Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 4

*ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ*

П. И. ЛОПУШАНСКИЙ и Г. Х. МОЛОТКОВСКИЙ

# ЯВЛЕНИЕ ПОЛЯРНОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В РАСТЕНИИ ГРЕЦКОГО ОРЕХА (JUGLANS REGIA L.)

*(Представлено академиком А. Л. Курсановым 2 VI 1955)*

Известно, что противоположные части стебля, побега, а также органов стадийно неравноценны ([5]) и полярны ([6–9]). Проявление полярной дифференциации растительного организма изучалось на примерах однолетних и многолетних травянистых растений, причем установлено, что в противоположных полюсах растительного организма и его метамерных образованиях направленность и интенсивность обмена веществ различна ([9, 10, 12]). В связи с этим представляет интерес выяснить, в какой мере установленные на травянистых растениях закономерности могут быть приложимы к многолетним древесным породам.

Объектом исследования являлись деревья грецкого ореха (Juglans regia L.), произрастающие в окрестностях Черновиц. Показателем направленности обменных процессов служило содержание аскорбиновой кислоты ([1, 3, 4, 13, 14]), которая определялась методом С. М. Прокошева ([2]) в коре и древесине различных частей ствола и корня сеянцев и взрослых деревьев, в верхних и нижних частях междоузлий молодых побегов, в листочках сложных листьев, в мужских соцветиях и женских

Таблица 1

Распределение аскорбиновой кислоты в коре и древесине 1-, 2- и 3-летних сеянцев грецкого ореха (в мг % на сырой вес)*

| Возраст зоны стволика (лет) | Часть растения | Сеянец текущего года | | Сеянец 2 лет | | Сеянец 3 лет | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | кора | древесина | кора | древесина | кора | древесина |
| Текущего года | Верхняя | 907 | 264 | 980 | 316 | 1124 | 410 |
| | Средняя | 482 | 139 | 542 | 142 | 708 | 221 |
| | Основание | 396 | 88 | 391 | 96 | 435 | 139 |
| 2 | Верхняя | — | — | 478 | 40 | 560 | 56 |
| | Средняя | — | — | 520 | 49 | 613 | 70 |
| | Основание | — | — | 1130 | 188 | 681 | 78 |
| 3 | Верхняя | — | — | — | — | 758 | 95 |
| | Средняя | — | — | — | — | 1666 | 130 |
| | Основание | — | — | — | — | 2205 | 444 |
| | Корневая шейка | 1985 | 155 | 2434 | 290 | 3650 | 411 |
| | Корень на глубине 10 см | 1804 | 129 | 2118 | 263 | 2982 | 380 |
| | » » » 15 » | 1636 | 121 | 1880 | 219 | 2434 | 363 |
| | » » » 25 » | 1363 | 105 | 1779 | 185 | 2042 | 329 |

* В производстве анализов принимал участие студент В. А. Голубев.

цветках, в плоде и плодоножке. Исследования производились в течение вегетационных периодов 1952 и 1953 гг.

Приведенные в табл. 1—4 результаты представляют в каждом случае данные одного из 4—5 параллельных исследований аналогичных объектов (сеянец, взрослое дерево, побег и т. д.). Во всех случаях параллельные исследования выражали одинаковую закономерность.

В молодых побегах сеянцев всех возрастов содержание витамина С в коре и древесине увеличивается от основания к верхушке (табл. 1), в то время как в нижележащих, более старых стеблях оно непрерывно возра-

Таблица 2

Распределение аскорбиновой кислоты в коре корня, ствола и главных веток (за исключением молодых побегов) взрослого дерева грецкого ореха (в мг % на сырой вес)

| Кора корня, северн. сторона | | Кора ствола | | | | Кора главных веток ствола | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | южн. сторона | | северн. сторона | | южн. сторона кроны | | | северн. сторона кроны | | |
| | | | | | | Ярусы | | | | | |
| расст. от корн. шейки (в м) | мг % | расст. от корн. шейки (в м) | мг % | расст. от ствола (в м) | мг % | верхн. | средн. | нижн. | верхн. | средн. | нижн. |
| 3,0 | 1021 | 7,0 | 374 | 0,2 | 436 | 358 | 540 | 616 | 411 | 666 | 789 |
| 1,5 | 1282 | 6,0 | 467 | 0,5 | 494 | 330 | 507 | 592 | 408 | 640 | 721 |
| 2,0 | 1534 | 5,0 | 504 | 1,0 | 578 | 254 | 481 | 560 | 385 | 617 | 690 |
| 1,5 | 1714 | 4,0 | 588 | 1,5 | 693 | 228 | 474 | 536 | 363 | 552 | 674 |
| 1,0 | 2107 | 3,0 | 787 | 2,0 | 924 | 201 | 438 | 523 | 330 | 542 | 643 |
| 0,5 | 2340 | 2,0 | 1006 | 2,5 | 1165 | 189 | 378 | 505 | 321 | 514 | 631 |
| 0,2 | 2428 | 1,0 | 1480 | | 1613 | | | | | | |
| | | 0,0 | 1715 | | 2018 | | | | | | |

стает к основанию ствола. В корне во всех случаях количество витамина С убывает к его вершине. Обращает на себя внимание высокое содержание витамина С в корнях и особенно в корневой шейке, где оно нередко превышает 3600 мг %.

