоке радиации. В зависимости от высоты Солнца прямая радиация содержит от 28 до 43 % ФАР; рассеянная радиация при облачном небе – 50–60; рассеянная радиация голубого неба – до 90 % (в основном за счет синей компоненты ФАР).

Способы количественной характеристики спектрального состава сводятся к определению относительной доли ФАР в световом потоке с помощью пиранометров с селективными фильтрами, позволяющими вычленить отдельные спектральные области. Такие приборы называются фитопиранометрами. Можно пользоваться и данными по освещенности, переводя их в интенсивность ФАР по коэффициентам, вычисленным разными исследователями. Ниже приводится энергетический эквивалент 1 лк для области ФАР.

Высота солнца, °	Число кал/см <sup>2</sup> · мин ФАР, соответствующее 1 лк	Авторы
11	$5,71 \cdot 10^{-6}$	} В. П. Рвачев и др., 1963
19	$5,72 \cdot 10^{-6}$	
30	$5,76 \cdot 10^{-6}$	В. С. Хазанов и Ю. Л. Цельнижер, 1968
40–50	$5,70 \cdot 10^{-6}$	

Закономерности распределения солнечной радиации. Количество солнечной радиации, поступающей на земную поверхность, в первую очередь определяется географической широтой местности. Для характеристики распределения радиации на земном шаре пользуются понятием солярного климата – тех климатических условий, которые создавались бы на Земле в отсутствие атмосферы, под влиянием только солнечной радиации. Теоретически вычисленные для таких условий суммы дают представление о диапазоне широтных различий

---

\* За рубежом многие авторы ограничивают область ФАР лучами 400–700 нм.

получаемой земным шаром радиации. В действительности благодаря атмосферным влияниям различия реального прихода радиации на земную поверхность разных широт менее резки. Тем не менее широтная зональность выражена достаточно четко. Она прослеживается по различной интенсивности солнечной радиации на определенных широтах в одни и те же календарные даты, по годовым суммам радиации и по ее среднегодовым величинам.

Следует учесть, что на годовой сумме отражается не только интенсивность радиации, но и продолжительность дня, нарастающая летом от экватора к полюсам.

Широтным изменениям подвержен и качественный состав радиации. Об этом свидетельствует различное содержание ФАР в солнечной радиации в разных географических зонах.

В южных районах России суммарное количество ФАР, приходящей за вегетационный период на единицу площади, больше, чем в Нечерноземье. Поэтому урожайность плодовых насаждений на юге значительно выше.

Кроме общегеографических закономерностей на количество света, получаемого растениями, существенно влияет ряд причин местного характера. Одна из них – состояние атмосферы (прозрачность или, напротив, замутненность вследствие примесей, загрязнения и т. д.). Другая причина – особенности рельефа местности. С увеличением высоты в горах поступление ФАР возрастает. Не случайно поэтому в высокогорьях яблоки и груши окрашены ярче, чем на равнине. Известно также, что при падении лучей на наклонную поверхность приход энергии уменьшается в зависимости от угла падения. Определенное значение в распределении солнечной радиации имеют крутизна склона и его ориентация к странам света.

В результате растения, размещенные совсем близко друг от друга, но на разных элементах рельефа, могут оказаться в условиях освещенности, различие которых сравнимо с зональными.

На условия освещенности немалое влияние оказывают и свойства субстрата, на котором растут растения, его способность к отражению света, характеризуемая величиной *альбедо* (отношение отраженной радиации к падающей). Ниже приве-

дено несколько примеров величин альbedo различных поверхностей (Горышина, 1979).

Поверхность	Альbedo, %
Свежевыпавший снег	85
Мел	70
Песок кварцевый речной	29
Глина	29–31
Чернозем:	
Сухой	14
Влажный	8
Вода при высоте солнца:	
90°	2
10°	34
2°	78
Луговой травостой	22–30
Хлебные злаки на разной стадии спелости	10–25
Лиственный лес	16–27
Хвойные леса	6–19
Желтые листья деревьев (осенью)	33–38

За счет отраженной радиации растения на светлых субстратах получают дополнительное освещение в сравнении с растениями, произрастающими на черноземе и других темноцветных почвах. То же можно сказать и о растениях, обитающих у воды, где альbedo особенно велико утром и вечером при низком стоянии солнца.

