

УДК 581.14

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. В. Казарян, В. А. Давтян

К вопросу о метаболической активности корней растений
 в условиях гидропонии

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. О. Катаряном 8 I 1979)

Повышенная продуктивность сельскохозяйственных культур, выращенных без почвы обычно объясняется благоприятностью условий корневобитаемой среды, где активно функционирует корневая система. Интенсивный рост и высокая урожайность растений в условиях гидропонии, как нам кажется, должны быть связаны с активацией метаболической их деятельности, при которой синтезируются необходимые для роста и жизнедеятельности растений разнообразные органические соединения (¹⁻³ и др.).

С целью экспериментальной проверки этого положения нами в вегетационных сеюнах 1968—69 гг. были проведены некоторые исследования с вегетирующими растениями подсолнечника Гигант—549, кукурузы—Картули круги, выращенных, в одном случае, в условиях плодородной почвы, в другом—гидропонии с применением соответствующего питательного раствора (⁴). Для выявления различия в метаболической активности корней опытных растений анализу подвергалась пасока, собранная в течение 6 часов (с 9 до 15 ч.) после срезки стеблей.

Определение сухого веса пасоки проводилось высушиванием в термостате при 105°C, содержание различных форм азота—микрометодом Кьельдаля (⁵), фосфор—колориметрическим методом Лоури и Лопеса (⁶) с модификации Хонда (⁷), углеводы—микрометодом Хагедорн Иерсена по схеме Кизеля (¹⁰), аминокислотный состав—методом хроматографии на бумаге (¹¹), повторность определений—трехкратная.

Разница в пасоках, полученных из почвенных и гидропонических растений (рис. 1), прежде всего проявляется в их сухом весе. Если эту разницу выразить в процентах, то увеличение сухого веса пасоки у гидропонических растений подсолнечника, по сравнению с почвенными составляет 20,95%, а у кукурузы—24,22%. Причина этого, по всей вероятности, является водный режим корневобитаемой среды, который у почвенных культур несравненно благоприятный.

Контрольные растения хотя развивались в условиях 70% влажности

ности почвы и для поддержания уровня последнего регулярно поливался, но тем не менее переживали некоторую недостаточность в воде. Тут, по-видимому, играет определенную роль водоудерживающая способность почвенных коллоидов и элементов минерального питания, недостаточная аэрация почвы и др. В этом отношении, разумеется, условия беспочвенного выращивания также благоприятны.