Таблица 3

Распределение аскорбиновой кислоты в листьях и в междоузлиях молодых побегов грецкого ореха (в мг % на сырой вес)

| №№ междоузлий (или листьев) от основания побега | Междоузлия | | Листья | |
|---|---|---|---|---|
| | основание | верхушка | 1-я пара листочков | конечный листочек |
| 1 | 329 | 348 | 962 | 1041 |
| 2 | 332 | 372 | 930 | 1112 |
| 3 | 355 | 406 | 975 | 1120 |
| 4 | 384 | 426 | 989 | 1314 |
| 5 | 400 | 435 | 1115 | 1412 |
| 6 | 389 | 552 | 1213 | 1454 |
| 7 | 458 | 770 | 1336 | 1890 |
| 8 | 681 | 950 | 1381 | 2285 |
| 9 | 842 | 1018 | 1952 | 2640 |
| 10 | 968 | 1030 | 2492 | 2579 |

В коре взрослого дерева (табл. 2) наблюдается такая же закономерность в распределении витамина С, как и в сеянцах, причем кора с северной стороны по сравнению с южной более богата витамином С.

Неодинаковое содержание витамина С наблюдается также в различных частях междоузлий молодых побегов (табл. 3). Верхняя часть каждого междоузлия обычно содержит больше аскорбиновой кислоты, чем нижняя. Таким образом, нарастание витамина С от метамеры к метамере в направлении к верхушке молодого побега происходит не постепенно, а ступенчато (рис. 1), так же как и у травянистых растений ([9—11]). Это относится особенно к метамерам растущей части побега: в нашем примере — метамеры №№ 7—10 в период второго этапа роста побега. Только в редких слу-

чаях такая ступенчатость нарушается, что следует объяснить причинами случайного характера (повреждения насекомыми, град и пр.).

В листьях содержание витамина С также увеличивается вдоль молодого побега от его основания к верхней части (табл. 3). В листочках сложных листьев увеличение витамина С идет по направлению от основания листа к его верхушке (в табл. 3 мы приводим данные, относящиеся только к конечному листочку и листочкам основания листа). От этой закономерности отклоняются молодые, только что развернувшиеся листья, где конечный листочек содержит меньше витамина С, чем листочки, находящиеся у основания листа. Таким образом, как правило, содержание витамина С в конечном листочке каждого сложного листа больше, чем в листочках первой пары непосредственно вышележащего листа, что приводит к скачкообразному характеру нарастания витамина С в листьях молодого побега по направлению к его верхушке (рис. 1).

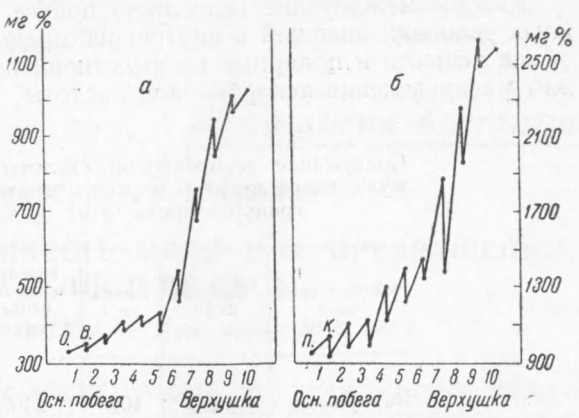



Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты в междоузлиях (*а*) и листьях (*б*) молодого побега грецкого ореха, *е* — основание междоузлия, *в* — его верхушка, *п* — 1-я пара листочков (от основания листа), *к* — конечный листочек сложного листа

