

М. С. ГЗЫРЯН, Е. А. ПОГОСЯН

## О ВЛИЯНИИ РУБИДИЯ НА РАЗВИТИЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЯЧМЕНЯ

Изучалось влияние рубидия в сравнении с калием на развитие и структуру вегетативных органов ячменя. Результаты исследований показали специфичность действия калия на организм. Рубидий снижает механическую прочность стебля, отрицательно влияет на дифференциацию проводящих пучков и частоту устьиц в листьях. Анатомические изменения начинают появляться уже на 12-ый день вегетации.

Роль и значение рубидия в живых организмах изучены мало. Еще в 1941 г. Ричардсом [2] было установлено, что при резком калийном голодании добавление рубидия способствовало нормальному росту ячменя в начальный период развития растений, а в последующих стадиях развития функция калия специфична и незаменима.

В предыдущих исследованиях [1] по изучению влияния доз рубидия на растения ячменя и фасоли, выяснилось, что наиболее оптимальной, приближающейся по действию к калию, является доза 40 мг/л.

Морфологически растения в варианте с рубидием низкорослые, с широкими листьями и короткими утолщенными корнями.

В настоящей работе приводятся результаты изучения влияния рубидия на строение вегетативных органов ячменя, в указанных выше опытах с водной культурой [1].

*Материал и методика.* Основой питательной смеси служил раствор Гельригеля. Рубидий в дозах 0,4 и 40 мг/л вносился в питательный раствор на фоне натрия. Контрольными вариантами являлись NPK и NPNa (в соответствующих вариантах натрия вносился в эквивалентных калию количествах).

Для анатомических исследований растения ячменя брались в стадии технической зрелости. Сравнивались растения вариантов с NPK и NPNa+Rb<sub>40</sub>. Срезы корней делались на расстоянии 1—1,5 см от корневой шейки, срезы стебля—в средней части междоузлия и непосредственно под узлом. В табл. 1 приведены некоторые количественно анатомические показатели (средние данные для 10 корешков и 5 стеблей по каждому варианту опыта).

*Результаты и обсуждение.* Корень. У растений варианта с NPK клетки периферийных рядов коровой паренхимы сильно склерифицированы—точечная полость, вторичные и третичные утолщения оболочек. В варианте с Rb склерифицированные клетки без вторичных и третичных утолщений, благодаря чему полости крупные и стенки тоньше в 2 раза (табл. 1, рис. 1а и б).

Таблица I

Некоторые количественно-анатомические показатели вегетативных органов  
ячменя при различном питании

