

Н. Г. ДАВТЯН

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОРКОВИ В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ

Гидропоническое выращивание моркови имеет важное хозяйственное и экономическое значение, в особенности для консервной промышленности Армении. В этих условиях морковь поспевает на 30—50 дней раньше, чем на полях; урожай при этом в 5 и более раз выше, чем в условиях обычного полеводства [2]. Анализы показали вполне удовлетворительное качество моркови при ее гидропоническом производстве: показатели качества близки к стандарту, но содержание витаминов всегда выше. По мере полного овладения технологией гидропонического производства можно будет направленно изменять качество продукции.

В этой связи нас заинтересовали анатомические особенности моркови, формирующиеся в условиях гидропоники. Контролем служили растения того же сорта Нантская, посеянные в почву в те же сроки. Исследования анатомического строения моркови нами проводились в течение трех лет, в 1963—1966 гг.

В течение двух первых лет пробы растительного материала мы брали раз в году, при уборке урожая, а на третий год исследования проводились в динамике развития корнеплодов: 1)—через месяц после посева, в начале формирования плода, 2)—через 2,5 месяца после посева и 3)—в конце вегетации—перед уборкой урожая. Нами были приготовлены постоянные препараты из поперечных срезов верхней, средней части корнеплода моркови и его кончика. Для сравнения мы исследовали корнеплоды, выращенные как в условиях гидропоники, так и на контрольном почвенном участке.

Срезы окрашивались сафранином (реакция на лигнин). Микроскопические рисунки делались с помощью микроскопа фотоаппаратом «Зенит» (увеличение 50).

Схематические зарисовки—с помощью микроскопа, рисовальным аппаратом—объектив № 1, окуляр № 5.

В процессе изучения формирования корнеплода моркови в условиях полевой культуры установлено следующее [12]: корнеплод моркови формируется из гипокотилия (подсемядольного колена) и главного корня. В стадии проростка они имеют первичное анатомическое строение. Осевые органы состоят из первичной коры и центрального цилиндра. Проводящая ткань центрального цилиндра складывается из элементов прото- и метаксилемы и первичной флоэмы.

С заложением листьев из меристемы, разделяющей элементы ксилемы и флоэмы, возникает камбий, который образует вторичную проводящую ткань. В результате деятельности камбия гипокотиль и главный корень принимают вторичное строение. Автор отмечает, что с развитием зеленой массы начинается формирование корнеплода,

которое выражается в разрастании тканей. Клетки паренхимы делятся, увеличивается и их количество и объем.

В процессе формирования корнеплода идет накопление питательных веществ в форме углеводов, а также отложение солей. Все это ведет к росту корнеплода в ширину.

Структура технически спелого корнеплода состоит из коровой части (основной паренхимы и элементов флоэмы) и древесины (ксилемы, сопровождающей паренхимы и сердцевинных лучей).

Таким же путем формируются корнеплоды в условиях гидропоники, но в структуре их наблюдается сильная дифференциация тканей, что и отличает эти растения от выращенных в почве. Это же явление было нами обнаружено у растений помидора и хлопчатника в условиях гидропоники [3, 11].

По Э. Синноту [13], дифференциация тканей происходит везде, где имеет место развитие.

Обычно в начале своего развития молодое растение имеет сравнительно простое, гомогенное строение, отличительной же особенностью процесса развития является возникновение различий между отдельными частями организма. Когда цикл дифференциации завершен, рост обычно прекращается. Примером сложной дифференциации является развитие камбия и его производных. Из сплошного тангентального слоя удлинённых клеток камбия во внутрь развиваются сосуды, волокна, паренхима, клетки древесных лучей, а из клеток, которые камбий производит наружу, ситовидные трубки, сопровождающие клетки, волокна, клетки флоэмы. Направление дифференциации определяется не только генетической конституцией растения, но и специфическими условиями окружающей среды, в которых происходит развитие.

Описание корнеплодов, сформировавшихся в течение месяца, проводилось последовательно, начиная с кончика корнеплода, затем — его середины и далее верхней части (под розеткой листьев).

Анатомические исследования кончиков корнеплодов показали, что древесина корнеплодов, произрастающих в почве, тоньше, чем в условиях гидропоники. Паренхиматические клетки коры у гидропонических растений мельче. Размеры сосудов в этой фазе пока примерно одинаковы. В обоих условиях хорошо различается камбиальное кольцо (рис. 1, 2).

