

ЦИТОЛОГИЯ

В. С. БАДАЛЯН

Значение размеров растительных клеток

Из многочисленных литературных данных известно, что недостаточное увлажнение почвы способствует образованию у растений мелкоклеточной, ксероморфной структуры, и что малая величина клеток имеет некоторую связь со способностью растения меньше страдать от засухи.

Мелкоклеточная структура образуется у растений также в условиях сухой и жаркой атмосферы, недостаточного питания, сильного освещения и низкой температуры. Однако причины физиологического преимущества мелкоклеточной структуры растений перед крупноклеточной в условиях недостаточного увлажнения почвы оставались невыясненными [1, 2].

В своих последних работах В. П. Ногтев [4, 5, 6, 7] ввел некоторые новые понятия и установил связанные с ними величины, существенные для понимания особенностей водного режима у разных типов ксерофитов, мезофитов и гигрофитов.

Благодаря этим понятиям и величинам, вносится значительная ясность в вопрос о физиологическом значении мелкоклеточной или крупноклеточной структуры тех или иных тканей растения.

„При данном градиенте концентрации воды или растворенных веществ,—пишет В. П. Ногтев,—по ту и другую сторону от клеточной оболочки и плазмалеммы скорость осмотического поступления воды и растворенных веществ в растительную клетку, кроме градиента, сильно зависит еще от трех величин, в свою очередь зависящих от линейных размеров клетки, а именно: а) от удельной (а не абсолютной) осмотирующей поверхности (s/v) клетки, б) от удельного запаса ($c = s/v - s_1/v_1$), упругой растяжимости и сократимости клеточной оболочки, через которую происходит эндосмос водного раствора“.

Здесь: s — осмотирующая поверхность, v — объем клетки, s_1 и v_1 — соответственно поверхность и объем клетки при максимальном тургоре.

Удельная поверхность клетки связана не только с величиной, а также и с формой последней. С уменьшением линейных размеров клетки и отклонением от шарообразной формы увеличивается ее удельная поверхность.

Скорость свободной диффузии водного раствора определяется законом Фика, выражаемым уравнением:

$$\frac{dm}{dt} = Dq \frac{dc}{dx}, \quad \text{где:}$$

$\frac{dm}{dt}$ — скорость диффузии, q — площадь, через которую происходит диффузия; $\frac{dc}{dx}$ — градиент концентрации воды или растворенного вещества. D — коэффициент диффузии, зависящий от молекулярного веса диффундирующего вещества и от абсолютной температуры.

Некоторые авторы, как С. П. Костычев, Д. Л. Рубинштейн и другие [5] считают, что закон Фика может быть применен и к проникновению раствора в клетку через ее оболочку и плазму, если коэффициент свободной диффузии D заменить коэффициентом проницаемости P .

Работы В. П. Ногтева показали, что закон Фика не применим к решению вопроса о скорости осмотического поступления воды и растворенных веществ в тургесцирующую клетку. Взамен закона Фика он предложил новый закон скорости эндосмоса водного раствора в растительную клетку, выраженный в виде уравнения:

$$\frac{dm}{dt} = K \left(\frac{s}{v} \right) \left(\frac{1}{Q} \right) \frac{dc}{dx}, \quad \text{где:}$$

K — коэффициент осмоса в условиях тургора (зависящий от молекулярного веса осмотирующего вещества, от толщины и свойства клеточной оболочки и от температуры), s/v — удельная поверхность клеток, Q — quotient тургорного противодействия со стороны клеточной оболочки, $\frac{dc}{dx}$ — градиент концентрации воды или растворенного вещества.

Из этого уравнения видно, что скорость осмотического поступления воды в растительную клетку прямо пропорциональна удельной поверхности клетки, а также градиенту концентрации раствора по ту и другую сторону от осмотирующей замкнутой клеточной оболочки и плазматической перепонки и обратно пропорциональна quotient упругого (тургорного) противодействия со стороны растянутой оболочки клетки.