Условия освещенности местообитания для растений иногда совершенно изменяются под влиянием растений-сообитателей. При совместном произрастании растений в растительных сообществах (особенно со сложной многоярусной структурой) полная солнечная радиация достается лишь верхним листьям наиболее высокоствольных растений (или окраинным растениям), а в глубине ценоза растения находятся в условиях более или менее сильного затенения. Ослабление радиации в наибольшей степени выражено в лесных расти-

тельных сообществах. Поскольку лучи проникают сквозь полог листьев неравномерно, для нижних ярусов создается очень пестрое пространственное распределение света различной интенсивности. Блики и затененные участки постоянно меняют расположение и конфигурацию, так что в целом создается весьма сложный режим «мелькающего» света.

Внутри насаждений спектральный состав света сильно изменен: проходя сквозь зеленый «фильтр» листовых покровов, солнечная радиация теряет значительную долю ФАР, поглощаемой листьями, и до нижних ярусов доходит не только ослабленной, но и сильно обедненной качественно.

**Изменение световых условий во времени.** Свет – один из самых динамичных факторов среды. Поэтому при характеристике световых условий местообитания растений необходимо учитывать и их временную изменчивость.

*Сезонная динамика* прихода солнечной радиации (рисунок 5) связана как с закономерностями астрономического характера, так и с сезонной климатической ритмикой данной местности (периодичность дождей и т. д.). На разных широтах она выражена в разной степени: от почти полного отсутствия в экваториальной зоне до весьма резкой смены летнего и зимнего режимов на полюсах (полярный день и полярная ночь). Наблюдается и сезонная изменчивость содержания ФАР в суммарной радиации.

Для растений нижних ярусов сложных растительных сообществ сезонная динамика световых условий складывается под влиянием не только радиационного режима местности, но и фенологического состояния растений верхних ярусов. Так, в садах травяной покров (при дерново-перегнойной системе содержания почвы) лишь весной находится в условиях достаточного освещения. В течение же лета, когда на деревьях сформировались листья, травы испытывают недостаток света. Существенное значение для жизни растений имеют *ежесуточные ритмичные изменения* в освещенности и спектральном составе света (рисунок 6).

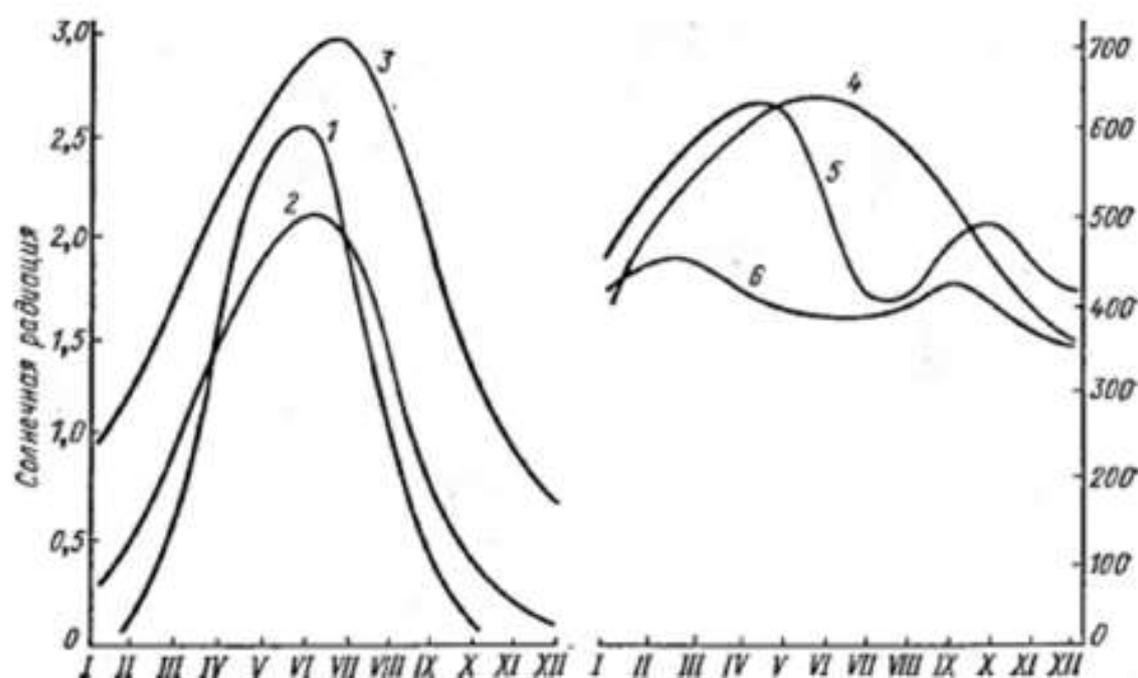


Рисунок 5 – Годовой ход суммарной солнечной радиации в разных зонах (по «Агроклиматическому атласу мира», 1972):