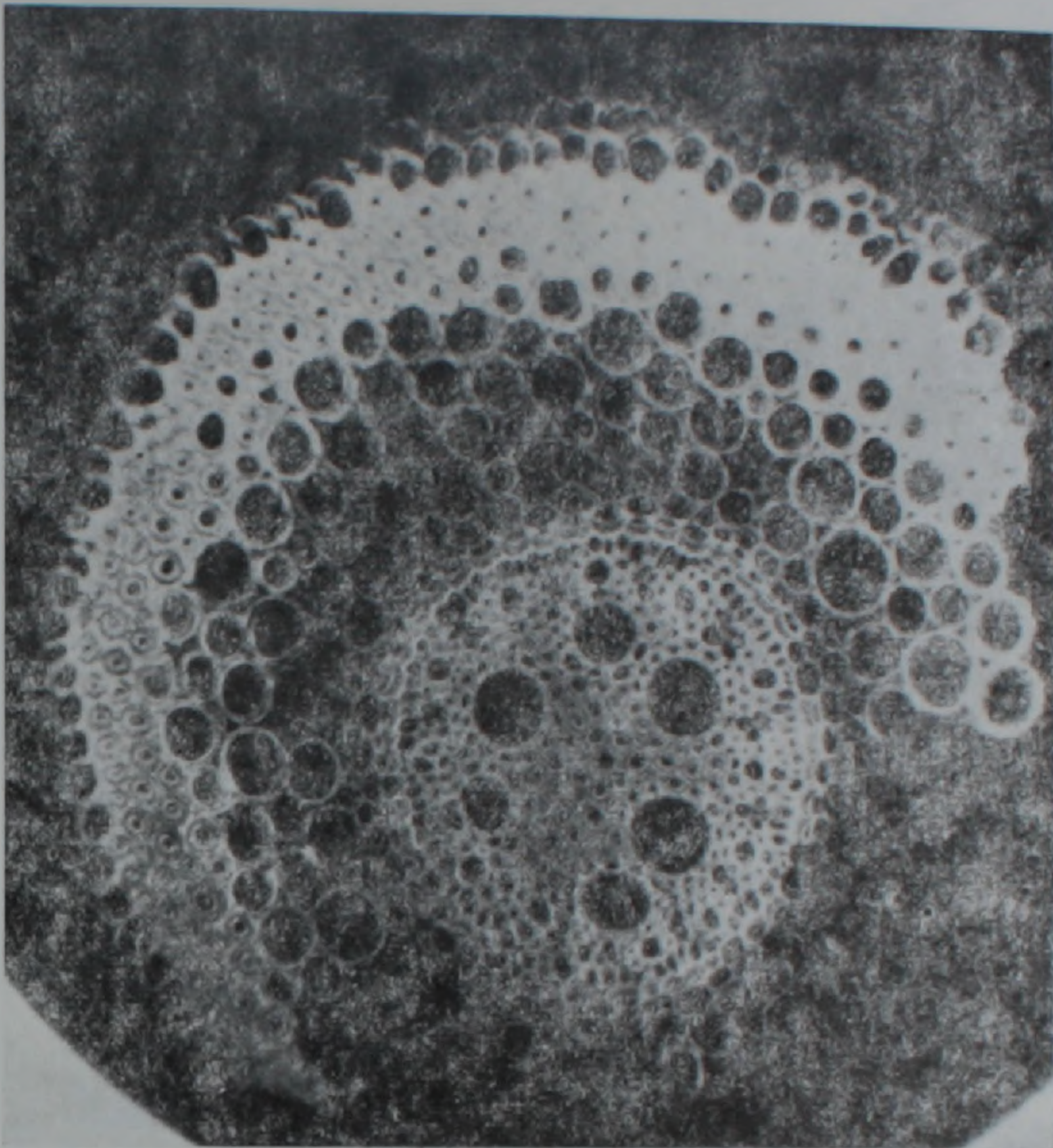
| Показатель                                      | NPK     |                            | NPNa+Rb <sub>40</sub> |                            |
|-------------------------------------------------|---------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
|                                                 | среднее | минимальное — максимальное | среднее               | минимальное — максимальное |
| <b>Корень</b>                                   |         |                            |                       |                            |
| Диаметр вторичного корня, $\mu$                 | 710     | 700—740                    | 768                   | 730—830                    |
| Диаметр центрального цилиндра, $\mu$            | 262     | 240—270                    | 270                   | 250—300                    |
| Толщина коры корня, $\mu$                       | 224     | 185—260                    | 249                   | 200—280                    |
| Толщина периферической зоны корня, $\mu$        | 65      | 50—90                      | 45                    | 30—60                      |
| Толщина зоны тонкостенной паренхимы, $\mu$      | 116     | 100—135                    | 162                   | 135—200                    |
| Толщина стенки склерифицированных клеток, $\mu$ | 6,6     | 6,0—8,4                    | 3,2                   | 2,4—3,6                    |
| Диаметр клеток тонкостенной паренхимы, $\mu$    | 19,0    | 12,0—28,8                  | 34,3                  | 14,4—60,0                  |
| Число пропускных клеток эндодермы               | 8—12    |                            | 3—4                   |                            |
| Число крупных сосудов ксилемы                   | 6       |                            | 5                     |                            |
| <b>Стебель</b>                                  |         |                            |                       |                            |
| Число крупных проводящих пучков                 | 21      |                            | 17                    |                            |
| <b>Лист</b>                                     |         |                            |                       |                            |
| Частота устьиц в нижней эпидерме, на 1 кв. мм   | 390     | 295—455                    | 195                   | 176—220                    |
| Длина устьиц, $\mu$                             | 41      | 35—45                      | 57                    | 45—65                      |

В корнях ячменя под слоем склерифицированных клеток расположены крупные тонкостенные клетки коровой паренхимы. Рубидий приводит к разрастанию этих клеток и разрыву оболочек наиболее крупных из них.