Величина quotient тургорного противодействия со стороны клеточной оболочки выражается формулой:

$$Q = \frac{T}{\frac{s}{v} - \frac{s_1}{v_1}} \quad \text{или} \quad \frac{T}{C}, \quad \text{где:}$$

T — максимальное тургорное противодействие со стороны растянутой клеточной оболочки. Величина Q действует только с возникновением тургорного противодействия со стороны клеточной оболочки. C — запас упругой растяжимости и сократимости клеточной оболочки.

При увеличении тургора клетки величина Q есть средняя мера нарастания упругого противодействия оболочки, снижающего (на каждую единицу удельного запаса растяжимости оболочки) скорость эндосмоса в клетку водного раствора. При уменьшении тургора клетки Q есть средняя мера уменьшения упругого противодействия оболочки, соответственно повышающего скорость эндосмоса в клетку.

При постоянной величине T тем меньше Q , чем больше S . Величина S , как это показали наши расчеты, зависит не только от способности сокращения клеточных оболочек, а также от линейных размеров клеток. При одинаковой степени сокращения оболочек мелкие клетки, по сравнению с большими, во столько раз больше увеличивают свою удельную поверхность, во сколько раз меньше, чем у больших клеток, их линейные размеры (при одинаковой геометрической форме клеток). Это преимущество мелких клеток перед крупными.

В числе величин, входящих в уравнение В. П. Ногтева, необходимо учитывать также проницаемость протоплазмы, величина которой зависит от степени насыщения клеток водой. Проницаемость протоплазмы различна также для клеток разных тканей и для разных видов растений, величина ее должна находить свое отражение в численном значении коэффициента K этого уравнения.

Для экспериментальной проверки связи между удельной поверхностью и скоростью поступления воды внутрь клетки В. П. Ногтевым с нашим участием был поставлен модельный опыт. Было изготовлено 2 пары осмометров (по типу Дютроше) из целофана: одна пара больших осмометров, другая — малых. Результаты этих опытов [5] показали, что чем меньше были целофановые осмометры и, следовательно, чем больше была их удельная поверхность, тем выше была скорость поступления воды в осмометр.

Позднее М. С. Навашину [3] удалось показать, что существует обратное соотношение между размерами меристематических клеток и темпом их деления. Причину этого автор находит в соответствующем увеличении удельной поверхности клеток с уменьшением их размеров, что увеличивает темп обмена веществ (а, следовательно, и темп деления) между внешней средой и клеткой, происходящий через ее поверхность.

Эти работы дают возможность не только понимать значение мелкоклеточной структуры, но также выяснить и причину, почему в животном и растительном мире эволюционно развивались и преобладают виды, имеющие клетки микроскопической величины, почему бактерии, которые в растительном мире самые мелкие организмы, имеют большую способность размножения.

Листья растений с мелкоклеточной структурой имеют сравнительно большую внутреннюю поверхность, чем листья с крупными клетками. Уменьшение размеров клеток — это способ разрешения некоторых противоречий. Например, в засушливых условиях растения Известия VIII, № 8—6

уменьшают площадь листьев, при этом уменьшаются и размеры клеток, благодаря чему увеличивается внутренняя поверхность на единицу площади листа. Листья таких растений, имея малую общую площадь, меньше испаряют воды. Но с единицы поверхности листа испарение идет более интенсивно, при этом ускоряется и темп остальных физиологических процессов.

Нами изучались величины клеток фотосинтезирующих тканей некоторых растений из разных экологических групп, удельная поверхность и способность сокращения оболочек этих клеток. Результаты наблюдений приведены в таблице 1.

Первые четыре растения: молодило, кактус, очиток и алоэ—являются суккулентами. Как видно из таблицы, они имеют сравнительно крупные клетки почти шаровидной формы (их длина и ширина мало отличаются по размерам); более удлиненную форму имеют только клетки кактуса. Клетки ассимиляционной паренхимы этих растений имеют малую удельную поверхность. Способность сокращения их клеточных оболочек сравнительно небольшая, за исключением лишь алоэ, который имеет более мелкие клетки. В данном случае мы даем величину клеток наружного слоя листа, а внутри его находятся еще более крупные клетки, которые, по всей вероятности, играют водозапасающую роль. Согласно литературным данным, суккуленты представляют собой группу растений с очень замедленными физиологическими процессами.

