

2. Везицкий А. Ю., Рудой А. Б.— В сб.: Биосинтез и состояние хлорофиллов в растении.— Минск, 1975, с. 58.
3. Хавкин Э. Е.— В сб.: Рост и гормональная регуляция жизнедеятельности растений.— Иркутск, Сибирское отделение АН СССР, 1974, с. 9.
4. Хавкин Э. Е. Формирование метаболических систем в растущих клетках растений.— Новосибирск, 1977.
5. Рощина В. В., Акулова Е. А.— Физиология растений, 1976, т. 23, № 1, с. 50.
6. Годнев Т. Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении.— Минск, 1963.
7. Шлык А. А.— В сб.: Биохимические методы в физиологии растений.— М., 1971, с. 154.
8. Рокницкий П. Ф. Биологическая статистика.— Минск, 1973.
9. Шлык А. А., Аверина Н. Г.— Докл. АН СССР, 1973, т. 213, № 1, с. 235.
10. Микулович Т. П., Хохлова В. А., Кулаева О. Н., Свешникова И. Н.— Физиология растений, 1971, т. 18, № 1, с. 98.
11. Кулаева О. Н., Еркеев М. И., Хохлова В. А., Свешникова И. Н.— Физиология растений, 1972, т. 19, № 5, с. 156.
12. Кулаева О. Н., Девятко О. И.— Физиология растений, 1971, т. 18, вып. 6, с. 288.
13. Кулаева О. Н. Цитокинины, их структура и функция.— М., 1973.
14. Шлык А. А., Аверина Н. Г.— Физиология растений, 1973, т. 20, № 4, с. 63.

Поступила в редакцию
04.03.80.

Кафедра физиологии растений

УДК 581.132

Л. А. ХОДОРЕНКО

ПАРАМЕТРЫ ХЛОРОПЛАСТОВ НЕКОТОРЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СВЕТОВОГО РЕЖИМА

Если структура посевов, формирование листьев, содержание в них пигментов исследованы довольно неплохо, то изучение этой проблемы на уровне пластид явно недостаточно. Между тем фотосинтетический аппарат представляет собой весьма лабильную систему, подвергающуюся значительным изменениям, в особенности под влиянием такого сильного фактора, как свет [1—3]. Как показано нами ранее, влияние спектрального состава различных люминесцентных ламп на формирование фотосинтетического аппарата незначительно, причем проявляется оно при низких интенсивностях ($15\ 000\ \text{эрг/см}^2 \cdot \text{с}$ и меньше) [1, 2]. Наиболее существенна зависимость параметров фотосинтетического аппарата на уровне листа, клетки и хлоропласта от интенсивности радиации [1, 2, 4].

Кoeffициент использования растениями лучистой энергии зависит от рационального светораспределения в листе, которое, в свою очередь, обусловлено анатомической структурой листа, количеством хлоропластов, их размерами, содержанием пигментов и т. д. Это обстоятельство особенно важно учитывать при выращивании растений в условиях закрытого грунта, используя энергию искусственных источников радиации.

В настоящем сообщении рассматриваются данные об изменении основных параметров фотосинтетического аппарата редиса и томатов на уровне листа, клетки и хлоропласта под влиянием различных интенсивностей радиации.

Материал и методика

Растения редиса и томатов выращивали в почвенной культуре в специальной камере станции искусственного климата Института физиологии растений АН СССР. Источник радиации — зеркальные лампы накаливания (ЗН-8) мощностью 500 Вт. В камере поддерживали постоянными температуру ($20\ ^\circ\text{C}$) и влажность воздуха (60%). Для исключения перегрева растений использовался водный экран. Подсчет количества хлоропластов в клетках, измерения диаметров клеток, толщины листа и составляющих ее паренхим проводили при увеличении микроскопа

Таблица 1

Морфо-анатомические показатели листьев редиса и томатов, выращенных при различных интенсивностях радиации зеркальных ламп накаливания

Культура	Интенсивность радиации, эрг/см ² ·с	Сухая масса листьев, %	Число листьев на 1 растении	Средняя площадь листа, см ²	Площадь листьев на 1 растении, см ²	Толщина столбчатой паренхимы, мкм	Толщина губчатой паренхимы, мкм	Толщина листа, мкм
Редис	21 000	6,5	8	17,37	139,0	91,25 ± 1,56	117,50 ± 1,87	245,62 ± 2,18
	45 000	8,1	13	14,84	193,0	102,81 ± 2,19	104,37 ± 2,81	243,12 ± 2,81
	118 500	7,5	13	27,84	362,0	110,31 ± 1,56	86,56 ± 3,44	242,81 ± 1,56
	138 500	8,3	15	25,60	384,0	125,62 ± 1,87	121,56 ± 3,12	291,25 ± 1,25
	216 500	12,9	15	22,20	333,0	164,06 ± 2,19	138,12 ± 2,50	337,50 ± 2,19
Томаты	31 000	14,3	12	16,91	203,0	85,31 ± 0,94	92,82 ± 1,87	222,81 ± 1,87
	36 500	15,2	14	27,57	386,0	71,27 ± 1,56	81,87 ± 1,25	181,87 ± 1,56
	118 500	15,2	20	43,30	866,0	90,33 ± 1,25	100,00 ± 2,19	234,37 ± 1,87
	138 500	21,4	14	29,64	415,0	64,07 ± 2,50	86,57 ± 1,87	184,06 ± 1,87
	216 500	21,7	16	26,25	420,0	37,19 ± 1,25	72,51 ± 1,25	145,95 ± 2,81