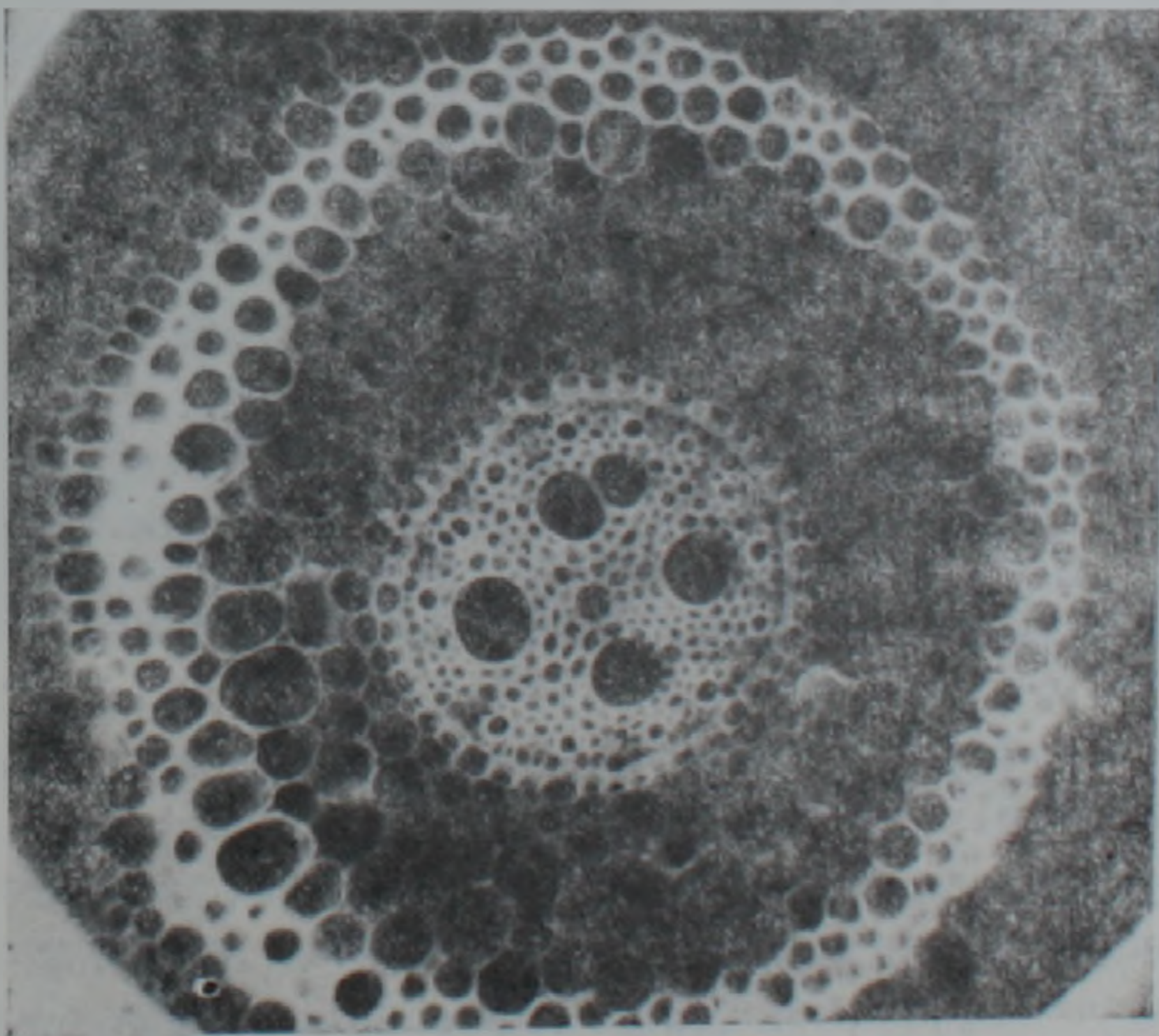
Для связи центрального цилиндра корня с окружающей средой в эндодерме имеются специальные пропускные клетки, стенки которых лишены характерных утолщений. В корнях растений варианта с Rb число таких клеток меньше (табл. I) и часто их внутренние тангентальные стенки несколько утолщены (рис. 1а). На рис. 2 показан поперечный срез центрального цилиндра растения варианта с NPNa+Rb<sub>40</sub>, в эндодерме которого нет ни одной пропускной клетки.

Отделение коровой части корня от центрального цилиндра в результате разрыва оболочек клеток (рис. 1б) и уменьшение числа пропускных клеток приводят к изоляции центрального цилиндра от окружающей среды.

В центральном цилиндре растений варианта с Rb несколько меньшую площадь занимает флоэма (суммарная протяженность участков флоэмы по периметру центрального цилиндра составляет 170  $\mu$ , а в варианте с NPK — 220  $\mu$ ), в ксилеме меньше число просветов крупных сосудов, клетки древесной паренхимы без вторичных утолщений стенок и с более крупной полостью (рис. 1а и б).



а



б

Рис. 1. Поперечное сечение корня: а—почва, б—гидропоника.