В средней части корнеплодов как в условиях почвы, так и гидропоники, увеличивается древесина или ксилема. Однако в последнем случае наблюдается более интенсивный рост древесины корнеплода в ширину (рис. 3, 4).

В верхней части, под розеткой листьев, слой древесины еще более увеличивается, опять-таки превышая его в условиях гидропоники (рис. 5, 6).

Таким образом, при исследовании корнеплодов, сформировавшихся в течение 1 месяца, пока не было найдено разницы в размерах сосудов, но уже даже в этом возрасте наблюдается более интенсивный рост древесины в ширину у корнеплодов, выращенных в условиях гидропоники.

М. А. Сизова [12] отмечает, что существует связь между величиной центрального цилиндра корнеплода и строением и величиной листа. Очевидно, крупные листья с толстыми черешками у гидропонических растений приводят к увеличению размеров центрального цилиндра.

Такие же исследования проводились над корнеплодами моркови, примерно, 2,5-месячного возраста. Во всех ярусах наблюдалась мелко-

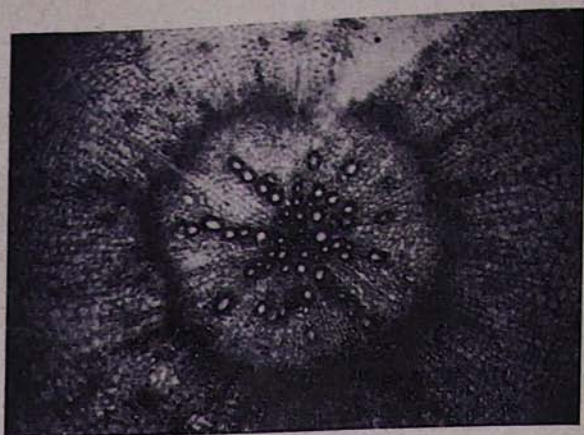


Рис. 1. Поперечный срез кончика корнеплода, произрастающего в почве.

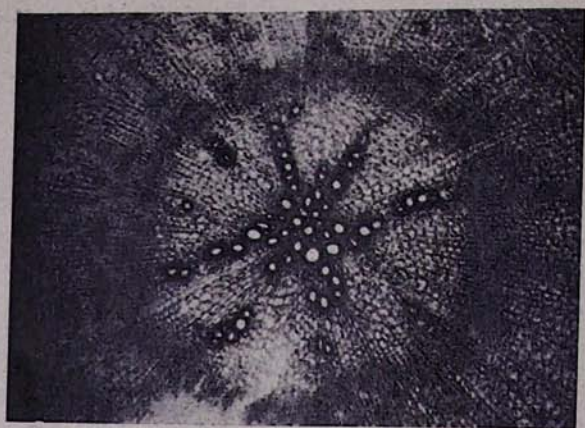


Рис. 2. Поперечный срез кончика корнеплода, выращенного в условиях гидропоники.

клеточная структура у корнеплодов, выращенных в условиях гидропоники (рис. 7, 8). Как видно из рисунков, в условиях почвы, наряду с мелкими, формируются и крупные водоносные сосуды, в то время как в условиях гидропоники мы видим узкие сосуды, но в большом количестве, что является результатом сильной дифференциации тканей.

Та же закономерность наблюдается по ярусам и в средней, и в верхней частях корнеплодов (рис. 9, 10, 11, 12). На этих рисунках видна разница в размерах водоносных сосудов: у корнеплодов, выращенных в почве, сравнительно крупные сосуды, а у гидропонических корнеплодов, наоборот, число их больше, а размер—меньше. Аналогичное можно сказать о паренхиматических клетках древесины (в случае гидропоники наблюдается та же мелкоклеточность).

Особенно наглядно вышеизложенное подтверждается на рис. 13 и 14, где изображены поперечные срезы корнеплодов, взятых в конце вегетации. В условиях почвы сердцевина состоит из крупных сосудов, в условиях же гидропоники они—мелкие.