Своеобразную группу представляют собой фикус и бегония. Они имеют сравнительно мелкие клетки с большой удельной поверхностью. Листья этих растений окружены крупными, лишенными хлорофилла клетками, покрытыми толстой кутикулой. Крупные клетки здесь также играют водозапасающую роль. Эти растения как бы представляют комбинацию суккулентной и мелкоклеточной структуры. Благодаря такой структуре, темп физиологических процессов у них достаточно ускорен, но в то же время листья их могут испытывать действие засухи. Оторванные листья фикуса или бегонии часто в течение недели или более не теряют тургора.

Сон-трава, капуста и люпин многолетних имеют мелкие клетки и большую удельную поверхность.

В основном в этих пределах и колеблются размеры клеток культурных растений. Обращает на себя внимание большая способность сокращения и большой запас упругой растяжимости и сократимости клеточных оболочек у капусты. Большая способность сокращения клеточных оболочек дает возможность листьям капусты испытывать дефицит воды (26 — 27 %) без потери тургора.

Элодея, водное растение, обладает крупными клетками и соответственно небольшой удельной поверхностью. Здесь обращает на себя внимание незначительная способность сокращения клеточных оболочек при потере тургора, которая показывает, что самый незначительный дефицит воды в листьях этого растения вызывает завядание (плазмолиз).

Таблица 1

Размеры клеток и связанные с ними величины у некоторых растений разных экологических групп

Культура	Размеры клеток листовой паренхимы					Способность сокращения клеточных оболочек			
	длина клеток в μ $M \pm \varepsilon$	ширина клеток в μ $M \pm \varepsilon$	поверхность клеток в μ^2 S	объем клет. в μ^3 V	удельн. поверх. в μ^2/μ^3 S/V	длины в проц.	ширины в проц.	объема в проц.	запас упругой сократимости оболочек $c = S/V - S_1/V_1$
Молодило	278,60 $\pm$ 1,75	226,80 $\pm$ 2,16	200511,86	8444891,12	0,024	4,79	4,78	13,70	0,0016
Кактус	208,57 $\pm$ 1,36	79,09 $\pm$ 0,29	61608,49	1023892,53	0,060	4,03	3,56	10,74	0,0023
Очиток	110,88 $\pm$ 1,13	90,72 $\pm$ 0,93	31904,41	535994,06	0,059	—	—	—	—
Алоэ	85,26 $\pm$ 1,78	66,78 $\pm$ 1,36	24878,53	298474,34	0,087	8,00	7,88	22,16	0,0062
Фикус	41,61 $\pm$ 1,13	11,68 $\pm$ 0,21	1740,24	4456,66	0,390	—	—	—	—
Бегония-рекс	55,29 $\pm$ 0,90	27,65 $\pm$ 0,53	5998,03	33157,89	0,181	—	—	—	—
Сон-трава	98,04 $\pm$ 0,88	29,07 $\pm$ 0,63	10271,83	64992,36	0,158	4,90	3,51	11,53	0,0070
Люпин многолетний	54,03 $\pm$ 0,67	19,09 $\pm$ 0,49	3269,35	12868,29	0,254	—	—	—	—
Капуста	42,64 $\pm$ 0,66	23,65 $\pm$ 0,63	4029,18	18626,75	0,216	12,08	8,41	26,19	0,0219
Элодея	133,69 $\pm$ 0,17	31,99 $\pm$ 0,13	16605,19	128412,72	0,129	1,89	1,19	4,22	0,0009

Эти наблюдения с небольшой группой растений показывают, что существует тесная связь между анатомическим строением и физиологическими особенностями растений. Растения с большими клетками, имеющими малую удельную поверхность, отличаются замедленными темпами осмотического обмена веществ, замедленными темпами фотосинтеза и других форм обмена веществ.