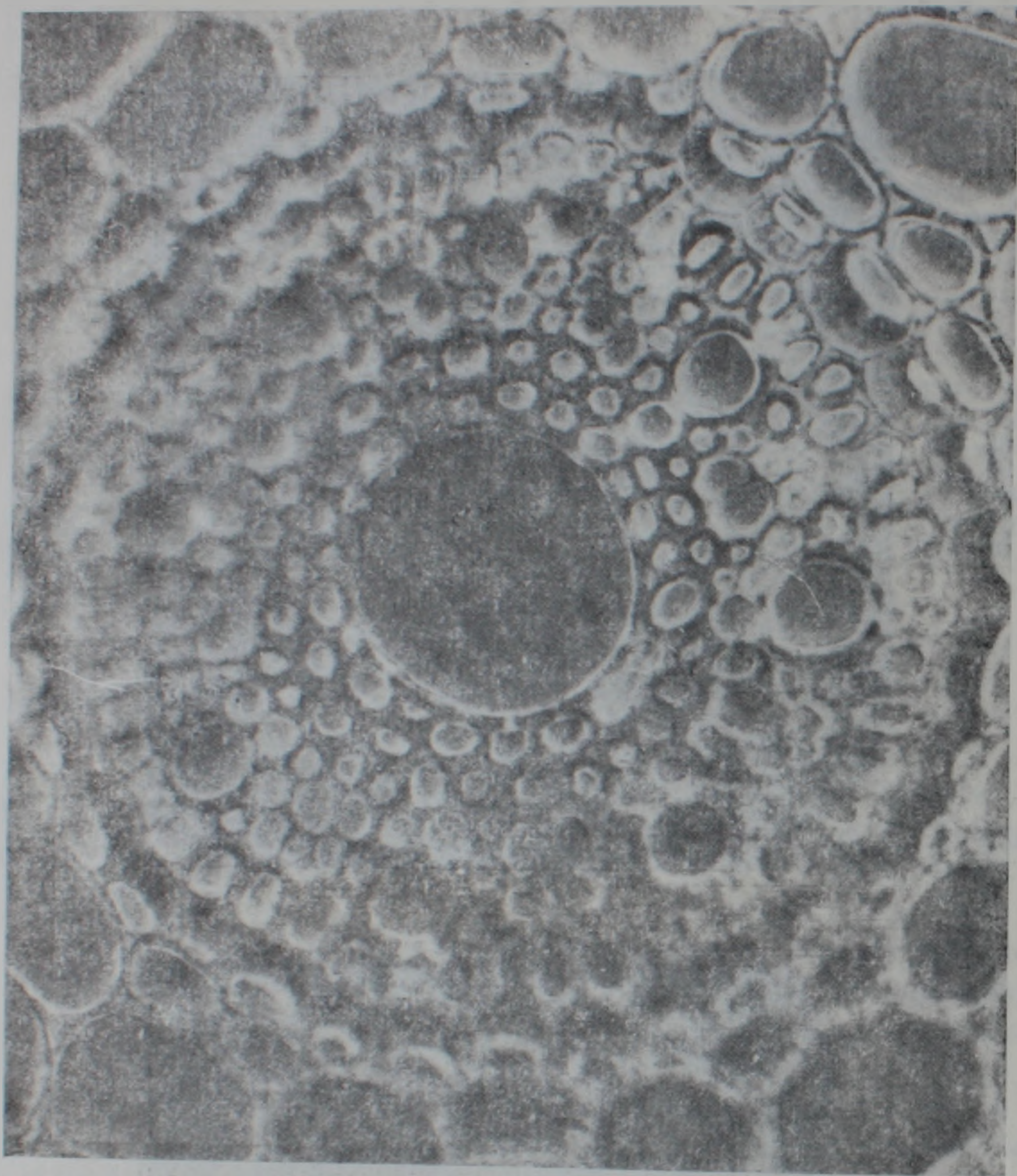
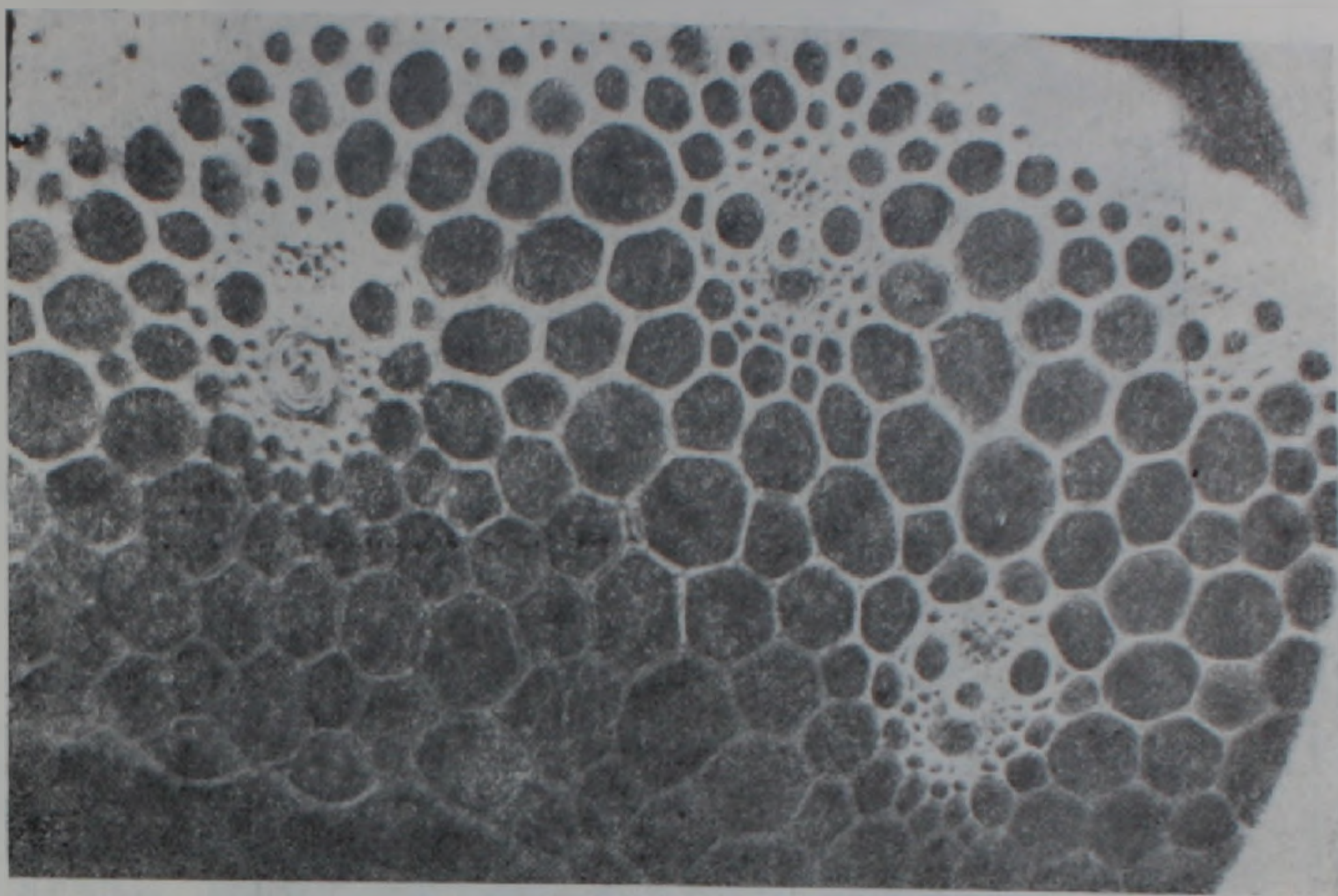