- 1 – полярная (Резольют); 2 – умеренная (Екатеринбург);
- 3 – субтропическая (Лиссабон); 4 – тропическая (Алис-Спрингс);
- 5 – экваториальных муссонов (Бомбей); 6 – экваториальная (Сингапур)

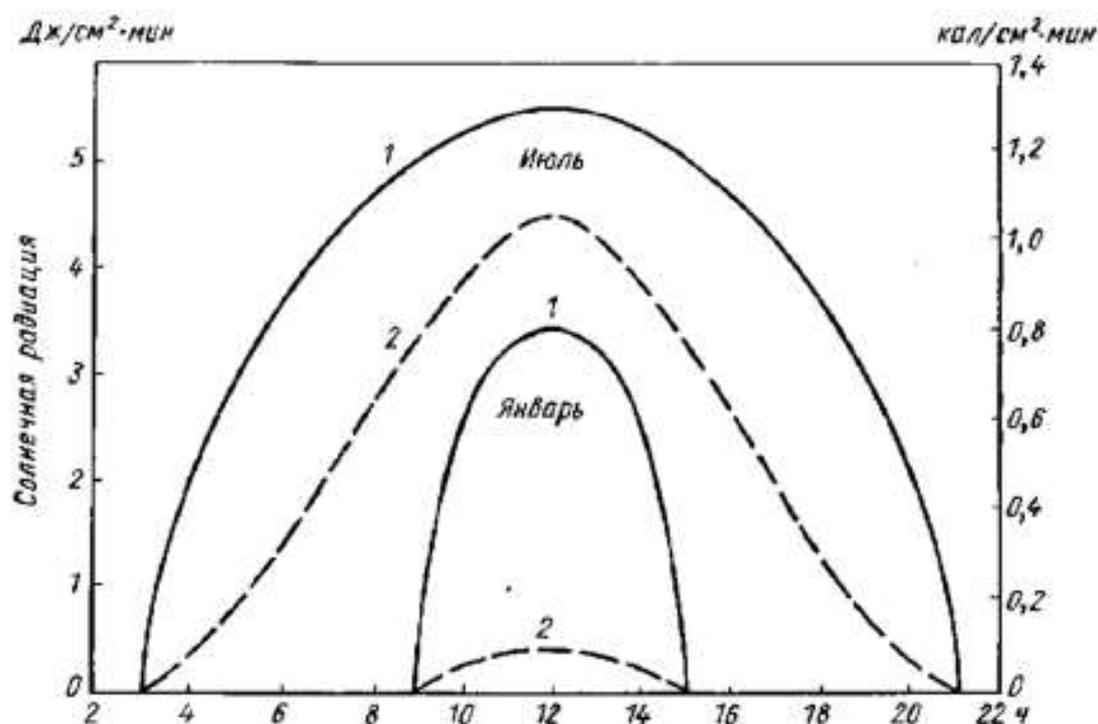


Рисунок 6 – Суточный ход потока прямой солнечной радиации на перпендикулярную (1) и горизонтальную (2) поверхность для Павловска в июле и январе (по Шульгину И. А., 1967)

Однако нормальный характер дневного хода радиации часто нарушается погодными влияниями – изменением состояния атмосферы, облачностью, и т. д. Для растений в растительных сообществах (особенно для внутрикронных листьев в нижних ярусах) световые условия в течение дня наиболее изменчивы в связи с передвижением световых пятен и резкими перепадами освещенности, создающими «световые удары» на фоне длительной тени.

## Вопрос 2. Роль света в жизни плодовых растений

Для того чтобы обеспечить существование вида в данной экологической обстановке, растения должны получать свет в количествах, необходимых для осуществления фотосинтеза и создания определенной массы органического вещества. Этой задаче подчинены многие особенности строения растений и растительных сообществ, что дает возможность говорить об их адаптивной архитектонике по отношению к свету.