Нами изучалось также влияние недостаточного увлажнения почвы на анатомическое строение листьев некоторых растений (размеры клеток палисадной паренхимы, их удельную поверхность, число и величину устьиц, способность сокращения клеточных оболочек) и их физиологические особенности.

С этой целью в 1951 и 1952 гг. были поставлены специальные вегетационные опыты. В первый год (1951) для опыта были взяты сафлор (*Carthamus tinctorius*) и горох (*Pisum sativum*) сорт „Торздак“; во второй год кроме этих растений были взяты чечевица (*Frvum lens*) сорт „Степная 244“ и узколистный синий люпин (*Lupinus anqustifolius*).

От начала прорастания до фазы 2 — 3 листочков сосуды поливались из расчета 60 % от полной влагоемкости. После появления 2 — 3 листочков в части сосудов полив был прекращен, влажность почвы была доведена в одних сосудах до 45 % (II вариант), в других — до 30 % (III вариант). Остальные сосуды до конца вегетации поливались из расчета 60 % от полной влагоемкости. В начале цветения растения II и III вариантов были переведены в условия 60 % увлажнения и при таком режиме оставались до конца вегетации.

В настоящей статье приведены данные о влиянии недостаточного увлажнения почвы только на величину и удельную поверхность клеток палисадной паренхимы.

Результаты наблюдений 1951 г. даны в таблице 2.

Как видно из таблицы, под влиянием недостаточного увлажнения уменьшаются размеры клеток как у сафлора, так и у гороха, и тем больше, чем меньше была влажность почвы. С уменьшением размеров клеток увеличивается их удельная поверхность (s/v). Однако удельная поверхность клеток зависит не только от их величины; большое значение имеет и геометрическая форма клеток. Чем больше форма клетки отклоняется от шарообразной, тем больше удельная поверхность клетки при том же объеме. Например, в III варианте объем клетки у сафлора ($13690,00 \mu^3$), на $271,47 \mu^3$ больше, чем у гороха ($13418,53 \mu^3$), но, несмотря на это, удельная поверхность клеток сафлора больше, чем гороха. Большая величина удельной поверхности объясняется тем что клетки сафлора более вытянутые (длинные, но узкие), чем клетки гороха.

Аналогичные результаты получены нами и в 1952 г. Данные этого года приведены в таблице 3.

В отличие от опыта 1951 г. в 1952 г. уменьшение размеров клеток и увеличение их удельной поверхности под влиянием недостаточного увлажнения почвы происходило в меньшей степени, что можно

Таблица 2

Размеры и удельная поверхность клеток листьев палисадной паренхимы в зависимости от условий увлажнения почвы

Результаты 1951 года

Культура	Варианты опытов		Размеры клеток в μ				Поверхность в $\mu^2 S$	Объем в $\mu^3 V$	Удельная поверхность S/V в μ^2/μ^3	Удельная поверхность в проц. по сравнению с 1-м вариантом
			п о в т о р н о с т и			среднее из всех повторностей				
			I $M \pm \varepsilon$	II $M \pm \varepsilon$	III $M \pm \varepsilon$					
Г о р о х	I	длина	55,86 $\pm$ 0,92	57,96 $\pm$ 0,30	62,55 $\pm$ 1,05	58,79	6772,34	39781,30	0,170	100
		ширина	28,14 $\pm$ 0,84	29,19 $\pm$ 0,67	30,78 $\pm$ 0,80	29,37				
	II	длина	46,78 $\pm$ 0,92	46,78 $\pm$ 1,34	53,59 $\pm$ 1,01	49,05	5824,91	28528,88	0,204	120
		ширина	24,54 $\pm$ 0,92	27,18 $\pm$ 0,30	29,94 $\pm$ 0,64	27,22				
	III	длина	37,83 $\pm$ 0,71	40,05 $\pm$ 0,80	38,40 $\pm$ 0,71	38,76	3248,20	13418,53	0,242	142
		ширина	18,93 $\pm$ 0,53	22,24 $\pm$ 0,64	21,80 $\pm$ 0,57	20,99				
С а ф л о р	I	длина	102,50 $\pm$ 1,39	96,26 $\pm$ 1,01	89,12 $\pm$ 1,34	95,96	10377,73	65818,98	0,157	100
		ширина	32,48 $\pm$ 0,76	26,89 $\pm$ 0,76	29,40 $\pm$ 0,48	29,59				
	II	длина	78,42 $\pm$ 1,39	84,25 $\pm$ 1,16	85,22 $\pm$ 0,88	82,63	7807,23	43348,44	0,178	113
		ширина	24,85 $\pm$ 0,61	27,29 $\pm$ 0,53	25,86 $\pm$ 0,71	26,00				
	III	длина	40,84 $\pm$ 0,88	53,29 $\pm$ 1,13	50,80 $\pm$ 1,18	48,31	3449,15	13690,00	0,251	160
		ширина	17,83 $\pm$ 0,61	21,00 $\pm$ 0,53	18,20 $\pm$ 0,48	19,01				

