

Յ. Տ. ԱՎՈՒՃՅԱՆ

ОБ ИЗМЕНЕНИИ СОСТАВА СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ
В КОРНЯХ И ПАСОКЕ ГРЕЧНИХИ ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ

В современной биологической литературе накопились многочислен-ные данные, показывающие высокую способность корневой системы ра-стений к самостоятельному синтезу целого ряда сложных органических соединений. Так, например, экспериментально было показано, что корни являются очагом синтеза белков [3, 13, 15, 17, 20, 21, 25, 27, 32, 36, 37, 39 и др.], витаминов группы «В» [5], никотина [7, 26], ряда других алка-лоидов [28, 33, 34], сульфгидрильных соединений [18], ферментов [2, 21], амидов [14, 29], фосфорсодержащих органических соединений [3, 4, 12, 18, 20, 23, 24] и прочих веществ.

Из всех органических соединений, синтезируемых корневой системой, особый интерес представляют аминокислоты, являющиеся источником синтеза разнообразных белков, а также продуктом их гидролиза. Суще-ствует целый ряд работ, посвященных выяснению роли корней в синтезе аминокислот [2, 4, 6, 8, 9, 15—18, 19—25, 30—32, 35—38 и др.]. Наряду с этим мы располагаем сравнительно небольшим числом исследований, посвященных выяснению синтетической способности корневой системы в разные периоды индивидуального развития растений и в связи с условия-ми внешней среды [1].

Исходя из вышесказанного, в данной работе нами делается попытка ближе подойти к распознаванию физиологической роли корневой системы в метаболизме аминокислот в ходе онтогенетического развития растений. Объектом наших исследований служила гречиха (*Polygonum orientale*). Методика проведения опытов показана ниже. Растения, находящиеся на разных фазах онтогенетического развития, декапитуировались выше кор-невой шейки с целью получения пасоки. По мере выделения, в последней производилось определение состава аминокислот с помощью хроматогра-фического анализа на бумаге. Хроматографированию подвергались так-же авесывающие и проводящие части корней в отдельности. Определению производилось в различные сроки, вплоть до прекращения выделения пасоки.

Растения для анализа выращивались в трехлитровых глиняных ва-зонах с хорошо удобренной садовой почвой. Материалы для хроматогра-фического анализа брались в 10 ч. утра, учитывая, что аминокислотный состав корней подвергается изменению в пределах одних суток [19]. При получении хроматограмм пятна раствора аминокислот всегда наносились с таким расчетом, чтобы в них оказалось примерно 20 мг сухого вещества корней или 60 м.л. пасоки. Методика получения хроматограмм описана нами в предыдущей работе [1].

Состав свободных аминокислот в пасоке, а также в отдельных участках корневой системы на разных фазах развития растений по мере выделения пасоки показан в семи хроматограммах (рис. 1—7), а данные по примерной количественной характеристике отдельных аминокислот приводятся в табл. 1—4.

В табл. 1 и на рис. 1, 2 приведены данные по количественному содержанию отдельных аминокислот в фазе вегетативного роста.

Из приведенных данных табл. 1, а также из хроматограмм видно, что в фазе вегетативного роста всасывающие и проводящие части корней, а также пасока значительно отличаются по содержанию аминокислот. В зависимости от сроков анализа и взятия проб изменяется как качественный, так и количественный состав аминокислот.

Таблица 1

Состав свободных аминокислот в пасоке, во всасывающих и проводящих частях корней гречихи, находящейся в фазе вегетативного роста

Аминокислоты	Всасывающие части корней					Проводящие части корней					Пасока				
	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.
Глютамин	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Лизин	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Аргинин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аспаратин	—	—	—	2	2	3	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Аспарагиновая кислота	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	3	4	—	3	4
Серин	4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Глутаминовая кислота	4	—	—	—	—	5	—	—	—	—	3	4	—	—	—
γ-Аланин	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	2	2	5
α-Аминomásляная кислота	—	—	2	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Неидентифицированная аминокислота	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Тиронин	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Валин	—	—	—	3	—	—	—	—	3	—	—	—	4	3	2
Фенилаланин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
Лейцин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—

Условные обозначения: — не обнаружена; 1—слезы; 2—малое количество; 3—среднее количество; 4—большое количество; 5—очень большое количество.

Далее, как показывают данные таблицы и хроматограммы, состав свободных аминокислот в фазе вегетативного роста подвергается значительному изменению как во всасывающих и проводящих частях корней, так и в их пасоке в связи с продолжительностью выделения пасоки корнями. В этой фазе развития максимальное число аминокислот в обеих частях корней обнаруживается через 24 ч., а в пасоке только через 48 ч. после срезания стебля. Но 24-й ч. во всасывающих частях корней обнаруживается 5 аминокислот, в проводящих частях корней — 4, а в пасоке — 3. Но уже на 48-й ч. после декалитации картина совсем меняется. Во всасывающих частях обнаруживаются 2, в проводящих частях — 1, а в пасоке максимальное число аминокислот — 8. После этого в корнях и пасоке

общее число аминокислот сохраняется более или менее постоянным (2—3). В проводящих частях корней число аминокислот, как правило, всегда меньше, вследствие их быстрого перемещения.

В табл. 2 и на рис. 3, 4 приведены данные по приблизительному количественному содержанию отдельных аминокислот в фазе цветения.

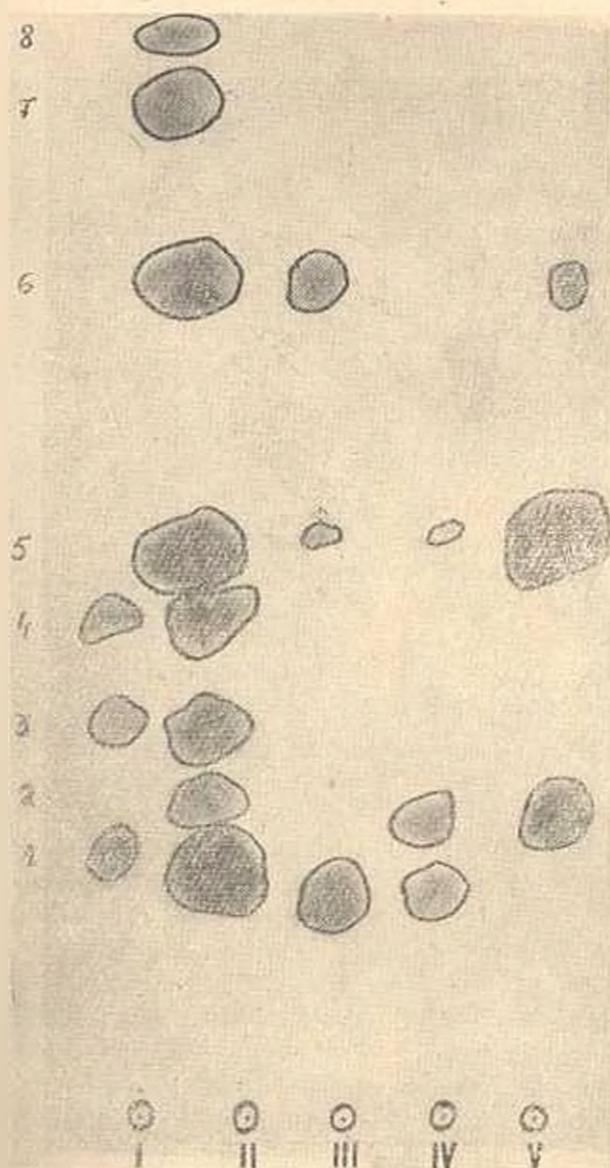


Рис. 1. I, II, III, IV, V—пасока корней растений, находящихся в фазе вегетативного роста соответственно через 24, 48, 72, 96 и 120 ч. после декапитации растений. 1—Лизин, 2—асп. рагин, 3—аспарагиновая кислота, 4—глутаминовая кислота, 5—аланин, 6—валин, 7—фенилаланин, 8—лейцин.

Как видно из данных табл. 2, наступление фазы цветения оказывает существенное влияние на ход метаболизма аминокислот в корнях и пасоке. Наступление генеративных фаз развития сильно влияет на ход метаболизма аминокислот и ряда физиолого-биохимических процессов, протекающих в листьях [10, 11]. Это значит, что в результате возрастающей потребности вновь образующихся и развивающихся генеративных органов в питательных веществах, в том числе и аминокислотах, значительно

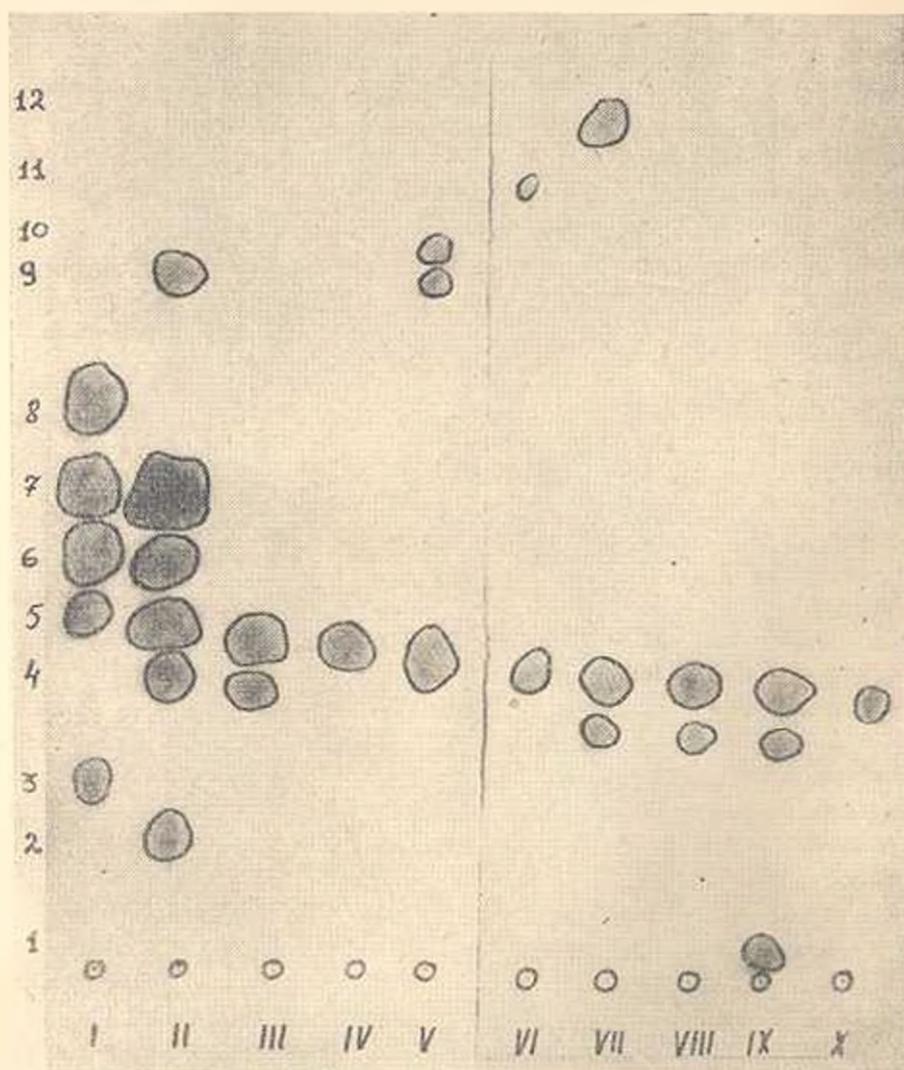


Рис. 2. I, III, V, VII, IX—всасывающие части и II, IV, VI, VIII, X—проводящие части корней растений, находящихся в фазе вегетативного роста соответственно через 24, 48, 72, 96 и 120 ч. после декапитации. 1—Глютамин, 2—лизин, 3—спартин, 4—аспарагиновая кислота, 5—серин, 6—глутаминовая кислота, 7—аланин, 8—ε-аминомасляная кислота, 9—пентитицифоровая аминокислота, 10—тирозин, 11—валин.

Таблица 2

Состав свободных аминокислот в пасоке, во всасывающих и проводящих частях корней гречихи, находящейся в фазе цветения

Аминокислоты	Всасывающие части корней						Проводящие части корней						Пасока								
	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	168 ч.	192 ч.	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	168 ч.	192 ч.	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.	144 ч.	168 ч.	192 ч.	
Глицин	2	—	2	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Цистин-цистеин	2	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Лизин	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Гистидин	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аргинин	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Аспарагин	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аспарагиновая кислота	3	3	5	3	3	2	2	2	4	4	3	1	3	5	5	5	5	4	4	4	4
Глютаминовая кислота	3	2	5	3	3	1	4	4	3	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аланин	3	2	5	3	3	—	3	3	3	3	—	—	—	—	4	4	4	3	3	—	—
Пролин	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
α-Аминомасляная кислота	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
Тирозин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Вазин	4	—	4	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	3	3	—	—
Триптофан	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Фенилаланин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	3	—	—	—	—
Лейцин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2	3	3	3	—	—
Неидентифицированная аминокислота	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—

Условные обозначения: — не обнаружена; 1—следы; 2—малое количество; 3 среднее количество; 4—большое количество; 5 очень большое количество.

увеличивается общее число свободных аминокислот в корнях и пасоке. Так, например, в фазе цветения во всасывающих и проводящих частях корней обнаруживаются следующие новые аминокислоты, отсутствующие в предыдущей фазе развития растений: цистин-цистеин, гистидин, аргинин и пролин. При этом в корнях в фазе цветения больше не обнаруживается серин, α-аминомасляная кислота и тирозин, обнаруживаемые в фазе вегетативного роста. В фазе цветения подвергается еще более резкому изменению состав свободных аминокислот в пасоке, где общее число обнаруженных аминокислот достигает 14 по сравнению с фазой вегетации, когда обнаруживается лишь 8 аминокислот. В пасоке цветущих растений нами обнаружены следующие аминокислоты: лизин, гистидин, пролин, α-аминомасляная кислота, тирозин, триптофан и неидентифицированная аминокислота.

Далее, данные таблицы показывают, что уже на 48-й ч. после декапитации растений всасывающие и проводящие части корней гречихи становятся значительно беднее аминокислотами.

На 72-й ч. после декапитации растений всасывающие части корней опять содержат большой набор аминокислот, а проводящие части корней, наоборот, становятся более бедными аминокислотами. Причина этого связана, по нашему мнению, с синтезом аминокислот во всасывающих частях корней, продукты которого быстро передвигаются через проводящие ча-

сти корней в генеративные органы. В соответствии с этим, наибольшее число аминокислот обнаруживается в пасоке в фазе созревания семян на пятые или шестые сутки, когда аминокислоты, являющиеся продуктом метаболизма корневой системы, передвигаются вместе с пасокой в генеративные органы.

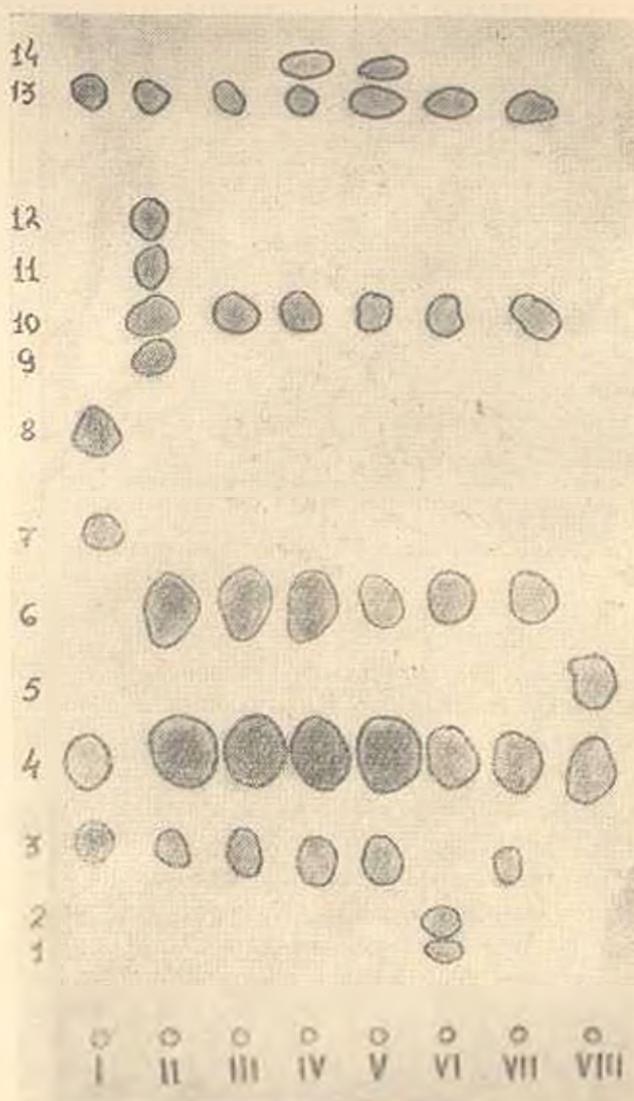


Рис. 3. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII—пасоки корней растений, находящихся в фазе цветения соответственно через 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 и 192 ч. после декантации растений. 1—Лизин, 2—гистидин, 3—аргинин, 4—аспарагиновая кислота, 5—глутаминовая кислота, 6—аланин, 7—пролин, 8— α -аминомасляная кислота, 9—тирозин, 10—вазин, 11—триптофан, 12—фенилаланин, 13—лейцин, 14—трансаецин.

Кроме того, данные таблицы показывают, что в фазе цветения и пасоке происходит некоторое изменение в составе свободных аминокислот. Так, например, глутатион, цистин-цистеин и аспарагин, обнаруживаемые в корнях, совершенно отсутствуют в пасоке, а ряд аминокислот, в том числе α -аминомасляная кислота, тирозин, триптофан, фенилаланин, лейцин и транслейцин, наоборот, нами обнаружены только в пасоке цветущих растений (рис. 3, 4).

В табл. 3 и на рис. 5, 6, приведены данные по содержанию аминокислот в фазе образования семян.

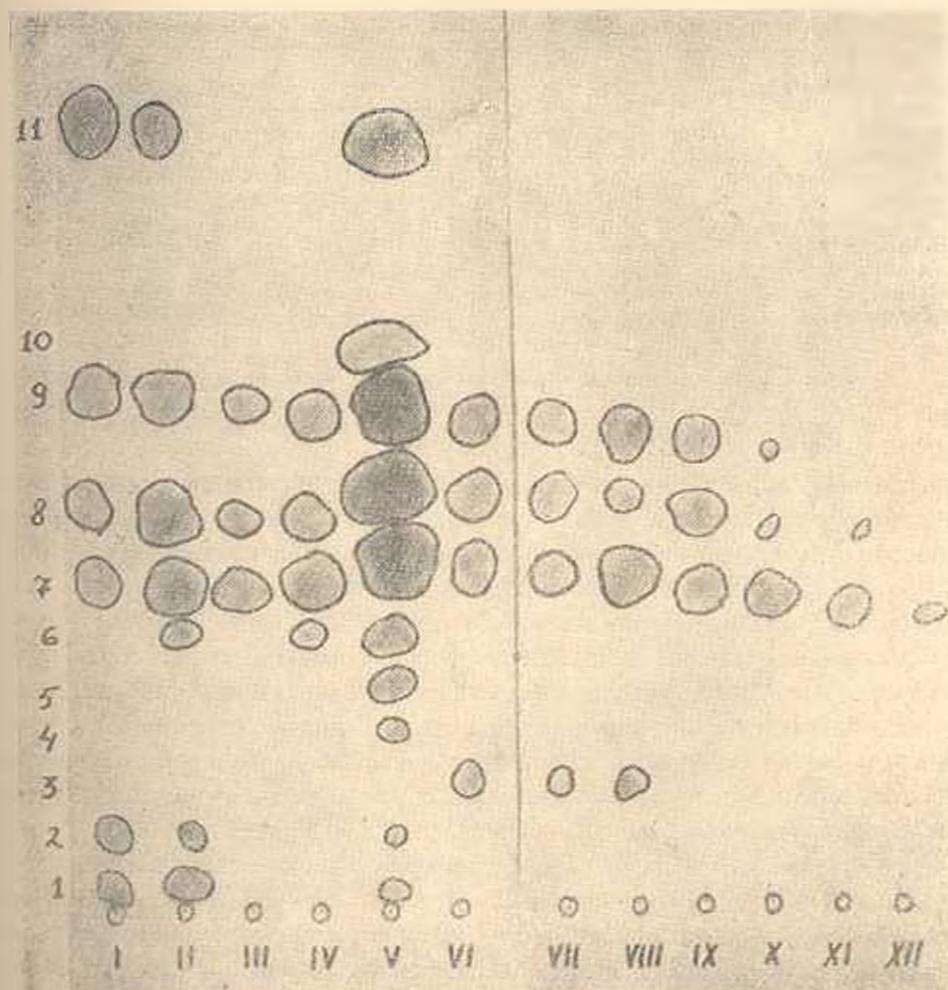


Рис. 4. I, III, V, VII, IX, XI — неассимилирующие части и II, IV, VI, VIII, X, XII — проводящие части корней растений, находящихся в фазе цветения соответственно через 24, 48, 72, 96, 168 и 192 ч. после декапитации. 1—Глутатион, 2—цистин-цистеин, 3—лизин, 4—гистидин, 5—аспарагин, 6—аргинин, 7—аспарагиновая кислота, 8—глутаминовая кислота, 9— α -аланин, 10—пролин, 11—валин.

Из приведенных данных видно, что во всасывающих и проводящих частях корней гречихи, находящейся в фазе созревания семян, обнаружен орнитин, отсутствующий в других фазах. Кроме того, в этой фазе выявлен гликокол, также отсутствующий в пасоке вегетирующих и цветущих

Таблица 3

Состав свободных аминокислот в пасоке, во всасывающих и проводящих частях корней гречихи, находящейся в фазе созревания семян

Аминокислоты декапитации	Всасывающие части корней						Проводящие части корней						Пасока											
	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.	144 ч.	192 ч.	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.	144 ч.	192 ч.	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.	144 ч.	168 ч.	192 ч.		
Цистин-цистеин																					2	2		
Орнитин				2																				
Лизин															2	2	2	2				2	2	
Аргинин																								
Аспарагиновая к-та	3	1	4	3	3	1	3	1	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	
Серин															2	2	2							
Глютаминовая к-та	3	1	1	4	4	1	3	1	3	1	3	3	3	3	3									
α-Аланин	3	2	2	3	4	1	3	1	4	2	3	3	3	3	3	3								
Тирозин	2		2	2					2	2	2	2					3							
Валин			3	3			3		3	2		3	3	3	3									
Триптофан			2				2		2						2									

Условные обозначения: — не обнаружена; 1—следы; 2—малое количество; 3—среднее количество; 4—большое количество.

растений. Далее, корни гречихи в данной фазе больше не содержат глутатион, гистидин, аспарагин, пролин, α-аминомасляную кислоту, а в пасоке отсутствуют гистидин, аргинин, аспарагин, глютаминовая кислота, тирозин, триптофан, фенилаланин, лейцин и неидентифицированная аминокислота, обнаруженные в пасоке цветущих растений. В корнях семянообразующих растений выявлены следующие аминокислоты: орнитин, тирозин, триптофан и фенилаланин, отсутствующие в фазе цветения. В пасоке обнаружены цистин-цистеин, серин и гликокол, которые отсутствовали в пасоке цветущих растений. Это показывает, что в фазе созревания семян, в результате оттока аминокислот из корней в созревающие семена, корни и пасока значительно обедняются аминокислотами [1]. В связи с этим, на 24-й ч. после декапитации растений во всасывающих частях корней обнаружено большее число аминокислот, чем в проводящих частях корней, а на 48-й ч. эти части, наоборот, становятся более богатыми аминокислотами, чем всасывающие. В период 24—48 ч. пасока становится сравнительно богатой аминокислотами. Этот факт свидетельствует о быстром перемещении аминокислот в этой фазе из корней в другие органы.

Далее, как показывают данные таблицы, максимальный набор аминокислот обнаруживается только на 96-й ч. во всасывающих корнях. В связи с этим число аминокислот заметно увеличивается в проводящих частях корней только спустя 120—144 ч., вследствие замедленного пере-

движения аминокислот через проводящую систему. В действительности, анализ аминокислотного состава пасоки на этой фазе в период 96—144 ч. показывает, что после временного увеличения общее число аминокислот в пасоке постепенно падает, доходя до минимума к концу вы-

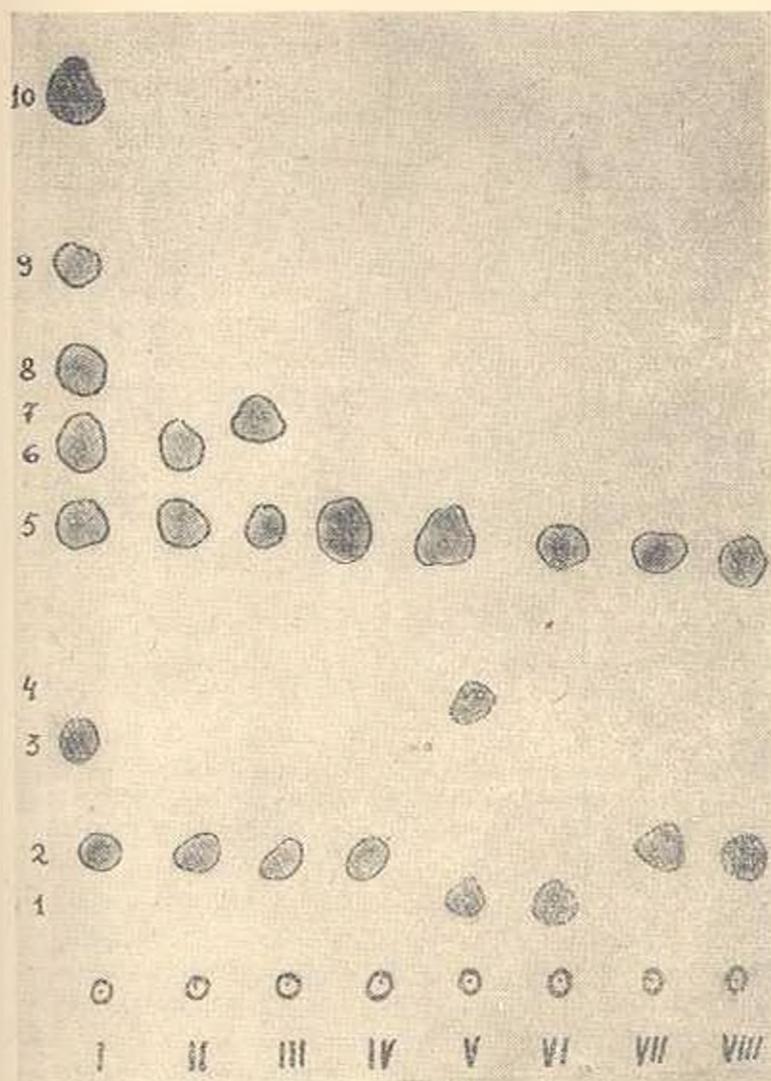


Рис. 5. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII—пасока корней растений, находящихся в фазе созревания семян соответственно через: 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 и 192 ч. после деканитации растений. 1—Цистин-цистеин, 2—лизин, 3—аргинин, 4—аспарагин, 5—аспарагиновая кислота, 6—глутаминовая кислота, 7— α -аланин, 8—тирозин, 9—валин.

деления. Эти данные свидетельствуют о том, что в фазе созревания семян скорость перемещения аминокислот в начале деканитации растений значительная, но по мере дальнейшего выделения пасоки она резко падает.

Доказательством последнего могут служить нижеприведенные данные (табл. 4, рис. 7).

Таблица 1
Состав свободных аминокислот в пасоке гречихи, находящейся в
фазе пожелтения листьев

Аминокислоты	П а с о к а				
	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.	120 ч.
Аспарагиновая кислота	3	3	4	2	?
Глициновая кислота	3	3	3	—	—

Условные обозначения: 1—следы; 2—малое количество; 3—среднее количество.

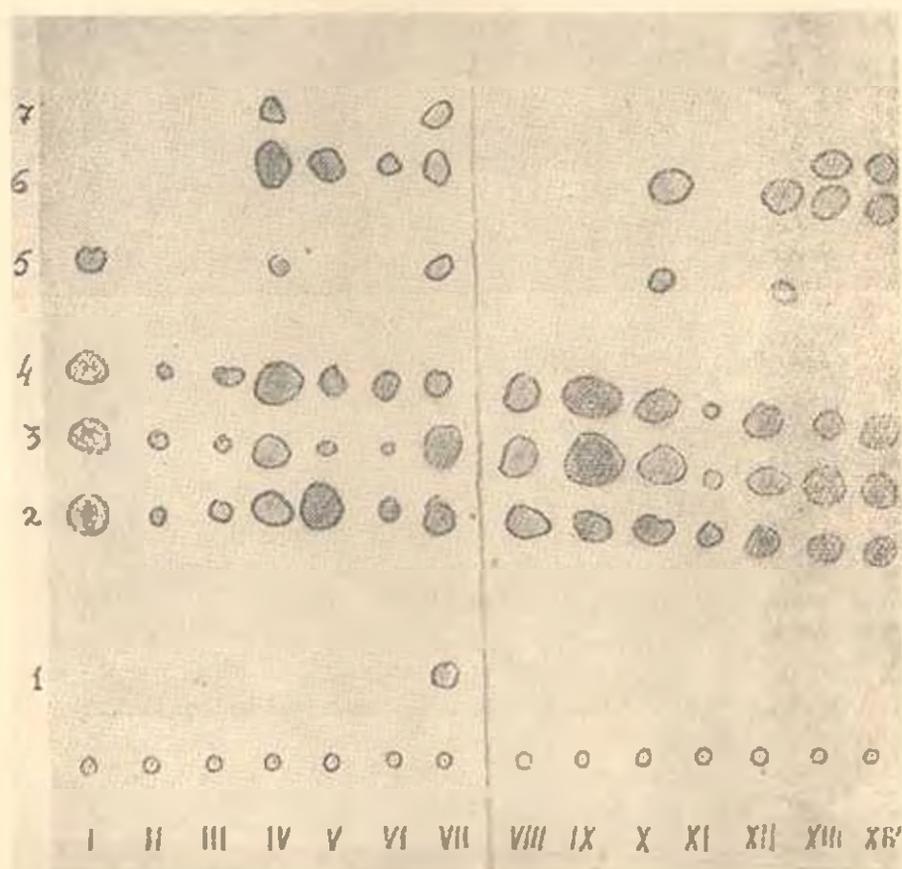


Рис. 6. I, III, V, VII, IX, XI и XIII—всасывающие части и II, IV, VI, VIII, X, XII и XIV—проводящие части корней растений, находящихся в фазе созревания семян соответственно через 24, 48, 72, 96, 120, 144 и 192 ч. после декапитации растений. 1—Орнитин, 2—аспарагиновая кислота, 3—глициновая кислота, 4—аланин, 5—тирозин, 6—валин, 7—триптофан.

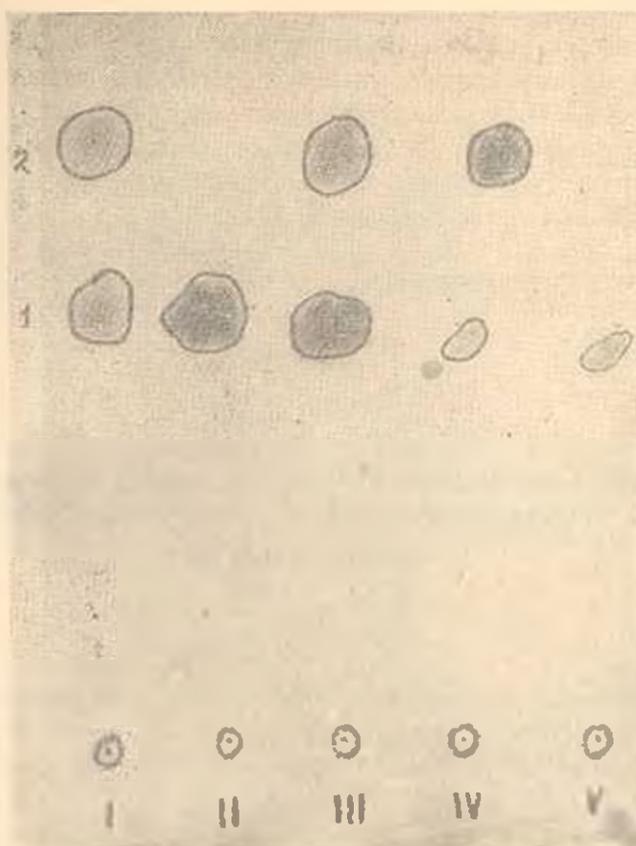


Рис. 7. I, II, III, IV, V — пасока корней растений, находящихся в фазе пожелтения листьев соответственно через 24, 48, 72, 96 и 120 ч. после декапитации. 1 — Аспарагиновая кислота, 2 — глутаминовая кислота.

Данные табл. 4 убедительно показывают, что корни стареющих растений почти полностью исключаются из участия в обмене веществ растений. В этой фазе в пасоке обнаружены всего 2 аминокислоты — аспарагиновая и глутаминовая. Наличие этих двух аминокислот не случайно, так как они являются наиболее распространенными и типичными для гречихи.

В ы в о д ы

1. В пасоке растений гречихи, находящейся на разных фазах развития, обнаруживается целый ряд аминокислот, которые являются продуктами метаболизма всасывающих и проводящих частей корней.

2. Максимальное число аминокислот [14] обнаруживается в пасоке в фазе цветения, а минимальное [2] — в фазе пожелтения листьев.

3. Состав свободных аминокислот как во всасывающих и проводящих частях корней, так и в пасоке растений, находящихся на разных фазах

генеративного развития, резко меняется в связи с продолжительностью выделения пасоки корнями. При этом максимальное число аминокислот в корнях обнаруживается в первые или вторые, а в пасоке — на вторые или третьи сутки после декапитации растений.

4. Аспарагиновая и глютаминовая кислоты и α -аланин почти всегда обнаруживаются в корнях и пасоке гречихи, независимо от фазы развития и срока выделения пасоки.

Ботанический институт Академии наук АрмССР

Получено 24. II 1959 г.

Է. Ս. ԱՎՈՍԵՅԱՆ

ՀԵՒՆԱՅՈՐՆԵՐ ԶԱՐԿԱՅՄԱՆ ՏԱՐՐԵՐ ԿՈՒՆԵՐՈՒՄ ԵՐԱ ԱՐՄԱՏՈՒՄԵՐՈՒՄ ԵՎ ԱՐՄԱՏՈՒՄԵՐՈՒՄ ԱՋԱՆ ԱՐՄԱՏՈՒՄԵՐՆԵՐԻ ԿԱԶՄԻ ԿՈՓՈՆԵՐԹՅԱՆ ԱՄՈՒՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

ժամանակակից բիոլոգիական գրականության մեջ կատակվել են բազմաթիվ տվյալներ, որոնք համոզիչ կերպով ցույց են տալիս, թե արմատներն ընդամենակ են ինքնուրույն կերպով սինթեզելու մի շարք լարդ օրգանական միացություններ:

Արմատներում սինթեզվող օրգանական միացությունների թվում հատակ հետաքրքրություն են ներկայացնում ամինոթթուները, որպես սպիտակուցների սինթեզման աղբյուր:

Ներկա աշխատության նպատակն է նշել սառնամանիկ, արմատային սխառների դերը ամինոթթուների սինթեզման գործում, կապված բույսի անհատական զարգացման հետ: Իրենց անհատական զարգացման տարրեր փառլերում գտնվող հնդկացորենի բույսերը գլխավոր են արմատավորիկից վերև: Արմատաշրթն արտադրման գաղտնիկ նրա մեջ որոշվել է ազատ ամինոթթուների կազմը թղթի վրա բաշխման բրոմատոգրաֆիայի օգնությամբ: Բացի գրանից, բրոմատոգրաֆիկ անալիզի են ենթարկվել նաև արմատների ձմող և փոխադրող մասերը սառնածին վերլուծում: Արմատաշրթնում որոշումներ կատարվել են տարրեր մամկնաններում ընդհանուր միջև նրա արտադրման գաղտնիցում:

(Ստացված) արդյունքները հեղինակին բերում են հետևյալ հիմնական եզրակացություններին.

1. Զարգացման տարրեր փուլերում գտնվող հնդկացորենի արմատաշրթնում հայտնաբերվել են ամինոթթուների մի ամբողջ շարք, որոնք հանգիստնում են արմատային հյուսվածքների ձմող և փոխադրող մասերի նյութավորանակման արդյունք:

2. Ամինոթթուների ատոմելայույն քանակը (14 հատ) հայտնաբերվել է արմատաշրթնում բույսերի ձմողման, իսկ նախազույն քանակը (2 հատ) աերինների ղեղնման փուլում:

3. Չարդազման աարերը փոփոխում գտնվող թույլների ինչպես արմատների ծնող և փոխադրող մասերում, այնպես էլ նրանց արմատառնություն ազատ ամինաթթուների կազմը ենթարկվում է խիստ փոփոխության՝ կապված արմատառնության արտադրման տեղումից նևու՛րստ որում արմատներում ամինաթթուների առավելագույն քանակ հայտնաբերվել է թույլների գլխատամից 1—2 օրից նևու՛րստ, իսկ նրանց հրաժում՝ 2—3 օրից նևու՛րստ:

4. Անկախ հնդկացորենի գարդազման փուլից և արմատառնության արտադրման մակերևույթ, արմատներում և նրանց հրաժում համարյա միշտ հայտնաբերվել են ապարապինաթթուներ, գլխատամիկներ և α-ալանինը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авунджян Э. С. К вопросу о роли корневой системы растений в метаболизме аминокислот на разных фазах генеративного развития. Изв. АН АрмССР (биол. науки), XI, 9, 1958.
2. Авунджян Э. С. Об изменении активности некоторых окислительных ферментов в корнях и пасоке гречихи по фазам развития. Изв. АН АрмССР (биол. науки), XII, 10, 1959.
3. Алексеев А. И., Васильева И. М. и Старцева, А. В. О роли главного корня в обмене веществ у красного клевера. Тез. докл. делег. съезда Всес. бот. об-ва, 110—112, 1957.
4. Власюк П. А. Об особенностях биосинтеза в корнях сельскохозяйственных растений. Тез. докл. делег. съезда Всес. бот. об-ва, 113—115, 1957.
5. Дегис К. Витамины группы „В“ в пасоке березы и клена. Тез. докл. делег. съезда Всес. бот. об-ва, 127—128, 1957.
6. Дадьяки В. П. и Ингумина Э. С. Свободные аминокислоты пшеницы при изолированном питании. Фил. раст. 3, 5, 1956.
7. Шаин Г. С. Жизнедеятельность корня табака и биосинтез никотина. Тез. докл. делег. съезда Всес. бот. об-ва, 99, 1957.
8. Казарян В. О., Авунджян Э. С. и Карапетян К. А. Об изменении состава свободных аминокислот листьев каланхоэ в связи с чередованием фаз генеративного развития. ДАН АрмССР, 26, 5, 1958.
9. Казарян В. О. и Авунджян Э. С. Об изменении аминокислотного состава листьев в связи с наступлением генеративной фазы развития растений. ДАН АрмССР, 27, 2, 1958.
10. Казарян В. О. и Авунджян Э. С. Влияние фотопериодического режима на ход физиологических процессов, протекающих в корнях однолетних растений. ДАН АрмССР, т. 20, 4, 1955.
11. Казарян В. О. и Балагезян П. В. Об изменении направленности питательных веществ в стеблях растений по фазам развития. ДАН СССР, 103, 2, 1955.
12. Кретович В. Л. и Евстигнеева В. Г. О путях синтеза аспарагина и глутамина в растениях. ДАН СССР, 66, 3, 1913.
13. Кретович В. Л. Сообщение по белку. М., 1948.
14. Колосов М. М. Поглодительная деятельность корней и ее связь с условиями среды и жизнедеятельностью растений. Дисс. 1953.
15. Курсапов А. Л. Круговорот органических веществ в растениях и деятельность корневой системы. Вопр. бот. 1, 131, 1954.
16. Курсапов А. Л. Усвоение растениями углекислоты через корневую систему. Тр. ИФР, 10, 1955.

17. Курсанов А. Л. Корневая система растений как орган обмена веществ. Физ. раст. 4, 6, 1957.
18. Курсанов А. Л., Туева О. Ф. и Верещагин А. Г. Углеводно-фосфорный обмен и синтез аминокислот в корнях тыквы (*Cucurbita pepo*). Физ. раст. 1, 12, 1954.
19. Макриносев А. Г., Иванова Л. В. и Зольникова В. П. Синтез аминокислот в корнях картофеля в разные часы суток и при разных фото-периодах. Тез. докл. делег. съезда Всес. бот. об-ва, 105—106, 1957.
20. Потапов Н. Г. Корень как орган синтеза сложных органических соединений. Тез. докл. делег. съезда Всес. бот. об-ва, 100—102, 1957.
21. Рангер Е. М. Метаболическая активность корней и ее роль в усвоении растениями элементов минерального питания. Тез. докл. съезда Всес. бот. об-ва, 93—95, 1957.
22. Ратнер Е. П., Колосов М. М., Ухина С. Ф., Доброхотова М. П. и Казуто О. Н. Об усвоении растениями аминокислот в качестве источника азота. Изв. АН СССР, сер. биол., 6, 1956.
23. Туева О. Ф. Азотный обмен в корневых системах как фактор использования фосфора растениями. Тез. докл. делег. съезда Всес. бот. об-ва, 96—98, 1957.
24. Туева О. Ф. и Самойлова С. А. Об особенностях азотно-фосфорного питания и деятельности корневых систем растений. Тр. ИФР, 6, 1:8, 1948.
25. Турчин Ф. В., Гуминская М. А. и Плашевская Е. Г. Исследование азотного обмена растений с применением изотопа азота, 15. Физ. раст., 2, 1, 1955.
26. Шмук А. А., Смирнов А. И. и Ильин Г. С. Образование никотина в растении, принятом на табак. ДАН СССР, 32, 365, 1941.
27. Bach M. K., Magee W. E. and Burris R. H. Translocation of photosynthetic products to soybean nodules and their role in nitrogen fixation. Plant Physiol. 33, 118—121, 1958.
28. Dawson R. E. Alkaloid biogenesis. Adv. enzym. 8, 203, 1948.
29. Greenhill A., and Chilton J. Ch. The exudation of glutamine from perennial rye-grass. Biochem. Jour. 28, 1, 1934.
30. Kasting R. and Delwiche. The presence of ornithine cycle amino acids in some higher plants. Plant Physiol. 32, 5, 1957.
31. Loine T. On the absorption of electrolytes by the cut roots of plants and the chemistry of plant exudation. Sap. Acta bot. fenn. 16, 1931. (Цит. Сабининым, 1940).
32. Mac Vicar R. and Burris R. H. Translocation studies in tomato using ammonium sulfate labelled with N^{15} . Amer. Jour. Bot. 35, 9, 567—570, 1948.
33. Mothes K. Einige Bemerkungen über den gegenwärtigen Stand der botanischen Alkaloidforschung. Scientia Pharm. 21, 335, 1953.
34. Mothes K. Ammoniak—Endgiftung und Aminogruppen Vorrat. Bloch. d. Kulturpflanz. 1, 103, 1956.
35. Munnick A. E. Quantitative distribution of nitrogen and carbohydrates in apple tree. Res. Bull. Miss. Agr. Exptl. Sta. 315, 1—28, 1942.
36. Rabideau G. S. and Mericle L. W. The distribution of C^{14} in the root and shoot apices of young corn plants. Plant Physiol. 28, 2, 1953.
37. Sideris C. P., Krauss B. H. and Young H. G. Assimilation of ammonia and nitrate nitrogen from solution cultures of *Pandanus Vetchii* Hort., and the distribution of the various nitrogen fractions and sugars in the stele and cortex. Plant Physiol. 12, 1, 899—928, 1937.
38. Vietz E. G. Biochemical transformations of ammonium nitrogen absorbed by corn seedlings. Proc. S. Dakota Acad. Sci. 25, 15—16, 1945.
39. Weimann H. Storage of root reserves in Rhodes grass. Plant Physiol. 15, 3, 467—481, 1940.