

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и Г. Г. Габриелян

О сопряженном передвижении углеводов и фосфора
в растениях

(Представлено Г. Х. Бунятяном 28 III 1954)

Одной из наиболее важнейших ролей фосфора в растениях, как известно, является его активное участие в процессах распада углеводов, осуществляемого при дыхании. Этот процесс начинается с фосфорилирования гексозов, которое, по данным А. Л. Курсанова (¹), является определяющим условием для передвижения как сахаров, так и самого фосфора от листьев к растущим или запасающим органам, по ситовидным трубкам флоэмы. Этот процесс осуществляется за счет энергии, выделяемой при весьма энергичном дыхании живых клеток проводящих тканей, интенсивность которого значительно выше, по сравнению с остальными тканями растений (¹⁻³). Энергия, необходимая для передвижения фосфорилированных сахаров, выделяется при распаде лабильных форм сахаров, путем отщепления фосфорной кислоты из последних. Таким образом, эти данные свидетельствуют о том, что фосфор является важным фактором не только углеводного обмена, но и передвижения углеводов в растениях. Эти факты дают нам основание предполагать что фосфор, поглощенный корневой системой растений, поступая в листья и соединяясь с углеводами, в дальнейшем должен проявляться совместно с последними, кроме той части фосфора, которая непосредственно входит в состав конституционных веществ клеток. С целью подтверждения этого предположения нами был проведен ряд опытов с растениями лавра благородного и пестролистного клена американского, с применением радиоактивного изотопа фосфора.

В первом опыте три группы молодых сеянцев лавра благородного, в глиняных вазонах подвергались операции следующим образом: у растений I группы (контроль) было проведено кольцевание, чуть выше нижнего листа, а затем растениям давался радиоактивный фосфор через корневую систему. У растений II группы также было проведено кольцевание, но на этот раз фосфор давался через лист, расположенный ниже кольца. У растений же III группы были произведены два кольцевых надреза коры, непосредственно ниже и выше среднего листа.

получившего радиоактивный фосфор. В дальнейшем наблюдение велось за ходом передвижения фосфора к верхним листьям, почкам и корням подопытных растений.

Спустя 5 дней радиоактивный фосфор был обнаружен во всех листьях растений I группы. К этому же сроку фосфор был обнаружен и в корнях растений II группы. В верхушечных же листьях растений этой группы фосфор обнаружился лишь через 15 дней. Своеобразно было поведение растений III группы. До конца опыта не был обнаружен фосфор как в верхних листьях, так и в корнях этой группы растений. Этому препятствовали кольцевые надрезы, проведенные ниже и выше листа, получившего фосфор. На приведенном рисунке (рис. 1), черной краской обозначены листья растений, получивших радиоактивный фосфор; черными точками обозначены листья, которые содержат перемещенный радиоактивный фосфор.