Таблица 3

Размеры и удельная поверхность клеток листьев палисадной паренхимы в зависимости от условий увлажнения почвы
Результаты 1952 года

Культура	Варианты опыта	Р а з м е р ы к л е т о к в м										Удельная по- верхность S/V в μ^2/μ^3	Удельная поверх- ность в проц. по сравнению с I вариантом
		П о в т о р н о с т и						Среднее из всех пов- торностей		поверхность в μ^2 S	объем в μ^3 V		
		I		II		III							
		длина $M \pm \varepsilon$	ширина $M \pm \varepsilon$	длина $M \pm \varepsilon$	ширина $M \pm \varepsilon$	длина $M \pm \varepsilon$	ширина $M \pm \varepsilon$	длина	шири- на				
Горох	I	62,98 $\pm$ 1,52	28,26 $\pm$ 0,84	68,19 $\pm$ 0,84	30,93 $\pm$ 1,15	69,50 $\pm$ 1,53	30,33 $\pm$ 1,00	66,98	29,84	7665,60	46629,69	0,164	100
	II	59,96 $\pm$ 1,23	27,73 $\pm$ 0,61	57,64 $\pm$ 1,84	26,70 $\pm$ 1,23	56,76 $\pm$ 0,61	25,94 $\pm$ 0,71	58,12	26,79	6013,27	32719,82	0,183	111
	III	48,48 $\pm$ 1,03	25,05 $\pm$ 0,53	50,00 $\pm$ 1,20	25,90 $\pm$ 0,96	42,67 $\pm$ 1,16	21,41 $\pm$ 0,53	47,05	24,12	4476,99	21486,79	0,208	126
Сафлор	I	79,38 $\pm$ 1,18	29,05 $\pm$ 1,12	82,26 $\pm$ 3,04	23,36 $\pm$ 0,96	79,71 $\pm$ 2,03	26,91 $\pm$ 0,76	80,45	26,44	7776,48	44149,35	0,176	100
	II	73,84 $\pm$ 1,54	22,89 $\pm$ 0,88	66,93 $\pm$ 1,84	22,53 $\pm$ 0,64	67,19 $\pm$ 1,83	24,51 $\pm$ 0,71	69,32	23,31	5923,76	29541,41	0,200	113
	III	63,26 $\pm$ 1,39	22,32 $\pm$ 1,04	64,32 $\pm$ 1,32	22,03 $\pm$ 1,01	63,73 $\pm$ 1,54	21,17 $\pm$ 0,88	63,77	21,84	5122,24	23878,04	0,214	121
Люпин	I	71,28 $\pm$ 1,80	30,19 $\pm$ 1,28	73,20 $\pm$ 2,01	30,05 $\pm$ 0,93	66,12 $\pm$ 1,53	27,75 $\pm$ 1,26	70,20	29,33	7812,21	47374,47	0,167	100
	II	64,65 $\pm$ 1,39	28,45 $\pm$ 0,61	68,29 $\pm$ 2,08	29,03 $\pm$ 0,92	64,01 $\pm$ 1,61	24,99 $\pm$ 0,63	65,65	27,48	6850,54	38917,32	0,176	107
	III	60,73 $\pm$ 2,03	22,09 $\pm$ 0,76	63,63 $\pm$ 1,05	23,38 $\pm$ 0,61	58,91 $\pm$ 0,71	22,75 $\pm$ 0,81	61,09	22,74	5173,61	24798,87	0,206	126
Щедровица	I	65,08 $\pm$ 1,42	24,87 $\pm$ 0,83	64,80 $\pm$ 0,95	25,03 $\pm$ 0,30	62,81 $\pm$ 1,31	23,24 $\pm$ 0,57	64,23	24,38	5849,95	29969,72	0,195	100
	II	62,46 $\pm$ 2,19	23,54 $\pm$ 0,72	63,30 $\pm$ 1,83	24,03 $\pm$ 0,56	60,57 $\pm$ 1,58	22,00 $\pm$ 0,92	62,11	23,19	5363,89	26198,00	0,204	104
	III	59,93 $\pm$ 1,63	21,53 $\pm$ 0,61	59,43 $\pm$ 0,98	21,12 $\pm$ 0,48	56,92 $\pm$ 1,43	17,44 $\pm$ 0,30	58,76	20,03	4322,88	18487,66	0,233	119