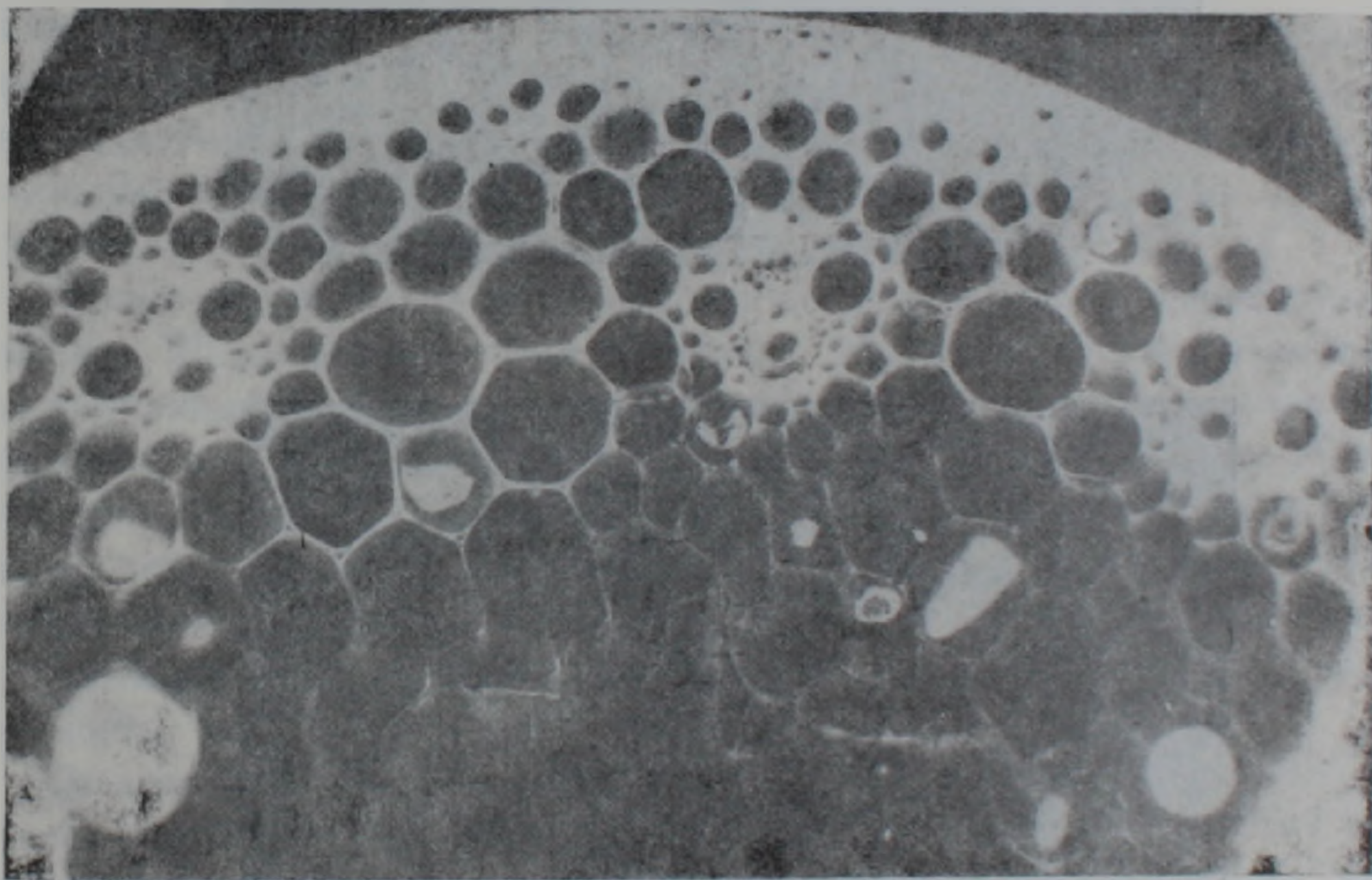
Рис. 2 Поперечное сечение центрального цилиндра корня растения варианта с Rb. В эндодерме отсутствуют пропускные клетки.