В зависимости от того, в каких экологических условиях, прежде всего освещенности, протекал филогенез видов плодовых растений, возникли и соответствующие жизненные формы – от травянистых и кустарничков до кустарников и деревьев значительного размера. Другими словами, в процессе эволюции видов формировалась определенная оптическая система, способная в конкретных условиях среды к наибольшему поглощению лучистой энергии, что выразилось в проявлении соответствующей жизненной формы.

Более требовательны к свету породы южных районов – миндаль, персик, абрикос, черешня, орех грецкий, менее требовательны – груша, айва, яблоня, слива, вишня. Слабое освещение переносят ягодные растения – смородина, малина, земляника, крыжовник и др. Однако и эти культуры дают хороший урожай при достаточном освещении.

Примечательно, что в пределах культурного вида существует значительное многообразие сортов, заметно различающихся по признаку светолюбия.

Различают группы *светлюбивых* и *теневыносливых* растений. У первой группы растений экологический оптимум находится в области полного солнечного освещения, и сильное затенение действует на них угнетающе. Это растения открытых местообитаний или хорошо освещенных экологических ниш. Теневыносливые же растения имеют более широкую экологическую амплитуду по отношению к свету (собственно их можно было бы назвать свето- и теневыносливыми). Как правило, экологическая кривая отношения к свету у них несколько асимметрична, т. е. они лучше растут и развиваются при полной освещенности (или близкой к ней), но вместе с тем хорошо адаптируются и к слабому свету. Это распространенная и очень пластичная группа.

Одним из критериев теневыносливости может служить соотношение высоты дерева и диаметра его ствола. Более теневыносливые породы (сорты), способные расти в уплотненных насаждениях, сильнее вытягиваются вверх. Напротив, светлюбивые деревья всегда растут значительно реже и имеют меньшую высоту при том же диаметре ствола.

О степени светлюбия или теневыносливости можно судить и по структуре кроны дерева. У светлюбивых сортов кроны ажурные, слабо облиственные, а у теневыносливых – густые, плотные и компактные. Получены, например, данные, свидетельствующие о теневыносливости сорта яблони Кубань и о большей чувствительности к недостатку света сорта Стар-кримсон.

Плодовые породы не относятся к растениям строго короткого или длинного дня. Тем не менее реакция их на фотопериод различна. В частности, многие кустарники (смородина, крыжовник, клюква), филогенез которых протекал в более северных широтах, успешнее развиваются в средней полосе.

В то же время типичные южные культуры (абрикос, орех грецкий) могут благополучно произрастать в Санкт-Петербурге только в условиях искусственного короткого дня.

Продолжительность освещения оказывает существенное влияние на ритм развития плодовых растений. Так, органогенеративный процесс в цветковых почках вишни в условиях Московской области продолжается около 130 дней, а в Краснодаре у тех же сортов – более 170 дней.

Требования плодовых растений к продолжительности освещения неодинаковы в течение летнего цикла их развития. Например, у растений земляники в первую половину лета на длинном дне стимулируется образование усов, а во второй половине лета, когда продолжительность дня уменьшается, начинается процесс формирования органов цветка.

Приведенные данные указывают на то, что с помощью продолжительности освещения можно оказывать направленное воздействие на процессы роста, развития плодовых растений и на их продуктивность. В естественных условиях произрастания (в саду) этот фактор практически не поддается регулированию. В то же время в искусственных условиях, например в защищенном грунте, значение его приобретает большую практическую ценность. Это относится прежде всего к культуре земляники в закрытом грунте, выращиванию которой в последние годы уделяется большое внимание в мировом плодоводстве.

Свет является важнейшим фактором, определяющим активность различных процессов жизнедеятельности у плодовых растений, и прежде всего процесса ассимиляции углерода.

Количество приходящей к растению солнечной радиации обуславливает темп нарастания, анатомическую структуру и оптико-физиологические свойства ассимилирующих тканей основного фотосинтезирующего органа – листа. Однако в пределах кроны плодового дерева листья находятся в неодинаковых условиях освещения: периферийные получают больше солнечной энергии, чем внутрикронные.

Следует отметить, что в условиях низкого уровня освещения в глубинных участках кроны (а при сильном затенении и на периферии) на кольчатках и побегах формируется мень-

шее количество листьев с меньшей суммарной площадью. Между тем **общая площадь листовой поверхности для высокопродуктивных фотосинтезирующих систем определяется в 30–40 тыс. м<sup>2</sup> на 1 га** (Ничипорович и др., 1961). В насаждениях яблони она может составлять 20–25 тыс. м<sup>2</sup> на 1 га (Хроменко, 1986).