объяснить тем, что 1952 г. был сравнительно влажным. Одна и та же влажность почвы в зависимости от напряжения атмосферных факторов может в разной степени влиять на растения, так как причиной действия недостаточно увлажненной почвы на растения является затруднение движения воды в ней.

Следует обратить внимание на то, что засухоустойчивые растения, чечевица и сафлор, в отличие от незасухоустойчивых, гороха и люпина, имеют сравнительно большую удельную поверхность. Изучение таких физиологических особенностей у этих растений, как интенсивность фотосинтеза и транспирации, показало, что от последствия недостаточного увлажнения почвы в дальнейшем — в условиях достаточного увлажнения — ускоряется темп этих процессов.

Из вышензложенного можно сделать следующие выводы:

1. Существует тесная связь между размерами и формой клеток и скоростью физиологических процессов.

2. Листья растений с замедленным темпом физиологических процессов имеют крупные клетки почти шарообразной формы, со сравнительно малой удельной поверхностью, малой способностью сокращения и малым удельным запасом упругой растяжимости и сократимости клеточных оболочек. Листья же растений с ускоренным темпом физиологических процессов имеют клетки сравнительно малого размера удлинненной цилиндрической формы и, следовательно, с большой удельной поверхностью, большой способностью сокращения и большим удельным запасом упругой сократимости и растяжимости клеточных оболочек.

3. Под влиянием недостаточного увлажнения почвы в начальной фазе (до цветения) развития растений изменяется анатомическое строение листьев, уменьшаются размеры клеток палисадной паренхимы, что ведет к увеличению удельной поверхности их, и тем большому, чем ниже была влажность почвы.

Армянский сельскохозяйственный институт

Поступило 18 XII 1954 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василевская В. К. О значении анатомических коэффициентов как признаке засухоустойчивости растений. „Бот. журнал СССР“, т. 23, 4, 1938.
2. Максимов Н. А. Физиологическое значение ксероморфной структуры. „Тр. по прикл. бот., ген. и селек.“, т. 25, вып. 3, 1930—31 гг.
3. Навашин М. С. О значении размера меристематических клеток для роста и развития. „Тр. Бот. ин-та им. В. Л. Комарова“, серия 7, вып. 2, 1951.
4. Ногтев В. П. Новые количественно-анатомические и физиологические показатели ксероморфизма и гигроморфизма растений. ДАН СССР, т. 74, 1, 1950.
5. Ногтев В. П. Скорость осмотического поступления воды и водных растворов в растительную клетку и величины, ее определяющие. ДАН СССР, т. 79, 2, 1951.
6. Ногтев В. П. О скорости осмотического поступления растворов в растительную клетку и влияние формы клеток на эту скорость. ДАН СССР, т. 82, 6, 1952.

7. Ногтев В. П. Скорости клеточного всасывания или «всасывающие скорости» растительных клеток как внутренние клеточные двигатели водного тока в теле растения. ДАН СССР, т. 87, 3, 1952.