**Стебель.** Растения варианта с Rb имеют более рыхлую структуру стебля. В междоузлиях уже выполненная часть и слабее склерифицированы клетки периферийной зоны (утолщение стенок только однослойное и полости крупные), меньше число крупных проводящих пучков, большая часть пучков неправильной формы (округлые или с большей тангентальной осью), часто отсутствует кольчато-спиральный сосуд и не образуется воздушная полость (табл. 1, рис. 3а и б). Непосредственно под узлом в варианте с Rb стенки выполненной части очень узкие, проводящие пучки мелкие, меньшую площадь занимает механическая опора («шапка») пучков (рис. 4а и б).

**Лист.** Количественно-анатомическое исследование выявило отрицательное влияние рубидия на развитие устьичного аппарата листа. Так,



а

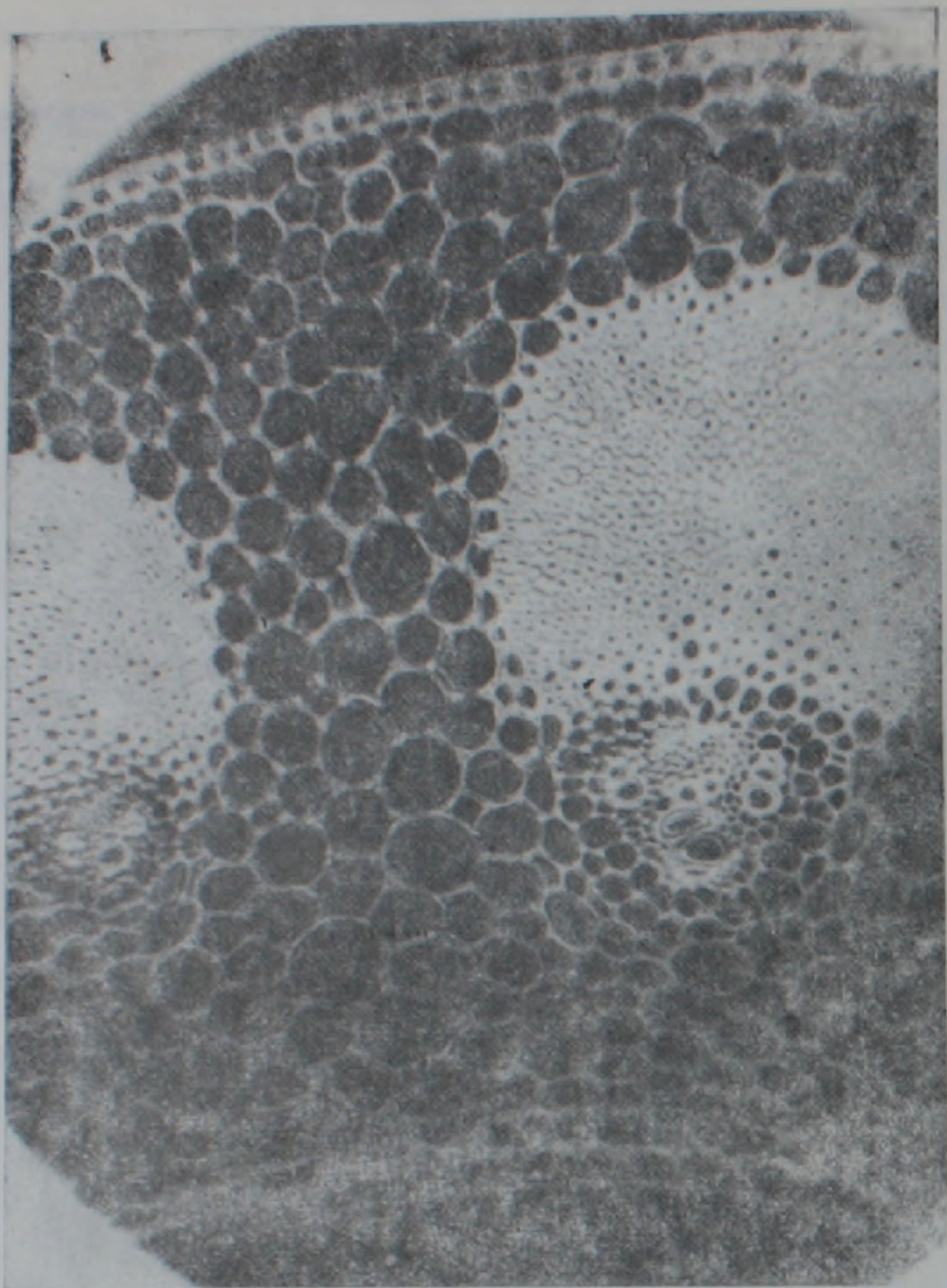


б

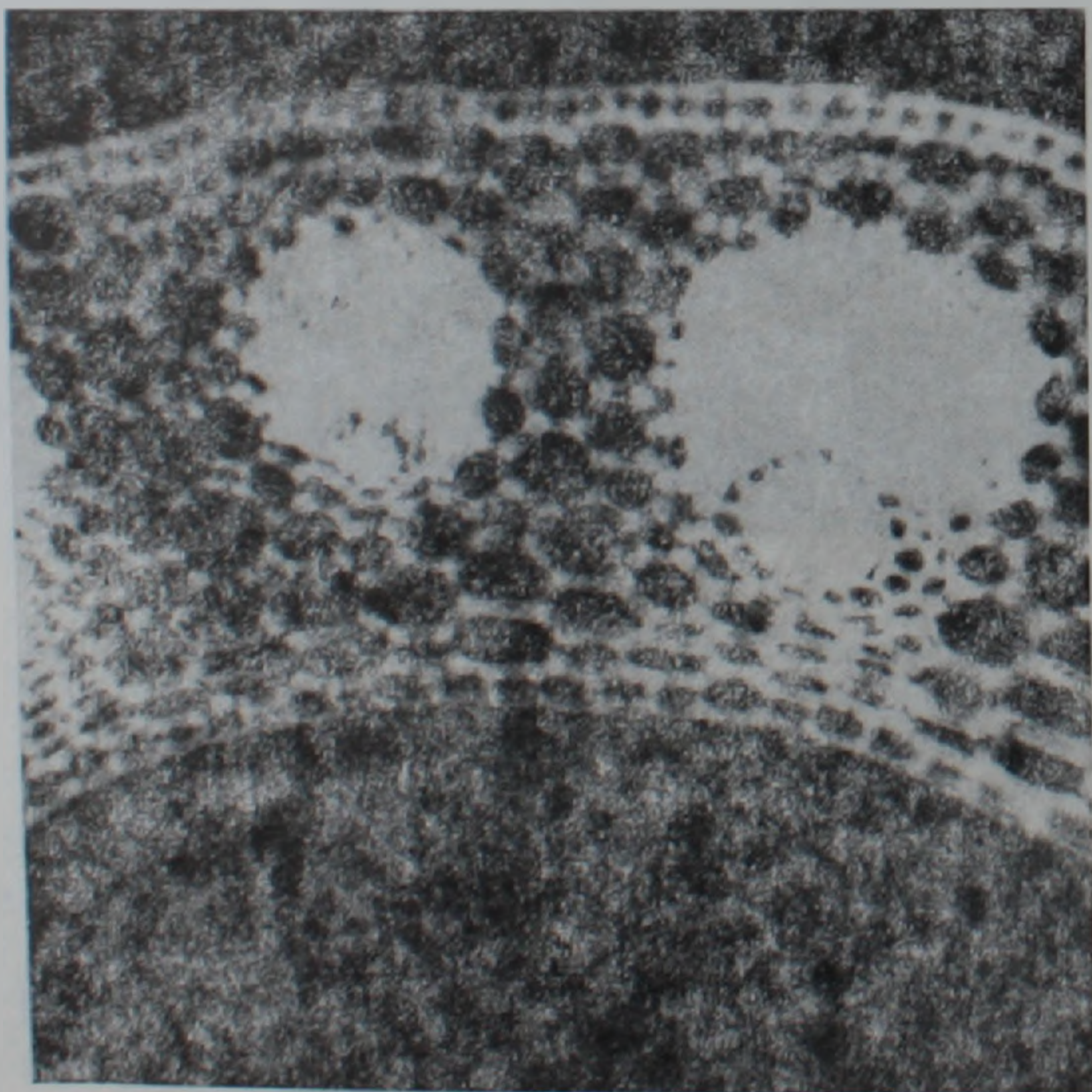
Рис. 3. Поперечный срез стебля во II узле: а—почва, б—гидропоника.