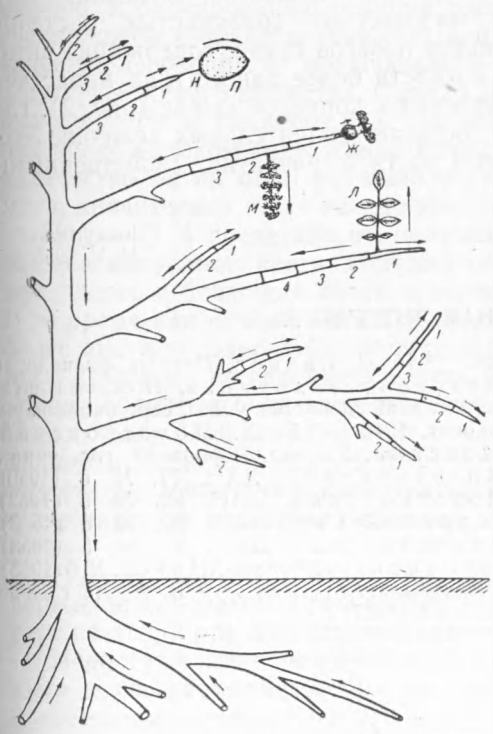



Рис. 2. Схема распределения аскорбиновой кислоты в дереве грецкого ореха. Стрелки указывают направление увеличения содержания витамина С. *1, 2, 3, 4* — побеги, соответственно, 1-, 2-, 3-, 4-летнего возраста, *л* — листья, *м* — мужские соцветия, *ж* — завязь, *н* — плодоножка, *п* — плод

Содержание витамина С в мужских соцветиях (сережках), завязи, зеленой оболочке плода, эндокарпине и плодоножке увеличивается от их основания к верхушке (табл. 4). В поперечных срезах стеблей 3-летних сеянцев грецкого ореха содержание аскорбиновой кислоты по состоянию на 1 VII 1953 г. было следующее: в коре 846, в наружном слое древесины 105, во внутреннем слое древесины 80 и в сердцевине 23 мг % на сырой вес. Таким образом, в стебле грецкого ореха в радиальном направлении идет увеличение аскорбиновой кислоты от сердцевины к периферии.

Из приведенных данных явствует неодинаковое и закономерное распределение аскорбиновой кислоты как в целом растении грецкого ореха, так и в отдельных его органах и тканях (рис. 2).

В процессе стадийного развития растения в конусе нарастания происходит дифференциация ме-

ристематических тканей, что создает разнокачественность их вдоль стебля или отдельной метамеры.

Каждое междоузлие (или лист) побега появляется и развивается в иных условиях внешней и внутренней среды ([10]), что и определяет иной обмен веществ и полярные взаимоотношения, выразителем которых служит распределение аскорбиновой кислоты.

Таблица 4

Содержание аскорбиновой кислоты в различных частях мужских соцветий (сережек), завязи плода и плодоножек грецкого ореха (в мг % на сырой вес)

| Место взятия проб | Сережки 25 IV | Завязь 10 V | Зеленая оболочка плода | Эндокарпий плода | Плодоножки |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 15 VII | | |
| Верхушка | 1390 | 1048 | 2402 | 3054 | 444 |
| Середина | — | — | 1788 | 2875 | — |
| Основание | 1073 | 834 | 1260 | 2650 | 252 |

Ступенчатое нарастание витамина С от метамеры к метамере молодого побега грецкого ореха (рис. 1) указывает на качественные различия в обмене веществ в противоположных полюсах междоузлий побега.

Выявленное закономерное распределение аскорбиновой кислоты в междоузлиях и листьях молодых побегов грецкого ореха имеет некоторую аналогию с размещением хлорофилла, сухого вещества, витамина С и других веществ у однолетних и многолетних травянистых растений ([9], [11], [12]). Однако, в отличие от молодых побегов ореха, содержание витамина С в коре и древесине ствола возраста более одного года нарастает не к верхушке, а наоборот, в направлении к корневой шейке (рис. 2), где накопление аскорбиновой кислоты достигает значительных величин. Это повидимому, связано с особенностями роста и развития, свойственными многолетним древесным растениям.

Черновицкий государственный университет

Поступило 31 V 1955

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

и [1] В. А. Девятнин, Витамины, 1948. [2] Н. Н. Иванов, Методы физиологии и биохимии растений, 1946. [3] Т. Н. Кузнецова-Зарудная, Проблема витаминов, 2 (1937). [4] С. Д. Львов и др., Уч. зап. Лен. гос. унив., сер. биол. наук, 15 (1945). [5] Т. Д. Лысенко, Агробиология, 1948. [6] Г. Х. Молотковский, ДАН, 72, № 6 (1946). [7] Г. Х. Молотковский, Уч. зап. Черновицк. гос. унив., сер. биол. наук, 1, 1 (1948). [8] Г. Х. Молотковский, ДАН, 71, № 6 (1950). [9] Г. Х. Молотковский, Ю. Г. Молотковский, ДАН, 82, № 6 (1952). [10] Г. Х. Молотковский, Ю. Г. Молотковский, ДАН, 90, № 6 (1953). [11] Г. Х. Молотковский, Е. Н. Волкославская, ДАН, 92, № 5 (1953). [12] Г. Х. Молотковський, Д. В. Слободяньска, Допов. АН УРСР, № 6 (1953). [13] Б. А. Рубин, К. И. Страчицкий, Биохимия, № 1 (1936). [14] В. А. Энгельгардт, В. Н. Букин, Проблема витаминов, 2 (1937).