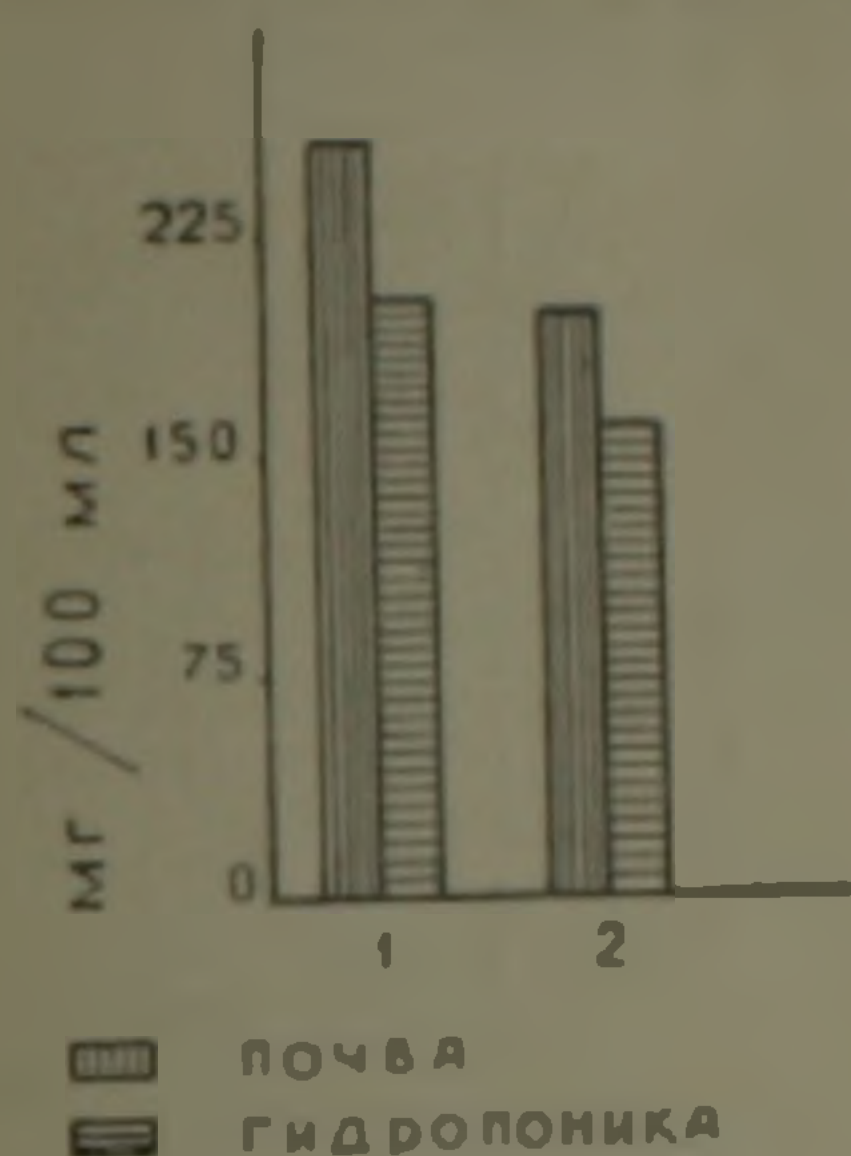


Рис. 1. Сухой вес пасоки подсолнечника (1) и кукурузы (2) в условиях почвы и гидропонии

Несмотря на столь повышенную концентрацию разнообразных веществ в пасоке почвенных растений, тем не менее метаболическая активность их корней оказалась намного ниже (табл. 1). Как мы видим из приведенных цифр, в пасоке подсолнечника гидропонического выращивания выявлено до 16 аминокислот с общим содержанием 21,96 мг в 100 мл пасоки, тогда как у почвенных индивидов эти величины соответственно оказались 13 и 9,34. Аналогичные данные были получены и у кукурузы. Разница же в содержании аминокислот у гидропонических и почвенных растений подсолнечника составляет в 2,85, а у кукурузы — в 2,31 раза. Эти цифры по сути дела иллюстрируют разницу в метаболических активностях корней опытных растений.

Усиленный синтез разнообразных аминокислот обуславливает и столь же активное образование белков в корнях (табл. 2).

Приведенные данные характерны прежде всего тем, что свидетельствуют о более существенной активности синтеза белков в корнях, нежели о поглотительной способности последних к азотистым веществам в условиях гидропонии. Так, например, у подсолнечника разница между поглотительной деятельностью корней почвенных и гидропонических растений составляла 7,1 мг на 100 мл пасоки, тогда как разница в содержании белковой формы азота была 12,9 мг, т. е. в отношении поглотительной деятельности в 1,4 раза, а в отношении же синтеза белков в 5,0 раз больше. Примерно такая же картина выявляется и у кукурузы.

Столь большое количество белкового азота в пасоке гидропонических растений следует, по-видимому, объяснить двумя обстоятельствами: во-первых повышенной метаболической деятельностью корней,

Таблица 1

Содержание и состав аминокислот пасоки подсолнечника и кукурузы, выращенных в условиях гидропоники и почвы (мг на 100 м.л)

Аминокислота	Подсолнечник		Кукуруза	
	почва	гидро-поника	почва	гидро-поника
Цистеин	0,40	0,49	0,18	0,14
Лизин	0,13	—	0,36	0,03
Гистидин	0,64	0,22	0,29	0,70
Аргинин	0,42	0,34	0,20	0,36
Аспарагиновая кислота	0,48	1,31	0,28	0,12
Серин+глицин	0,30	1,13	0,42	0,59
Треонин	—	0,52	0,36	2,12
Глутаминовая кислота	4,50	1,00	0,60	0,61
Аланин	0,32	1,85	0,43	2,37
Пролин	—	—	—	—
Треозин	0,28	2,36	0,23	0,18
Триптофан	—	1,37	—	—
Метионин	0,39	1,19	—	0,26
Валин	0,53	2,42	0,69	0,09
Фенилаланин	—	4,13	1,16	0,75
Лейцин	0,75	1,26	1,18	1,97
Изолейцин	0,20	2,35	—	1,55
Общая сумма	9,34	21,96	6,38	11,89
% на сухой вес пасоки	3,67	10,46	3,19	7,38

— визуально меньше; — — — визуально больше.