на 1 кв. мм нижней стороны листа, по сравнению с вариантом с NPK, у растений варианта с Rb наполовину меньше устьиц (табл. 1).

Для выяснения времени появления изменений в строении вегетативных органов под влиянием рубидия был поставлен кратковременный опыт (продолжительностью в 12 дней) рулонным методом. Использовался тот же питательный раствор, рубидий брался в дозах—40 и 120 мг/л. Анатомические исследования растений проводились на 4-ый, 8-ой и 12-ый дни вегетации.



а



б

Рис. 4. Поперечный срез стебля под III междоузлами: а — почва, б — гидропоника.

Уже на 8-ой день вегетации появились довольно четкие морфологические изменения (табл. 2). Рубидий привел к резкому укорочению корней, особенно при повышении дозы (120 мг/л). Первые явные признаки изменений в анатомическом строении вегетативных органов обнару-

Таблица 2  
Биометрические показатели проростков ячменя (средние данные 3-х растений)

| Вариант<br>опыта       | Общая длина,<br>см |      | Длина надземной<br>части, см |      | Длина подземной<br>части, см |      | Ширина листа,<br>мм |     |
|------------------------|--------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|---------------------|-----|
|                        | День вегетации     |      |                              |      |                              |      |                     |     |
|                        | 8                  | 12   | 8                            | 12   | 8                            | 12   | 8                   | 12  |
| H <sub>2</sub> O       | 21,6               | 25,6 | 11,7                         | 12,5 | 9,2                          | 13,1 | 5,5                 | 6,5 |
| NPK                    | 30,0               | 33,1 | 14,2                         | 16,2 | 14,8                         | 16,9 | 6,0                 | 7,0 |
| NPNa                   | 31,0               | 31,7 | 13,2                         | 23,6 | 16,2                         | 17,9 | 6,5                 | 7,0 |
| NPNa+Rb <sub>40</sub>  | 21,1               | 24,5 | 14,1                         | 15,4 | 5,8                          | 9,4  | 7,0                 | 7,8 |
| NPNa+Nb <sub>120</sub> | 16,4               | 15,7 | 10,5                         | 11,9 | 3,9                          | 5,0  | 7,2                 | 7,7 |

жились на 12-ый день — в варианте с Rb<sub>120</sub>: меньше толщина оболочки клеток сердцевинной и коровой паренхимы, имеются небольшие различия в строении проводящих пучков выполненной части стебля. Растения остальных вариантов опыта имели одинаковое с вариантом с NPK строение.

Таким образом, наши исследования подтвердили специфичность действия Rb на растительный организм. Морфологические изменения под влиянием Rb наблюдаются раньше (на 8-ой день), чем структурные (на 12-ый день при повышенных дозах). Отрицательное влияние Rb более всего сказывается на строении корней и, затем уже, на дифференциации устьиц листа и проводящих пучков стебля, а также на количестве механических элементов и степени утолщения оболочек склерифицированных клеток во всех органах растения, что снижает механическую прочность.

Выявленные нами морфологические и анатомические изменения являются результатом различий в метаболических процессах. В то же время уменьшение числа пропускных клеток и площади флоэмы в корне, степень зрелости проводящих пучков в стебле, низкая частота устьиц в листьях, по всей вероятности, в свою очередь оказывают воздействие на метаболизм растений.

Մ. Ս. ԳԶԻՐՅԱՆ, Ե. Հ. ՊՈԶՈՍՅԱՆ

# ՌՈՒԲԻԴԻՈՒՄԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳԱՐՈՒ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ԵՎ ԱՆԱՏՈՄԻԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՎՐԱ

## Ա մ փ ա փ ու մ

Ռուբիդիումի և կալիումի ազդեցությունը գարու վեգետատիվ օրգանների զարգացման և կառուցվածքի վրա պարզելու նպատակով ջրային մշակույթի պայմաններում կատարվել է համեմատական ուսումնասիրություն:

Ռուբիդիում ստացած բույսերը գաճաճ են, ունեն լայն տերևներ և կարճ ու հաստ արմատներ: Արդեն վեգետացիայի 12-րդ օրից նկատվում են անատոմիական փոփոխություններ: Արմատների հաստացման պատճառը կեղևային պարենխիմի առանձին բջիջների խոշորացումն է: Ռուբիդիումն իջեցնում է ցողունի մեխանիկական ամրությունը, բացասաբար է ազդում տերևներում փոխադրող խրճերի դիֆերենցման և հերձանցքների հաճախականության վրա, խախտում է կենտրոնական գլանի և արտաքին միջավայրի կապը:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ананян В. Л., Погосян Е. А., Араратян Л. А. Агрохимия, 2, 1971.
2. Richards F. J. Annals of Botany, 5, 18, April, 1941.