Даже при визуальном сравнении можно отметить, что в условиях достаточно высокого уровня освещения листовая пластинка гораздо толще, плотнее и интенсивнее окрашена, чем при недостатке света. Причем более толстая листовая пластинка формируется главным образом за счет лучшего развития столбчатого мезофилла – ткани, наиболее приспособленной к фотосинтезу.

Уровень освещения в период роста листовой пластинки сильно влияет и на структуру фотосинтезирующего аппарата, особенно на количество хлоропластов.

Сравнение средней интенсивности фотосинтеза листьев кольчаток, расположенных в разных по уровню освещения зонах кроны 29-летних деревьев яблони сорта Антоновка обыкновенная – на периферии и в центре ее, показывает, что у последних она в 3 раза ниже, несмотря на то что напряженность основных внешних факторов в обеих зонах кроны была сходной (кроме уровня освещения). Так, на периферии кроны (южная сторона) средняя интенсивность фотосинтеза за период с 6 до 18 ч составила 5,6 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup> · ч, а в центре кроны – 1,7 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup> · ч (Кудрявец, 1987).

В результате исследований установлено, что **световой оптимум фотосинтеза яблони составляет 2,9–3,3 Дж/см<sup>2</sup> · мин.** Вместе с тем радиация меньше 0,6 Дж/см<sup>2</sup> · мин практически не обеспечивает эффективного фотосинтеза у растений этой культуры (Гриненко, 1982).

В прямой зависимости от уровня освещения листьев и интенсивности фотосинтеза находится их чистая продуктивность. При уровне освещения 70–80 % от полного она составляет 4–7 г сухого вещества на 1 м<sup>2</sup> листьев в сутки, а при 28–30 % – в 1,5–2 раза ниже (Кудрявец, Другова, 1976).

В ранние утренние и вечерние часы, а также в пасмурную погоду листья ощущают недостаток световой энергии и поглощают углекислоту гораздо слабее своих возможностей. В полуденное время при безоблачном небе листья, находящиеся на прямом солнечном свете, получают избыточное его количество. Как недостаток света, так и его избыток в конечном итоге снижают интенсивность и продуктивность фотосинтеза (Кудрявец, 1974).

Показано (Кудрявец, 1987), что максимальная фотосинтетическая активность листьев яблони наблюдается не при полном, а при более низком (70–75 % от полного) освещении.

Однако роль света не ограничивается тем, что он является источником энергии для фотосинтеза. Свет оказывает влияние на транспирацию листьев, передвижение веществ, ростовую активность и в конечном итоге на продуктивность растений.

Так, в опытах (Maggs, 1960) при выращивании однолетних растений подвоя ММ106 с уменьшением уровня освещения немногим более чем наполовину синтез фитомассы сократился почти в 3 раза, а с уменьшением прихода солнечной радиации в 4 раза накопление фитомассы уменьшилось почти в 9 раз.

В загущенных посадках вследствие взаимного затенения кроны вытягиваются вверх, нижние ветви преждевременно стареют и оголяются, рост и плодоношение перемещаются на периферию, усиливается поражение вредителями и болезнями. В результате снижается урожай плодов.

По мнению авторитетных исследователей (Кудрявец, 1987), для закладки цветковых почек, цветения, завязывания плодов и их роста уровень освещения должен составлять не менее 50 % от полного. При поступлении же в крону менее 30 % солнечной энергии плоды практически не формируются.

Исключительно велика роль света в формировании окраски плодов, что в значительной мере определяет их привлекательность и товарные качества. Дело в том, что интен-

сивное образование пигментов, и прежде всего каротиноидов и антоцианов, может проходить только в условиях хорошего освещения. Так, у многих сортов яблони, груши, персика и абрикоса красная окраска формируется на освещенной стороне плода и практически отсутствует на затененной (Чекрыгин, 1976). Более того, при повышении уровня освещения увеличивается размер плодов, что сопряжено с количеством и качеством урожая.