во-вторых — более ограниченным ростом последних и в связи с этим усилением передачи белкового азота к надземным органам через пасоку. Данные в пользу относительно ограниченного развития корневой систе-

Таблица 2

Содержание азота в пасоке подсолнечника и кукурузы, выращенных в условиях почвы и гидропоники

Растения	Условия выращивания	Азот в мг, 100 мл (числитель) и в % (знаменатель)			Белковые Общий
		общий	белковый	небелковый	
Подсолнечник	Почва	17,80 7,00	3,30 1,30	14,50 5,70	0,18
	Гидропоника	24,90 11,85	16,20 7,71	8,70 4,14	0,65
Кукуруза	Почва	11,93 5,97	3,54 1,77	8,39 4,20	0,29
	Гидропоника	20,19 12,54	7,81 4,81	12,38 7,69	0,38

мы по сравнению с надземными органами, в первую очередь, с листьями получены нами ⁽¹²⁾ у кукурузы и подсолнечника.

Если учесть, что основной частью небелковой фракции азота был аминный, то нетрудно полностью представить уровень участия корней в снабжении надземной системы органической формой азота.

Аналогичная картина была выявлена и в отношении повышенной роли корней гидропонических растений в метаболизме фосфора и снабжении надземных органов органической его формой (табл. 3).

Таблица 3
Содержание разных форм фосфора в пасоке подсолнечника и кукурузы, выращенных в условиях почвы и гидропоники

Растения	Способ выращивания	Фосфор в мг, 100 мл пасоки (числитель) и в % (знаменатель)			Органический/неорганический
		общий	органический	неорганический	
Подсолнечник	Почва	8,48	1,80	6,68	0,21
		3,31	0,70	2,63	
	Гидропоника	18,50	6,04	12,46	0,32
		8,80	2,87	5,93	
Кукуруза	Почва	12,16	4,20	7,96	0,34
		6,08	2,10	3,98	
	Гидропоника	15,91	6,79	9,12	0,42
		9,88	4,22	5,66	

Как следует из этих данных, корни гидропонических растений весьма энергично поглощают фосфор из питательного раствора и, включая в органические соединения, направляют к надземным частям. Поглощательная активность корней подсолнечника в условиях гидропоники в 2,13 раза, а содержание фосфорорганических соединений в 3,35 раза больше, чем у корней почвенных экземпляров. Для кукурузы же эти величины составляют 1,30 и 1,61 раз.

Таблица 4
Содержание сахаров в пасоке подсолнечника и кукурузы, выращенных в условиях почвы и гидропоники (мг на 100 мл)

Растения	Способ выращивания	Количество сахаров	Во сколько раз больше сахаров в пасоке почвенных растений
Подсолнечник	Почва	6,74	51,8
	Гидропоника	0,13	
Кукуруза	Почва	7,14	37,5
	Гидропоника	0,19	

Такая повышенная метаболическая деятельность корней гидропонических растений свидетельствует об активном участии имеющих в них сахаров в обмене веществ с образованием амидов, аминокислот и

разнообразных фосфорсодержащих органических соединений. Видимо, одним из существенных показателей метаболического уровня корней является содержание сахаров в пасоке. При энергичном метаболизме в пасоке, вероятно, должно быть меньше сахаров, слабom—больше. Проведенные с этой целью анализы, в действительности, дали весьма примечательные данные (табл. 1). Выяснилось, что пасока гидропонических растений отличается несравненно меньшим содержанием сахаров, что по В. О. Казаряну и Н. Г. Матиняну (¹³) объясняется двумя обстоятельствами: во-первых, всасывание воды и метаболизм сахаров происходят одними и теми же клетками; имеющиеся в последних сахара не успевают полностью вовлекаться в процессы биохимических превращений и часть из них вновь возвращается к листьям. Во-вторых, отсутствие оптимальных факторов функционирования корней в условиях почвы (аэрация, минеральное питание и т. д.) не способствуют полному использованию сахаров в метаболических превращениях. У гидропонических же растений расход сахаров на метаболические и дыхательные процессы происходит интенсивно и поэтому уменьшается их содержание в пасоке. Таким образом круговорот сахаров в сфере корень—лист у почвенных растений следует лишь рассматривать как следствие отсутствия оптимальных условий в почвенной среде для нормальной жизнедеятельности корней.