(МБИ-1) 15·40. По каждому варианту проводили 50 промеров и подсчитывали количество хлоропластов в 50 клетках. Количество хлоропластов на единицу площади листа рассчитывали по методу Т. Н. Годнева и Н. С. Судник [5]. Методика определения параметров хлоропластов описана нами ранее [6]. Количество пигментов определяли методом Т. Н. Годнева [7]. Кроме расчета хлорофилла на единицу площади листа, проводили расчет хлорофилла на хлоропласт путем деления количества хлорофилла в единице площади на число хлоропластов в ней.

Результаты и их обсуждение

Как видно из табл. 1, морфо-анатомические показатели растений, выращенных при различных интенсивностях, неодинаковы. Наибольшая листовая поверхность и у редиса, и у томатов формируется при интенсивности радиации порядка 100 000 эрг/см²·с и обусловлена она в большей мере средней площадью листа, а не числом листьев, что отмечалось нами ранее для подсолнечника и огурца [4].

Развитие столбчатой и губчатой паренхим у культур проходило не однотипно. Если у редиса наибольшая толщина листа и составляющих ее паренхим наблюдалась при максимальной интенсивности радиации, то у томатов толщина листа практически не изменялась с повышением интенсивности радиации от 30 000 до 118 000 эрг/см²·с. При радиации свыше 200 000 эрг/см²·с толщина листа уменьшалась до 145,9 мкм, причем в большей степени за счет уменьшения толщины столбчатой паренхимы, хотя количество клеток на единице площади листа при указанной интенсивности отмечалось самое высокое (табл. 2), что связано с резким уменьшением диаметров клеток. Наблюдается мелкоклеточность. Эту закономерность, очевидно, можно объяснить особой повышенной чувствительностью томатов к свету.

Влияние интенсивности радиации на накопление сухого вещества бесспорно, на что указывает ряд авторов [8, 9]. В нашем эксперименте с увеличением интенсивности радиации процент сухой массы в листьях увеличивался почти в два раза (см. табл. 1). Интересно отметить, что накопление сухой массы происходит наиболее быстро при низких интенсивностях радиации люминесцентных ламп [2], в условиях более высоких интенсивностей ламп накаливания количество сухой массы в листьях редиса и томатов растет, но гораздо медленнее.

Влияние интенсивности радиации на основные параметры фотосинтетического аппарата редиса и томатов, выращенных под зеркальными лампами накаливания

Культура	Интенсивность радиации, эрг/см ² ·с	Количество хлоропластов в клетках		Объем хлоропластов, мкм ³	Поверхность хлоропластов, мкм ²	На единицу площади листа, на 1 см ²			Хлорофилл	
		столбчатая паренхима	губчатая паренхима			Кол-во хлоропластов, 10 ⁴	Поверхн. хлоропластов, см ²	Кол-во клеток, 10 ³	На 1 см ² листа, г·10 ⁻⁵	На хлоропласт, г·10 ⁻¹²
Редис	21 000	36,0±0,5	30,0±0,3	34,33	55,99	1172	5,98	350	2,020	1,72
	45 000	23,0±0,9	29,0±1,1	38,76	55,39	1519	8,41	623	2,040	1,34
	118 500	35,0±0,5	37,0±0,7	25,23	41,57	1730	7,19	485	2,315	1,34
	138 500	44,0±0,9	42,0±0,3	20,98	36,30	2113	7,67	485	1,900	0,90
	216 500	46,0±0,8	36,0±0,8	20,98	36,30	2063	7,48	483	1,852	0,73
Томаты	31 000	39,0±0,9	27,0±0,9	43,80	60,04	1075	6,45	312	2,051	1,99
	36 500	39,0±0,8	28,0±0,5	34,08	50,74	1777	9,02	522	2,752	1,61
	118 500	49,0±1,3	35,0±0,4	34,15	50,87	2110	10,73	489	2,214	1,27
	138 500	28,0±0,7	22,0±0,3	29,90	46,60	2077	8,45	590	1,610	0,94
	216 500	39,0±0,7	30,0±0,7	22,46	38,43	1814	7,98	725	1,268	0,71

Поскольку хлоропласт является основным звеном в обеспечении растения энергетическим и пластическим материалом и создает ассимиляционную поверхность, от величины которой зависит полнота поглощения приходящей энергии, представляло интерес проследить за изменением основных параметров фотосинтетического аппарата на уровне клетки и хлоропласта.