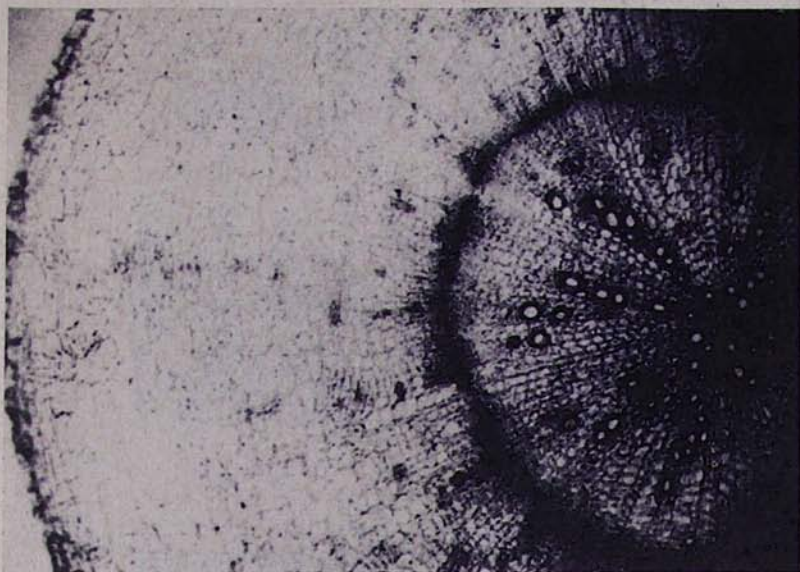


Рис. 3. Поперечный срез средней части корнеплода, выращенного в почве.

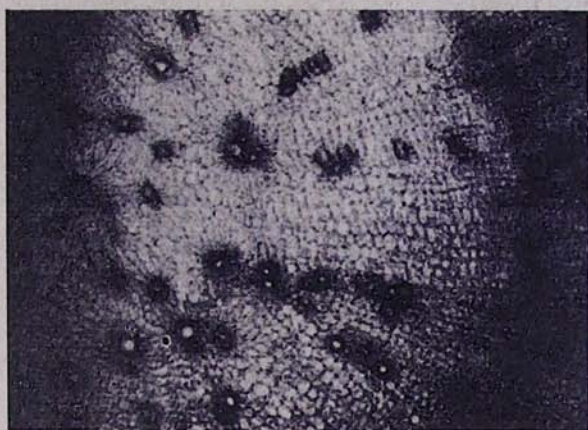


Рис. 4. Поперечный срез средней части корнеплода, выращенного в условиях гидропонии.

Исследованию подверглись также поперечные срезы черешков листьев моркови. Обычно в проводящем пучке черешков листьев моркови элементы ксилемы располагаются в нижней его части, а флоэма—в верхней. Но в черешках листьев моркови Нантская наблюдается своеобразный тип проводящих пучков—биколатеральный, что предполагает наличие ксилемы в двух местах (сверху и внизу). Кроме того, есть также концентрические пучки анфивазального типа (флоэма внутри, а ксилема окружает со всех сторон флоэму) (рис. 15, 16). Между ксилемой и флоэмой хорошо виден камбиальный слой, в резуль-



Рис. 5. Поперечный срез верхней части корнеплода, произрастающего в почве.

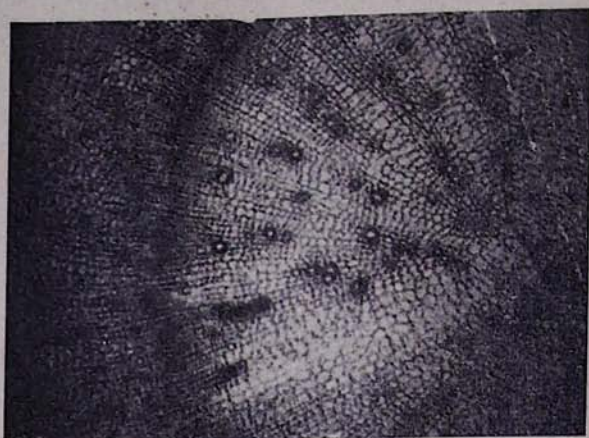


Рис. 6. Поперечный срез верхней части корнеплода, выращенного в условиях гидропоники.

тате деятельности которого в течение вегетации постоянно формируются все новые и новые сосуды.

На рис. 17 изображены схематические зарисовки поперечных срезов черешков листьев моркови. В черешках листьев корнеплодов, выращенных в условиях гидропоники (в правой части рисунка), количество пучков больше, но по размерам они мельче, чем пучки в листьях моркови, выращенной в почве. На рисунке черным окрашены одревесневшие части черешков листьев.

Таким образом, у корнеплода моркови, выращенного в условиях гидропоники, наблюдается мелкоклеточная, сильно дифференцированная структура.

Ксероморфизм у листьев, по литературным данным, формируется как в условиях высокой температуры и водного дефицита [4, 5, 9], так и в условиях оптимальных фотопериодов [10]. Однако в данном слу-

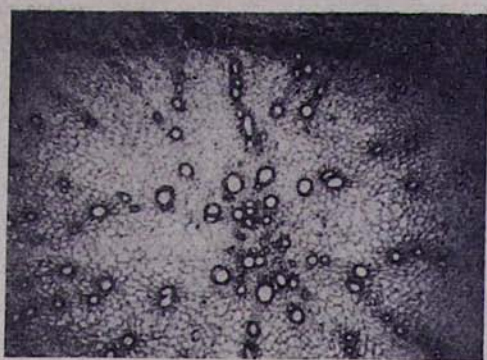


Рис. 7. Поперечный срез кончика корнеплода моркови, выращенного в почве (возраст—2,5 месяца).

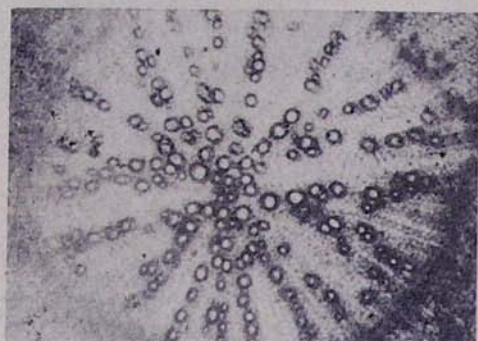


Рис. 8. Поперечный срез кончика корнеплода, выращенного в условиях гидропоники (возраст—2,5 месяца).

чае причиной мелкоклеточной структуры и сильной дифференциации тканей не может являться водный дефицит, так как в условиях гидропоники растения не испытывают недостатка в воде. Ряд авторов считает, что явление ксероморфизма может быть вызвано условиями питания растений.

К. Mothes, G. T. Nightingale, K. Scheider [15, 16, 17] указывают, что возникновению ксероморфности вегетативных органов способствует азотный дефицит. Однако вышеперечисленные авторы считают, что ускорение дифференциации, т. е. усиление процессов образования клеточных и тканевых структур, связано с падением общего уровня жизнедеятельности вегетативных органов. В качестве доказательства они приводят тот факт, что формирование ксероморфной структуры связано с условиями, задерживающими рост вегетативных органов (недостаток влаги в почве и воздухе в сочетании с высокими температурами и ярким освещением, азотный дефицит и т. д.).

Однако другие авторы считают это представление необоснованным, так как замедление роста не всегда сопровождается падением жизненной активности растения или его вегетативных органов. Уместно отметить, что еще в 1916 г. Н. А. Максимов [8] установил, что типич-

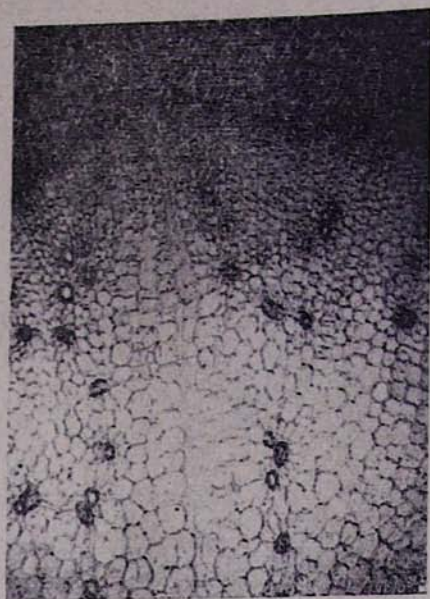


Рис. 9. Поперечный срез средней части корнеплода, выращенного в почве (возраст 2,5 месяца).

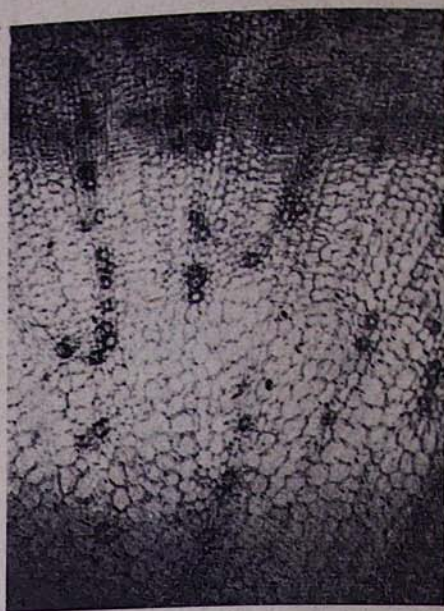


Рис. 10. Поперечный срез средней части корнеплода, выращенного в условиях гидропоники (возраст 2,5 месяца).

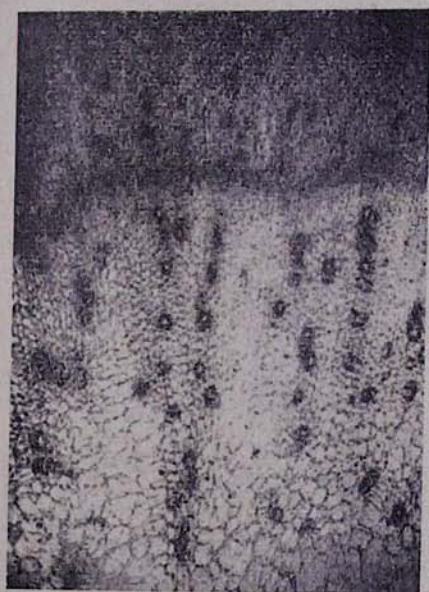


Рис. 11. Поперечный срез верхней части корнеплода, выращенного в почве (возраст 2,5 месяца).

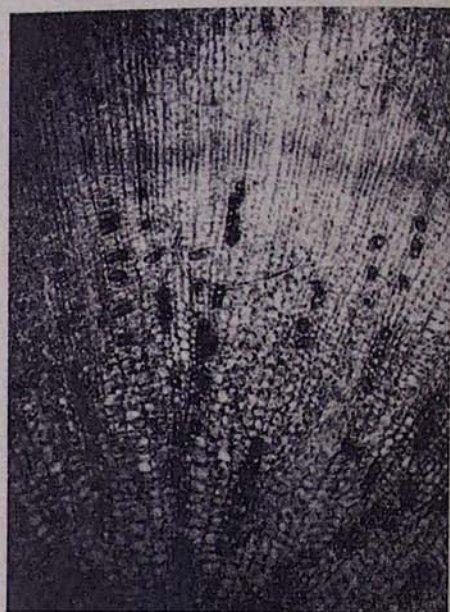


Рис. 12. Поперечный срез верхней части корнеплода, выращенного в условиях гидропоники (возраст 2,5 месяца).

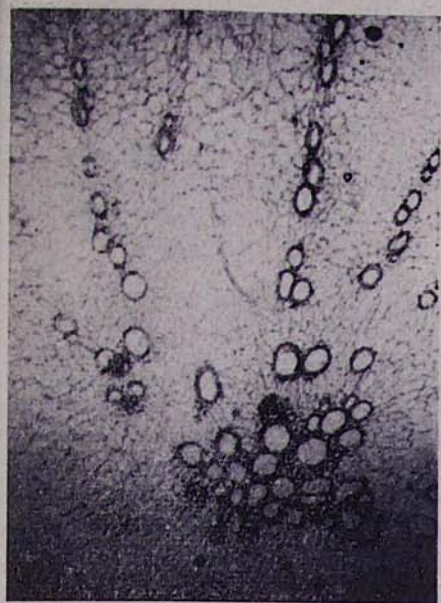


Рис. 13. Поперечный срез кончика корне-
плода, выращенного в почве (конец веге-
тации).

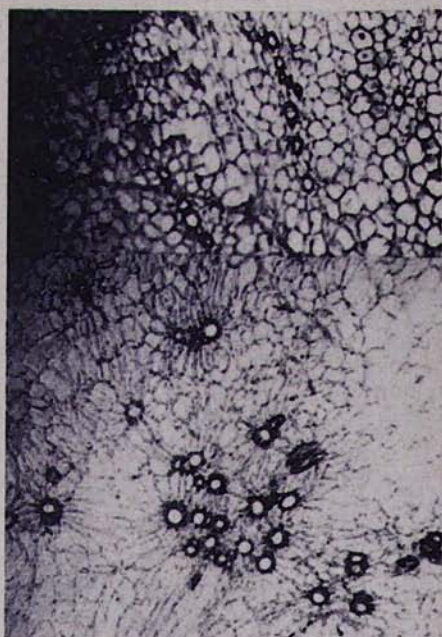


Рис. 14. Поперечный срез кончика корне-
плода, выращенного в условиях гидро-
понии (конец вегетации).

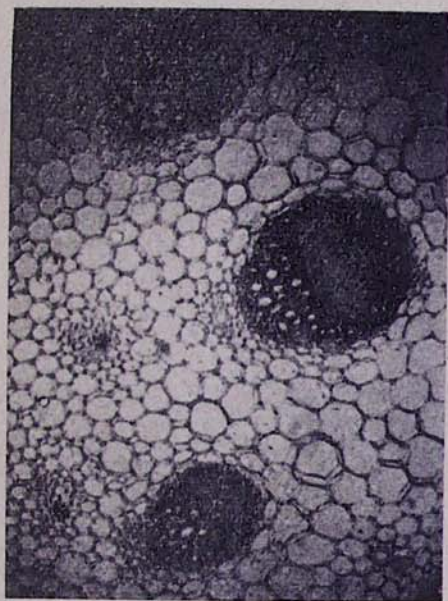


Рис. 15. Поперечный срез черешка листа
моркови, выращенной в почве.



Рис. 16. Поперечный срез черешка листа
моркови, выращенной в условиях
гидропонии

ным ксерофитам свойственна высокая активность водообмена. По его данным, интенсивность транспирации у ксерофитов часто бывает более высокой, чем у мезофитов. Такое хорошо выраженное приспособление осуществляется как процесс изменения способа обмена и состояния клеток не в сторону ослабления, а в сторону повышения их жизненной активности. Известно, что повышение засухоустойчивости у растений сопровождается усилением дифференциаций тканей, активацией фотосинтеза и дыхания, усилением ферментативных процессов, повышением гидрофильности и прочности белкового комплекса протоплазмы [7, 1, 14].

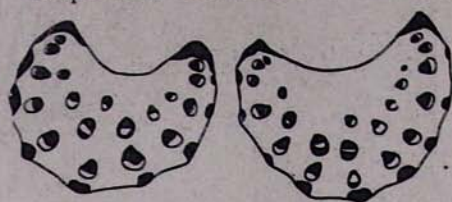


Рис. 17. Схематические зарисовки черешков листьев моркови, выращенной в почве — слева и в гидропонических условиях — справа.

По В. Г. Конареву [6], усиление фосфорного питания создает благоприятные условия для поддержания высокого уровня нуклеинового обмена.

Наиболее интенсивно процессы образования тканевых и клеточных структур, по автору, протекают в том случае, когда клетки

самых ранних этапов развития получают достаточное количество азота и фосфора. Такие условия способствуют и интенсивному росту, и интенсивным формообразовательным процессам.

Таким образом, по Конареву, фосфорное питание, свет также способствуют усилению формообразовательных процессов и развитию ксероморфности. Эти факторы влияют на морфогенез через одно и то же звено в обмене веществ, через нуклеиновый обмен. При этом фосфор и свет благоприятствуют накоплению нуклеиновых кислот и повышению уровня нуклеинового обмена, а в случае водного дефицита и недостатка азота сокращается расход нуклеиновых веществ на ростовые процессы. Этим объясняется тот факт, что усиление формообразовательных процессов не сопровождается падением общей продуктивности растения.

На наш взгляд, такую мелкоклеточную структуру в условиях гидропоники (помимо обильного фосфорного питания и других факторов, как интенсивный свет, высокая температура) может также вызвать присутствие кислорода вокруг корней.

Так как в наших опытах, в условиях гидропоники, растения обильно снабжались не только фосфором и другими питательными элементами, водой, но и кислородом, который, периодически обновляясь, имеется в порах слоя наполнителя вегетационных деленок, в ризосфере. Это обильное снабжение корней кислородом, который способствует усиленному обмену веществ в клетках корня, также является, на наш взгляд, одной из важных причин сильной дифференциации тканей.