Исходя из того положения, что превращение в корнях сахаров, азота и фосфора находится в единой цепи обмена веществ, и, учитывая активное их включение в обменные реакции у гидропонических растений, мы приходим к заключению о непосредственной зависимости общего уровня метаболизма корневой системы от факторов среды. Для указанных растений эти факторы являются весьма благоприятными, обеспечивающими активную поглотительную и метаболическую деятельность корней, что и обуславливает их интенсивный рост и повышенную урожайность.

Из вышесказанного мы приходим к выводу, что гидропонический способ выращивания сельскохозяйственных культур в отличие от почвенного, обеспечивает высокий уровень метаболической деятельности корней, что выражается:

- а) в усилении синтеза разнообразных аминокислот (табл. 1);
- б) в активации синтеза белков (табл. 2);
- в) в активации включения минерального фосфора в органические соединения (табл. 3).

Концентрация пасоки гидропонических растений гораздо ниже, чем у почвенных, что связано с напряженностью водного режима корнеобитаемой среды последних (рис. 1).

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Институт агрохимических проблем и гидропоники
Академии наук Армянской ССР

Հիդրոպոնիկ պայմաններում բույսերի արմատների մետաբոլիկ ակտիվության հստակ շուրջը

Հայտնի է, որ հիդրոպոնիկ պայմաններում ուժեղանում է գյուղատնտեսական կուլտուրաների աճի ու ավելանում է նրանց բերքատվությունը: Բույսերի կենսագործունեության այդպիսի բարձրացումը, ինչպես ենթադրվում էր, պայմանավորված է արմատաբան միջավայրի բարենպաստ պայմաններով, որի ղեկավարում խթանվում է արմատային խմանկարգի կլանող և նյութափոխանակային ֆունկցիան և բուսական օրգանիզմի աճին ու կենսագործունեությանն անհրաժեշտ օրգանական նյութերի սինթեզը:

Այդ ենթադրությունը ստուգելու նպատակով 1968—69 թթ. մեր կողմից որոշակի ուսումնասիրություններ են կատարվել արևածաղկի Գիգանտ—549 և եգիպտացորենի Փարթուլի կրուզի բույսերի նեո, որոնց մի մասը աճեցվել է հիդրոպոնիկ եղանակով, մյուսը՝ հողում:

Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել, որ բույսերի աճեցումը հիդրոպոնիկ եղանակով, ի տարրերություն հողայինի, նպաստում է արմատների կենսագործունեության բարձրացմանը, որը արտահայտվում է արմատաշյուժի մեջ ամինաթթուների, սպիտակուցների, ֆոսֆոր պարունակող օրգանական նյութերի քանակի ավելացմամբ, ինչպես նաև շաքարների պարունակության անկմամբ: Վերջինս բացատրվում է արմատներում նյութափոխանակության ընթացքում շաքարների արագ վերափոխմամբ:

Հիդրոպոնիկ բույսերի արմատաշյուժի խտությունը ավելի ցածր է, քան հողային կուլտուրաներինը, որը հետևանք է առաջինների արմատաբան միջավայրի ջրային ռեժիմի լարվածության բուլանցման:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ И. И. Кологов, С. Ф. Ухина, Физиол. раст., 1, 1 (1954). ² В. А. Кривош, Г. Евстигнеева, К. Б. Асеева, И. Г. Савкина, Физиол. раст., 6, 1 (1959). ³ Д. А. Сабинин, О значении корневой системы в жизнедеятельности растений, IX Тимирязевское чтение 1949. ⁴ Б. А. Рубин, В. Ф. Германова, ДАН СССР, т. 107, 5 (1956). ⁵ Б. А. Рубин, Вестн. сельхознауки, 6, 1961. ⁶ Г. С. Дивчин, «Картофель и овощи», № 4, 1964. ⁷ А. Н. Белозерский, Н. И. Проскуряков, Практическое руководство по биохимии растений, 1951. ⁸ О. Н. Lowry, and J. H. Lopez, J. Biol. Chem., 162, 3, 1946. ⁹ С. Honda, Plant physiol., 31, 1, 1956. ¹⁰ А. Р. Кизель, Практическое руководство по биохимии растений, 1931. ¹¹ Л. С. Маркосян, Известия АН Арм. ССР, сер. биол. и сельхоз. н., т. 11, 12 (1958). ¹² В. А. Дивчин, В. В. Казарян, ДАН Арм. ССР, т. 43, 1 (1967). ¹³ В. О. Казарян, И. Г. Матинян, ДАН Арм. ССР, т. 47, 5 (1968).