Линейные параметры хлоропластов, их объем и поверхность достигают максимальных значений при сравнительно низких интенсивностях радиации: 35 000—40 000 эрг/см²·с, увеличение интенсивности указанных пределов вело к уменьшению пластид. Хлоропласты листьев томатов уменьшались почти вдвое при максимальной в опыте интенсивности (см. табл. 2). Такое сокращение объема и поверхности хлоропластов ведет к тому, что количество пластид в клетках паренхим при данной интенсивности сохраняется неизменным при значительном уменьшении размеров самих клеток, что является одним из проявлений адаптированности оптического аппарата листа к поглощению приходящей лучистой энергии. За счет большого числа хоть и более мелких хлоропластов формируется фотоактивная поверхность данной клетки или листа. Однако данные по изменению числа хлоропластов в клетках столбчатой и губчатой паренхим не дают нам полного представления о количестве хлоропластов в листе. Принципиально важной величиной, характеризующей фотосинтетический аппарат, является количество пластид на единицу площади листовой пластинки, поскольку от него зависит величина первичной поверхности вхождения светового потока в хлоропласты, т. е. величина фотоактивной поверхности единицы площади листа.

В условиях настоящего опыта с повышением интенсивности радиации увеличивается количество хлоропластов в листьях редиса. В листьях томатов с повышением интенсивности радиации до 100 000 эрг/см²·с число хлоропластов достигало максимума, и дальнейшее возрастание интенсивности не вызывало увеличения их количества (см. табл. 2), причем как для губчатой, так и для столбчатой паренхимы наблюдалась одна и та же закономерность. Общая же поверхность хлоропластов на единицу

площади листа была максимальной при интенсивностях порядка 50 000—70 000 эрг/см² · с.

Таким образом, только за счет величины и количества хлоропластов при оптимальной интенсивности радиации формируется фотоактивная поверхность, увеличивающая каждую единицу площади листа в 8—10 раз, что ведет к увеличению поглощающей поверхности как для прямых лучей, попадающих на лист, так и для рассеиваемых гетерогенной системой клеток и тканей листа. При этом вероятность поглощения света единичным хлоропластом возрастает.

Примерно в одних и тех же параметрах радиационного режима наблюдались наиболее высокие значения по содержанию пигментов и максимальный объем хлоропластов (см. табл. 2). Содержание хлорофилла в хлоропласте находится в обратной зависимости и от интенсивности радиации и от количества пластид на единице площади листа. В известной мере определяет концентрацию хлорофилла в хлоропластах и их величина. Правда, уменьшение объема может быть обусловлено уменьшением только стромы, но снижение количества пигментов в хлоропластах заставляет считать, что причина сокращения объема не только в строме, а скорее в сокращении числа гран, тилакоидов, а следовательно, и пигментных слоев.

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют о том, что содержание пигментов, количество хлоропластов на единице площади листа, их общую поверхность можно рассматривать как физиологический тест оптимальных значений светового режима, необходимого для нормального роста растений. Этот момент особенно важен при выращивании растений в условиях закрытого грунта, где полнота поглощения лучистой энергии приобретает особую важность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клешнин А. Ф., Ходоренко Л. А.—Вестн. АН БССР. Сер. биол. наук, 1962, № 4, с. 57.
2. Ходоренко Л. А., Клешнин А. Ф.—Докл. АН БССР, 1962, т. 6, № 10, с. 665.
3. Ходоренко Л. А., Шульгин И. А.—Науч. докл. высшей школы. Биол. науки, 1964, № 3, с. 149.
4. Ходоренко Л. А.—В сб.: Продуктивность наземных фотосинтезирующих систем в экстремальных условиях. Улан-Удэ, 1974, с. 50.
5. Годнев Т. Н., Судник Н. С.—Физиология растений, 1956, т. 3, № 4, с. 352.
6. Ходоренко Л. А., Кахнович Л. В.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1974, № 2, с. 36.
7. Годнев Т. Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения.— М., 1965.
8. Клешнин А. Ф.—Роль света в жизни растений. Сер. III.— М., 1955, № 29.
9. Шульгин И. А., Подольный В. З.—В сб.: Экспериментальный морфогенез.— М., 1963, с. 151.

Поступила в редакцию
04.10.80.

Кафедра физиологии растений

УДК 631.46

О. И. КОЛЕШКО

ЧИСЛЕННОСТЬ И ВИДОВОЙ СОСТАВ АММОНИФИЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ — ПОКАЗАТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Биологическая активность почвы — многофакторный процесс, обусловленный жизнедеятельностью всех населяющих почву организмов, а также активностью продуцируемых ими ферментов. С напряженностью биологических процессов тесно связано почвообразование и плодородие почвы. Отсюда необходимость изучения биологических процессов в почве и разработки методов биологической диагностики почв.

Следует отметить, что нет единого критерия достоверной оценки биологической активности почв. Это затрудняет своевременную диагно-