Ն. Գ. ԴԱՐՅԱՆ

ՍՏԵՊԴԻՆԻ ԱՆԱՏՈՄԻԱԿԱՆ ՅՈՒՐԱՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԻԳՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա. մ փ ն փ ու մ

Հիգրոպոնիկայի պայմաններում ապացուցված է բազմաթիվ կուլտուրաների և հատկապես ստեպլինի բարձր արդյունավետությունը: Ստեպլինի

անատոմիական կառուցվածքի հետազոտությունները ցույց են ափել, որ հիդրոպոնիկայի պայմաններում տեղի է ունենում հյուսվածքների խիստ զատորոշում, որով այդ բույսը տարբերվում է հողում աճած ստեպլինից: Առանց հողի աճեցրած արմատապտուղները ունեն մանրաբջիջային կառուցվածք, պարունակում են փայտանյութի և պարենխիմայի մանր բջիջներ և նեղ ջրատար անոթներ ափելի մեծ քանակությամբ, քան հողի վրա աճած բույսերը:

Մեր կարծիքով, հիդրոպոնիկայի պայմաններում աճեցրած բույսերի հյուսվածքների այդպիսի սուր զատորոշման գլխավոր պատճառներից մեկը՝ արմատների մեջ թթվածնի առատությունն է, որը ուժեղացնում է նյութափոխանակությունը արմատների բջիջների մեջ:

N. G. DAVTYAN

ANATOMICAL FEATURES OF CARROTS GROWN UNDER OPEN-AIR HYDROPONIC CONDITIONS

Summary

Many cultures and particularly the carrots have been proved to be responding most effectively to the conditions of hydroponics. Investigations on the anatomical structure of carrots have shown that under conditions of hydroponics their tissues undergo a strong differentiation which differs them from the same plants grown in the soil. The soilless grown root-crops have fine-cellular structure with small cells of wood and parenchyma and contain narrow water-carrying vessels in larger quantities than those grown in the soil.

In our view, a most important cause for such a strong differentiation of the tissues under conditions of hydroponics is that their roots are abundantly supplied with oxygen which enables to strengthen the metabolism in the cells of the roots.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генкель П. А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. Изд. АН СССР, М.—Л., 1946.
2. Давтян Г. С. Растениеводство без почвы. Журн. «Наука и человечество», М., 1965.
3. Давтян Н. Г. Некоторые анатомические особенности строения растений помидора, выращенных в условиях гидропоники. «Сообщения Ин-та агрохимических проблем и гидропоники АН Арм. ССР», № 7, 1967.
4. Заленский В. Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. «Изв. Киевского политехнического ин-та», том 4, № 1, 1904.
5. Келлер Э. Ф. Длина жилок и число устьиц на единицу площадей листа как экологический признак. Сб.: «Растение и среда», М.—Л., 1940.
6. Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений, М., 1959.
7. Курсанов А. Л., Благовещенский В. А. и Козакова М. Влияние влажности почвы на физиологические процессы и химический состав сахарной свеклы. Бюлл. Моск. об-ва испытат. природы, отд. биолог. т. 3, М., 1933.
8. Максимов Н. А. Опыт сравнительного изучения испарения у ксерофитов и мезофитов. «Журн. Русск. ботан. общ-ва», т. 1, 1916.

9. Максимов Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости растений, 1926.
10. Меликян Н. М. Структурные изменения и накопление лигнина в растениях в связи с условиями среды, Ереван, 1959.
11. Меликян Н. М., Давтян Н. Г. Анатомические особенности строения хлопчатника, выращенного в условиях гидропоники. «Сообщения Ин-та агрохимических проблем и гидропоники» АН Арм. ССР; № 7, 1967.
12. Сизова М. Н. Анатомическое изучение формирования корнеплода у моркови. Тр. по прикладн. бот., ген. и сел., т. XXXI, в. 2, 1957.
13. Синнот Э. Морфогенез растений. М., 1963.
14. Сисакян Н. М. Биохимическая характеристика засухоустойчивости растений. Изд. АН СССР, М.
15. Mothes K. Ernährung, Structur und Transpiration. Biolog. Zentralblatt, B. 52, H. 4, 1932.
16. Nightingale G. T. The nitrogen nutrition of green plants. The botanical Review, v. III, № 3, 1937.
17. Schneider K. Beeinflussung von N-Stoffwechsel und Stengel-anatomie durch Ernährung. Zeitschr. f., Bot., 2(545—569), 1936.