Վ. Ս. Բադալյան

ԲՋԻՋՆԵՐԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՀԱՍԱՐ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Բջիջների մեծությունը կարևոր նշանակություն ունի ջրի և նրա մեջ լուծված նյութերի օսմոտի տեմպի համար: Որքան բջիջները մանր են, այնքան մեծ է նյութերի օսմոտիկ մոտոքի ու ելքի տեմպը, որովհետև մանր բջիջներն ունեն համեմատաբար մեծ տեսակարար մակերես, իսկ նյութերի մոտոքն ու ելքը բջջի մեջ կատարվում է նրա արտաքին մակերեսով:

Բջջի տեսակարար մակերեսի մեծությունը կախված է նաև նրա ձևից. որքան բջջի ձևը հեռանում է գնդի ձևից, այնքան մեծանում է նրա տեսակարար մակերեսը:

Մենք ուսումնասիրել ենք տարբեր էկոլոգիական խմբերի պատկանող մի քանի բույսերի՝ գառան դմակի, կակտուսի, թանթռնիկի, հալվեյի, ֆիկուսի, բեգոնիա-ոեկսի, քնախոտի, բազմամյա լուպինի, կաղամբի (սածիկ-ներ) և էլոդեայի տախիդիսցիոն պարենխիմի բջիջների խոշորությունը, նրանց տեսակարար մակերեսը և բջջաթաղանթի կծկման ընդունակությունը տուրգոր վիճակից պրպզմովիկի անցնելու ժամանակ:

Առաջին շարք բույսերը սուկուլենտներ են, որոնց բջիջները համեմատաբար խոշոր են, զրեթե գնդաձև, փոքր տեսակարար մակերեսով, ունեն բջջաթաղանթի կծկման փոքր ընդունակություն: Սուկուլենտների նյութափոխանակության տեմպը, ինչպես հայտնի է, բավական գանգաղ է կատարվում: Ֆիկուսը և բեգոնիան, որոնց տախիդիսցիոն պարենխիմիայի բջիջները մանր են՝ մեծ տեսակարար մակերեսով, առաջին խմբի բույսերի հետ համեմատած, ունեն ավելի արագ նյութափոխանակության տեմպ, բայց այդ բջիջները շրջապատված են խոշոր, քլորոֆիլից զուրկ բջիջներով, որոնք հավանաբար ծառայում են ջրի կուտակման համար:

Քնախոտը, կաղամբը և բազմամյա լուպինը ունեն համեմատաբար մանր բջիջներ՝ մեծ տեսակարար մակերեսով, և բջջաթաղանթի կծկման մեծ ընդունակություն: Այս բույսերի նյութափոխանակության տեմպն անհամեմատ ավելի արագ է կատարվում: Ջրային բույս էլոդեան ունի խոշոր բջիջներ՝ փոքր տեսակարար մակերեսով և նրա բջջաթաղանթն ունի կրճկման շատ փոքր ընդունակություն ($2\frac{0}{10}$):

1951 թվականին գաթի ծաղկի և ոլոռի վրա, իսկ 1951 թվականին բացի այդ բույսերից, նաև լուպինի և ոսպի վրա կատարված վեգետացիոն փորձերը ցույց ավեցին, որ բույսի զարգացման սկզբնական շրջանում (մինչև ծաղկելը) հողի անբավարար խոնավության ազդեցության տակ փոքրանում են այդ բույսերի տերևների պալիսդային պարենխիմիայի բջիջները, որի հետևանքով և մեծանում է նրանց տեսակարար մակերեսը:

1952 թվականին քիմիկների տեսակարար մակերեսի մեծացումը հողի նույն խոնավության պայմաններում ավելի պակաս է եղել, որը մենք բացատրում ենք այդ տարվա խոնավ և անձրևային եղանակով: Հետևապես, բույսի անատոմիական կառուցվածքի փոփոխությունը կախված է ոչ միայն հողի խոնավությունից, այլև մթնոլորտային գործոնների լարվածությունից: