

## ПОСТУПЛЕНИЕ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОСФОРА У ЗИМНИХ ПРИВИВОК ЯБЛОНИ

А. Н. МЕДВЕДЕВ, М. Н. БАРАБАНЩИКОВ

(Кафедра сельского хозяйства зарубежных стран  
и лаборатория атомной техники в сельском хозяйстве)

Изучался процесс срастания подвоя и привоя яблони при зимней прививке в различных местах соприкосновения прививочных компонентов, а также поступление и перераспределение меченого фосфора у привитых растений.

В последнее время в практику питомниководства широко внедряется зимняя прививка. Так, в 1982 г. саженцев из зимних прививок было получено в 10 раз больше, чем в 1972 г. [9]. Этот способ можно использовать при выращивании всех плодовых культур, но лучшие результаты он дает при размножении яблони и айвы [12]. Применение зимней прививки в производственных условиях позволяет обеспечить занятость рабочих зимой и ранней весной, более низкую себестоимость саженцев, особенно в южных районах, лучшую организацию труда рабочих (так как все операции выполняются в помещении), чем при окулировке.

При зимней прививке существенное значение имеет качество, подвоев и черенков прививаемого сорта [12]. В достаточно суровых погодных условиях и при низком плодородии почвы в Нечерноземной зоне РСФСР особую роль играет минеральное питание подвоев, позволяющее направленно регулировать процессы роста растений [3, 6, 7, 11]. В связи с необходимостью применения минеральных удобрений при выращивании привитого посадочного материала важно знать их последствие на срастание подвоя с привоем и перераспределение питательных веществ в привитом растении. Поскольку процессы эти еще мало изучены, нами были проведены опыты с целью их исследования.

### Методика

В качестве подвоев в опыте использовали однолетние сеянцы Антоновки обыкновенной со стержневой корневой системой, имеющей хорошо развитую мочку; толщина штамбиков 6,5—7 мм. Привоем служили черенки сорта Мелба. До прививки сеянцы и черенки хранили при температуре —1,5...—1°.

Для изучения хода срастания прививочных компонентов место прививки вырезали и фиксировали 70 % этиловым спиртом. Затем образцы пропаривали на водяной бане в течение 1—1,5 ч в смеси спирт — глицерин — вода в соотношении 1:1:1 [8]. Срезы выполняли на ручном микротоме (толщина срезов 18—22 мкм) в верхней, средней и нижней частях соединения компонентов прививки. При обработке срезов использовали реактив на лигнин — флороглюцин с концентрированной соляной кислотой. Обработанные срезы помещали на предметные стекла в раствор глицерина с водой (1:1). Препараты просматривали под микроскопом при увеличении 56 и 280 раз. Микрофотографирование проводили с помощью фотонасадки фотоаппаратом «Зенит Е». На основании полученных фотографий была составлена схема хода процесса срастания в нижней, средней и верхней частях прививки (рисунок).

Перераспределение фосфора между подвоем и привоем и поглотительную способ-

ность растений определяли методом радиоиндикаторов [1, 5, 10]. Радиоиндикатором был  $^{32}\text{P}$  ( $\text{K}_2\text{P}^*\text{O}_4$ ).

В первой серии опытов подвой и привой яблони высаживали на питательный раствор, содержащий меченый элемент, объемная удельная активность которого варьировала в пределах от 15 до 37 Гбк/мл. При этом  $1/4$  часть сеянцев высаживали на раствор с концентрацией калия, кальция и фосфора  $10^{-4}$  моль,  $1/4$  часть — на раствор с их концентрацией  $10^{-4}$  моль. Аналогично высаживали и черенки. После периода насыщения (4 дня) проводили прививку методом улучшенной копулировки трехпочечным черенком в месте корневой шейки. Прививку делали перекрестно: на подвой с меченым фосфором прививали черенки чистые, а на чистые подвои — черенки с меченым фосфором. Таким образом изучали 4 комбинации. Привитые растения выдерживали при температуре 24° во влажных опилках. Образцы для анализа в 3-кратной повторности отбирали через 3, 6 и 9 дней после прививки.

Во второй серии опытов использовали прививку с двухпочечным черенком сорта Мелба. Растения проходили период каллусообразования при температуре 25° в течение 9 дней и в дальнейшем хранились при температуре —1,5...—1°. Срастаемость была хорошей. В ходе опыта такие расте=

ния высаживали на питательные растворы указанных концентраций и выдерживали при температуре 24 и 4°. Пробы для анализа отбирали через каждые 3 дня периода насыщения.

Растения высушивали и разрезали на куски по 2 см длиной. Измельченные образцы помещали в стандартные флаконы с 10 мл дистиллированной воды. Радиоак-

тивность образцов измеряли жидкостно-сцинтилляционным β-спектрометром фирмы ЛКБ — Валлак (Финляндия) по Черенковскому излучению. Были сняты необходимые спектры и построены кривые гашения. Результаты обрабатывали на мини-компьютере с учетом необходимых поправок на гашение по массе образцов и на распад радионуклида.

## Результаты

Исследование анатомической картины процесса срастания показало, что к 9-му дню практически у всех растений степень срастания между подвоем и привоем по всей длине среза прививки была удовлетворительной (рисунком). Началось каллусообразование и наблюдалось уже на 3-й день после перенесения прививок в помещение с высокой температурой, хотя прочной связи между компонентами прививки в это время еще нет. В нижней части среза на поверхности подвоя в зоне камбиального слоя и коры появляются первые клетки каллуса (I, А). Клетки камбия в зоне ранения начинают делиться. Вверх по срезу прививки (в средней и верхней частях) данный процесс еще не наблюдается. На 6-й день хорошо видно усиление каллусообразования, что проявляется в видимом увеличении числа клеток каллусной ткани. В нижней части среза (II, А) каллус заполняет около половины полости между подвоем и привоем. Срастание в этот период идет в зоне камбиального слоя, коры и частично в зоне молодой ксилемы. Усиленно делятся клетки камбия, образуя новые структурные элементы не только в зоне ранения, но и дальше от нее. Аналогичная картина отмечается в этот промежуток времени и в средней части места прививки, но процесс каллусообразования идет здесь медленнее. В верхней части отдельные клетки каллуса образуются практически только в зоне камбиального слоя, который еще недостаточно активен. К 9-му дню с момента переноса прививок в помещение с температурой 24° (III, А, Б, В) у большинства растений в нижней части каллус заполняет полость практически по всей длине соприкосновения компонентов прививки. Камбий «работает» по всему периметру, однако

клетки делятся активнее в зоне ранения. В средней части срастание происходит примерно до половины ширины среза. В верхней части так же, как и в нижней, каллус образуется по всей длине соприкосновения прививочных компонентов.

В период срастания подвоя и привоя изменялось поступление и перераспределение фосфора у привитых растений (табл. 1, 2).

В случае введения метки в привой (черенки с тремя почками) через 3 дня после прививки при концентрации раствора  $10^{-3}$  моль основное количество меченого фосфора концентрировалось в месте прививки, однако при этом наблюдалось его поступление вниз к корню (табл. 1). Обнаружение меченого элемента в участках стебля, расположенных вверх от места прививки, связано с установлением некоторого градиента распределения во время периода насыщения. Поступление фосфора в подвой продолжа-

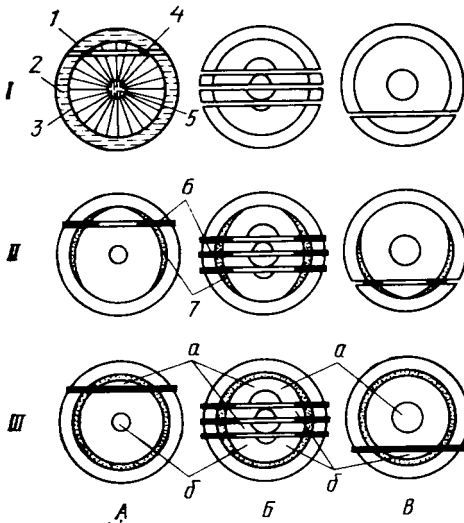


Схема срастания подвоя и привоя яблони в период каллусообразования при температуре 24° (поперечные срезы прививочных компонентов).

I, II, III — соответственно через 3, 6 и 9 дн после прививки; А, Б, В — нижняя, средняя и верхняя части места прививки; а — привой; б — подвой; 1 — перидерма; 2 — кора; 3 — камбий; 4 — древесина (ксилема); 5 — сердцевина; 6 — каллус; 7 — зона активной деятельности камбия.

**Распределение меченого фосфора по длине привитого растения  
при введении метки в привой**  
(% суммарной активности  $^{32}\text{P}$  в образце —  
отрезке растения 2 см)

Участок растения	$10^{-3}$ моль			$10^{-4}$ моль		
	срок измерения, дни					
	3	6	9	3	6	9
Привой	4,5	7,6		0,5		
	3,4	4,3	1,8	1,9	4,4	3,3
	4,7	5,6	3,8	6,8	4,9	4,6
	4,0	9,9	11,5	36,4	14,2	5,2
	6,7	7,2	19,4	39,4	30,2	6,8
Всего	23,3	34,6	36,5	85,0	53,7	19,9
Подвой	3,4	5,4	6,8	3,3	7,1	2,7
	5,0	11,7	7,3	2,7	4,3	10,8
	6,5	10,7	14,1	1,9	2,5	13,4
	4,8	5,2	5,5	1,9	3,1	18,2
	4,8	4,8	9,2	1,3	2,6	4,0
	9,6	10,0	4,7	1,2	5,3	12,5
	5,4	17,8	5,9	2,7	21,4	18,5
	8,3		10,0			
	10,2					
	13,0					
	5,7					
Всего	76,7	65,4	63,5	15,0	46,3	80,1

лось и на 9-й день. Лишь 20 % суммарной активности в образце осталось в привое, включая место прививки.

При концентрации исходного питательного раствора  $10^{-4}$  моль динамика распределения фосфора между привоем и подвоем носила другой характер: уже на 3-й день более 70 % суммарной активности в растении приходилось на подвой, в то время как при высокой концентрации наблюдалось постепенное поступление меченого фосфора в корневую систему. Активность в привое в течение всего периода после прививки сохранялась на уровне 30 %.

При поглощении меченого фосфора корневой системой поступивший элемент практически полностью локализовался в корнях и не поступал в привой (табл. 2). Различия в зависимости от концентрации питательного раствора были незначительными. Отсутствие поступления меченого фосфора вверх по растению указывает на его интенсивное потребление и вовлечение в метаболизм в корневой системе привитого

Таблица 2

**Распределение меченого фосфора по длине привитого растения при введении метки  
в подвой** (% максимального значения на единицу длины, расп/мин  
на 1 мг сухого вещества, образец — отрезок растения 2 см)

Участок растения	$10^{-3}$ моль			$10^{-4}$ моль		
	срок измерения, дни					
	3	6	9	3	6	9
Привой				0,9	1,2	
	0,9	0,6	0,4	0,3	0,6	0,9
	0,7	0,8	0,3	0,1	0,3	0,5
	0,9	0,6	0,3	0,3	0,4	0,5
	1,0	0,7	0,9	0,7	0,7	0,8
Подвой	2,7	4,5	1,7	2,2	5,7	4,2
	3,5	5,0	3,3	12,0	5,9	4,2
	6,4	32,2	9,4	31,1	13,8	22,3
	13,9	34,1	17,0	48,7	49,3	36,4
	47,1	33,2	25,7	54,2	39,6	45,3
	74,0	26,0	37,8	36,4	80,7	26,2
	47,0	54,5	61,0	100,0	100,0	17,9
	86,8	100,0	100,0		62,1	100,0
	100,0					

Распределение меченого фосфора у привитого растения в зависимости от температуры в период насыщения (% от суммарной активности в образце)

Концентрация питательного раствора, моль	Время насыщения. дни							
	3		6		9		12	
	привой	ПОДВОЙ	привой	подвой	привой	подвой	привой	ПОДВОЙ
При температуре 24°								
10 <sup>-4</sup>	0,2	99,8	0,9	99,1	0,8	99,2	1,6	98,4
10 <sup>-3</sup>	2,5	97,5	1,2	98,8	0,3	99,7	3,4	96,6
При температуре 4°								
10 <sup>-4</sup>	0,3	99,7	0,5	99,5	0,4	99,6	0,8	99,2
10 <sup>-4</sup>	2,0	98,0	2,2	97,8	0,9	99,1	1,0	99,0

растения, которая, как отмечается в ряде работ [2, 4], уже с первого момента после прививки находится в активном состоянии. Протекающие в ней процессы требуют определенных энергетических затрат, т. е. использование макроэргических соединений, на биосинтез которых частично расходуется утилизированный фосфор.

Характер распределения фосфора у растений не изменялся при расчете содержания меченого фосфора и на единицу длины, и на единицу массы растительного материала.

Установленные закономерности локализации фосфора подтверждаются также данными, полученными на привитых растениях, которые предварительно проходили период каллусообразования в течение 9 дней и в дальнейшем хранились при низкой температуре. Анализ распределения радиоактивности по длине у растений, находившихся на питательном растворе различной концентрации и при разной температуре, выявил ее практически полное сосредоточение в подвое, так как в привой поступало от 0,2 до 3,4 % суммарной активности (табл. 3).

Таким образом, как в период каллусообразования, так и в период насыщения у растений основным местом сосредоточения поступающего фосфора является корневая система (подвой).

Интенсивность поглощения меченого фосфора привитыми растениями зависела как от концентрации питательного раствора, так и от температуры (табл. 4).

Наиболее интенсивно фосфор поглощался при высокой температуре и низкой концентрации. В этих вариантах его содержание к 12-му дню насыщения было в 10 раз больше, чем на 3-й день. При низкой

Таблица 4

Интенсивность поглощения меченого фосфора привитыми растениями (за единицу принято поглощение меченого фосфора за 3 дня периода насыщения)

Концентрация питательного раствора, моль	Время насыщения. Дни			
	3	6	9	12
При температуре 24°				
10 <sup>-4</sup>	1,0	1,0	2,9	10,2
10 <sup>-3</sup>	1,0	1,7	3,9	7,2
При температуре 4°				
10 <sup>-4</sup>	1,0	1,2	1,1	3,6
10 <sup>-3</sup>	1,0	1,3	1,7	7,5

температуре поглощение радиоактивного фосфора резко снижалось и в варианте с концентрацией раствора 10<sup>-4</sup> моль оказалось в 3 раза ниже, чем при температуре 24°. Аналогичная картина наблюдалась в случае концентрации раствора 10<sup>-3</sup> моль; лишь на 12-й день значения этого показателя сблизились. Прошедшие период каллусообразования растения, имеющие хорошую срастаемость, обладают всеми признаками высококачественного посадочного материала. Их корневая система даже в условиях пониженной температуры (условия, близкие к условиям хранения) способна к поглощению питательных веществ.

Таким образом, анализ полученного в опыте материала показывает, что формирование единого привитого растения характеризуется активным протеканием в нем метаболических процессов, особенно в подвое. Основным местом локализации фосфора является корневая система, в которой накапливается не только поглощенный элемент, но и поступающий из привоя. При этом в случае незначительного содержания фосфора в питательном растворе отток из привоя происходит достаточно интенсивно.

Отмеченные закономерности определяют необходимость тщательной подготовки растений, предназначенных для использования в качестве подвоя, и создание оптимальных условий их минерального питания. Нужно также учитывать, что даже при низких положительных температурах в привитом растении происходят процессы метаболизма, которые должны играть определенную роль при хранении зимних прививок. Хранение при низких плюсовых температурах, вероятно, будет положительно сказываться на каллусообразовании и позволит получать посадочный материал лучшего качества, тогда как принятое в условиях производства хранение при температуре  $-1,5...-1^{\circ}$  вызывает подавление метаболизма и дальнейшее образование каллуса у привитых растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гродзинский Д. М. Методика применения радиоактивных изотопов в биологии. — Киев: Наукова думка, 1962. —
2. Земляное В. Н. Зимняя прививка плодовых культур. — М.: Россельхозиздат, 1977. —
3. Иващенко А. И. Биологические основы выращивания подвоев яблони с разветвленной корневой системой. — Автореф. канд. дис. М., 1972. —
4. Каймакан И. В. Прививка плодовых культур. — Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1979. —
5. Линд С. Радиационно-химические процессы. — М.: Атомиздат, 1965. —
6. Никиточкина Т. Д. Биологические особенности роста сеянцев яблони в зависимости от фонов минерального питания. — Автореф. канд. дис. М., 1968. —
7. Татутина Л. Г. Изучение различных способов выращивания подвоев в условиях Московской области. — Автореф. канд. дис. М., 1964. —
8. Прозина М. Н. Ботаническая микротехника. — М.: Высшая школа, 1960. —
9. Пронин С. Н. Сычев Л. П. Производство плодов и ягод. — В кн.: Плодоовощной комплекс России. М.: Россельхозиздат, 1985, с. 133—179. —
10. Рачинский В. В. Курс основ атомной техники в сельск. хоз-ве. — М.: Атомиздат, 1978. —
11. Спиваковский Н. Д. Удобрение плодовых и ягодных культур. М.: Сельхозиздат, 1962. —
12. Татаринов А. Н., Зуев В. Ф. Питомник плодовых и ягодных культур. — М.: Россельхозиздат, 1984.

*Статья поступила 25 сентября 1986 г*

## SUMMARY

The process of accretion under winter grafting in apple tree stock and scion in different places where grafting components come into contact, as well as coming and redistribution of labelled phosphorus ( $^{32}\text{P}$ ) in grafted plants were studied. It has been found that on the 3-d day after grafting the stock and the scion are already partly connected by the callus cells, and later on (on the 9-th day) a stable tissue connection arises between them. The plant root system where not only the absorbed element but also that coming from the scion are accumulated makes up the main site of labelled phosphorus localization. Phosphorus is more intensively absorbed at  $24^{\circ}$  than at  $4^{\circ}$ . At  $4^{\circ}$  the metabolic processes are not suppressed.