Отношение энергии ФАР, накопленной в фитомассе растений, к приходящейся на единицу площади насаждений за вегетационный период, выраженное в процентах, называют коэффициентом эффективности или использования ФАР ( $K_{\text{ФАР}}$ ). По его значениям оценивают уровень продуктивности насаждений (%): низкий – 0,5–1; средний – 1–2; высокий – 3–4; очень высокий – более 4.

При урожайности 10–12 т с 1 га значение  $K_{\text{ФАР}}$  в расчете на весь годичный прирост фитомассы (биологический урожай) достигает 0,4–0,5 %, а в интенсивных садах при урожайности плодов 20–30 т с 1 га – 1–1,5 %.

Невысокий процент использования солнечной энергии плодовыми насаждениями обуславливается прежде всего неполным освоением деревьями площади сада. Вследствие этого большая часть солнечной радиации не попадает на листовую полог и не влияет на продукционный процесс. Низкая эффективность использования ФАР, характеризующаяся невысокими значениями  $K_{\text{ФАР}}$ , определяется также несовершенством конструкции садов, в результате чего в пределах крон имеются обширные участки, получающие небольшое количество солнечной энергии.

### **Вопрос 3. Пути регулирования светового режима в плодовых насаждениях**

Учитывая место и роль солнечной радиации в продукционном процессе, следует отметить, что постоянное регулиро-

вание светового режима во всем объеме листового полога сада – одна из важнейших задач агротехники.

При закладке плодовых насаждений в первую очередь необходимо правильно определить направление рядов деревьев. Очевидно, на равнине, где нет опасности водной эрозии, наиболее благоприятным является направление рядов по меридиану (север-юг) или с некоторыми отклонениями к западу. В таком случае на обе боковые части оптической системы ряда поступает приблизительно одинаковое количество ФАР. В конечном итоге это способствует равномерному размещению генеративных органов во всех участках кроны и соответственно повышению продуктивности насаждений.

Освещенность различных частей кроны зависит от ее объема. Чем больше объем, тем большая часть кроны находится в световых условиях, не обеспечивающих достаточной фотосинтетической активности всего листового аппарата.

Снижение высоты деревьев, формирование уплощенных и веретеновидных крон (свободно растущая пальметта, шпindel, грусбек и др.) способствуют уменьшению непродуктивных зон. Благоприятный световой режим в кроне достигается в том случае, если величина проходящей сквозь листовую полог солнечной энергии составляет не менее 20–25 % от входящей в него (Кудрявец, 1987).

Следует отметить, что формирование малообъемных крон приводит к быстрому нарастанию и сохранению в процессе эксплуатации сада листьев, способных к высокой фотосинтетической активности. При этом увеличивается листовой индекс (отношение площади листьев к площади проекции крон). В результате происходит быстрое освоение земельного участка активно ассимилирующими органами, а в итоге – более ранняя и высокая продуктивность плодовых насаждений.

Считается, что оптимальным освещением всего дерева будет в том случае, если прямой солнечный свет поступает в нижнюю его часть не менее 3,0–3,5 ч в день. С учетом этого рациональной конструкцией высокопродуктивных насаждений следует считать такую, при которой высота деревьев рав-

на ширине свободной от ветвей части междурядья (ширине «светового коридора»), что гарантирует минимальное затенение одного ряда другим (Кудрявец, 1987). Кроме того, при величине «фиксирующего угла» (угол между горизонтом и линией, соединяющей вершину дерева с основанием кроны в соседнем ряду)  $49-50^\circ$  обеспечивается достаточное в течение дня освещение кроны по всему ее профилю, включая нижнюю часть (Агафонов, 1983).

Перечисленные условия выполняются в яблоневых насаждениях с шириной междурядий 5-м для сильнорослых и 4,0–4,5 м – для средне- и слаборослых деревьев. Расстояния в ряду в зависимости от сортовых особенностей привоя возможны от 1,5 до 4,0 м (Кудрявец, 1987).

По результатам наших исследований, на юге России в интенсивных садах яблони при размещении деревьев с веретеновидной кроной на слаборослом подвое М9 по схеме  $4 \times 1,5-2,0$  м складываются вполне благоприятные световые условия, обеспечивающие достаточную фотосинтетическую активность листового аппарата и формирование высокого урожая плодов хорошего качества (свыше 50 т с 1 га).

Особая роль в регулировании светового режима плодовых насаждений принадлежит обрезке как средству контроля размерных характеристик кроны, а также нагрузки вегетативными и генеративными образованиями в пределах дерева.