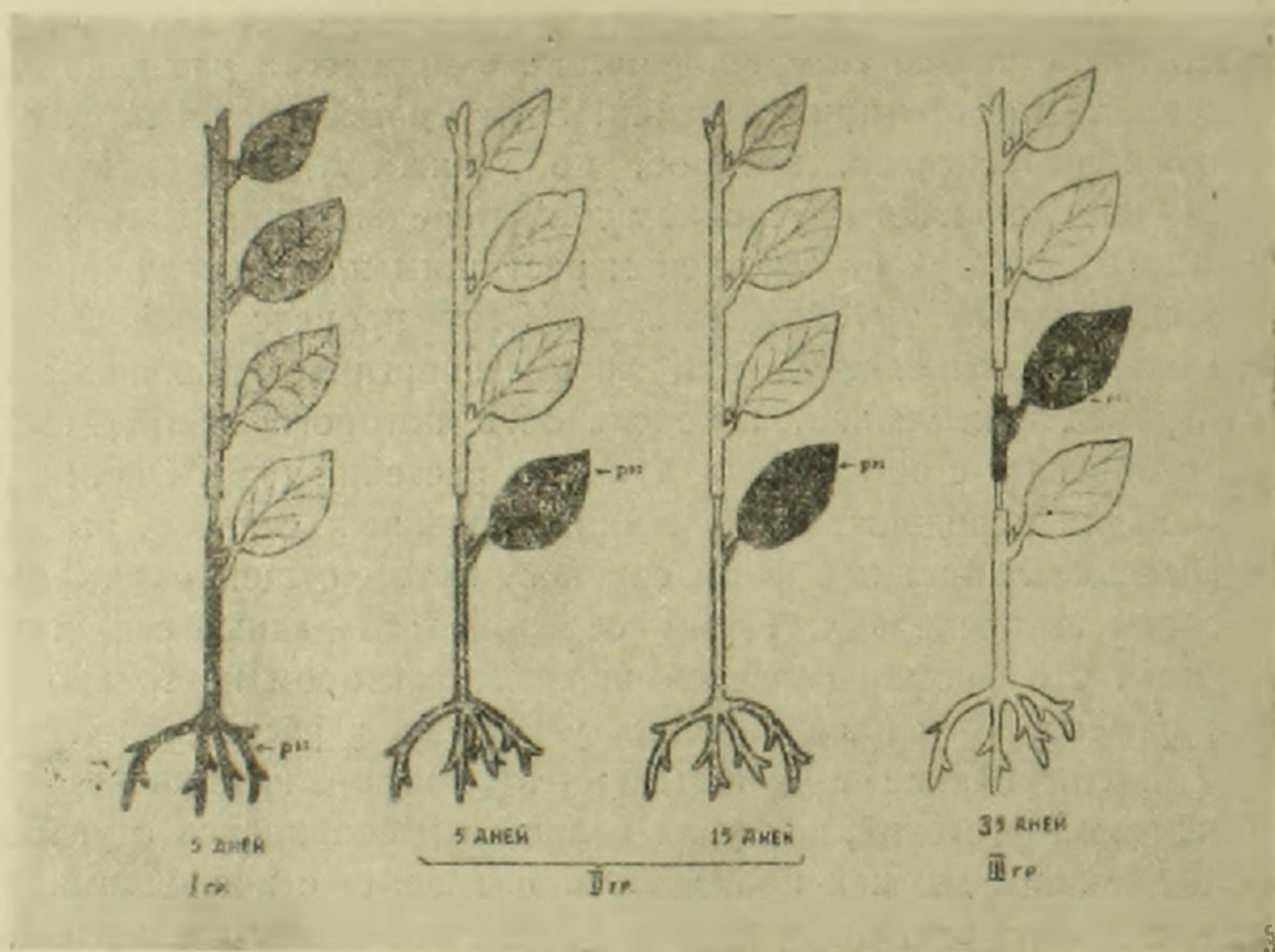


Рис. 1. Передвижение радиоактивного изотопа фосфора из нижнего листа к корням и верхушечным листьям по ксилеме.

Этот опыт наглядно показывает, во-первых, что фосфор может передвигаться из нижних листьев к верхним при наличии кольцевого надреза, т. е. прерывании ситовидной трубки флоэмы между этими листьями. При этом фосфор перемещается из листьев к корням и затем, поднимаясь по ксилеме, поступает в верхушечные листья. Во-вторых, прекращается перемещение фосфора от листьев, если производятся кольцевые надрезы коры непосредственно ниже и выше листа, получившего фосфор. В данном случае этот факт свидетельствует лишь о том, что фосфор в листе переходит в форму органических сое-

динений, связываясь с моносахаридами, пути передвижения которых перерезаны. Таким образом, этот опыт показывает, что поступающий в лист фосфор в дальнейшем может передвигаться вместе с сахарами лишь через ситовидные трубки флоэмы. При этом, как показывают опыты, количественное распределение фосфора в различных органах и частях растений всегда обуславливается перемещением и потребностью углеводов. С этой точки зрения по количеству перемещенного фосфора можно судить и о количестве передвижных сахаров.

Это положение более наглядно было показано в опытах, проведенных с сложноперистыми листьями пестролистного клена американского. Для этого опыта были взяты 4 группы листьев, несущих как зеленые и белые (без хлорофилла), так и пестрые листочки. У листьев 1-й группы радиоактивный фосфор давался P^{32} через срезанный конец черенка, погружая последний в раствор K_2HPO_4 в течение

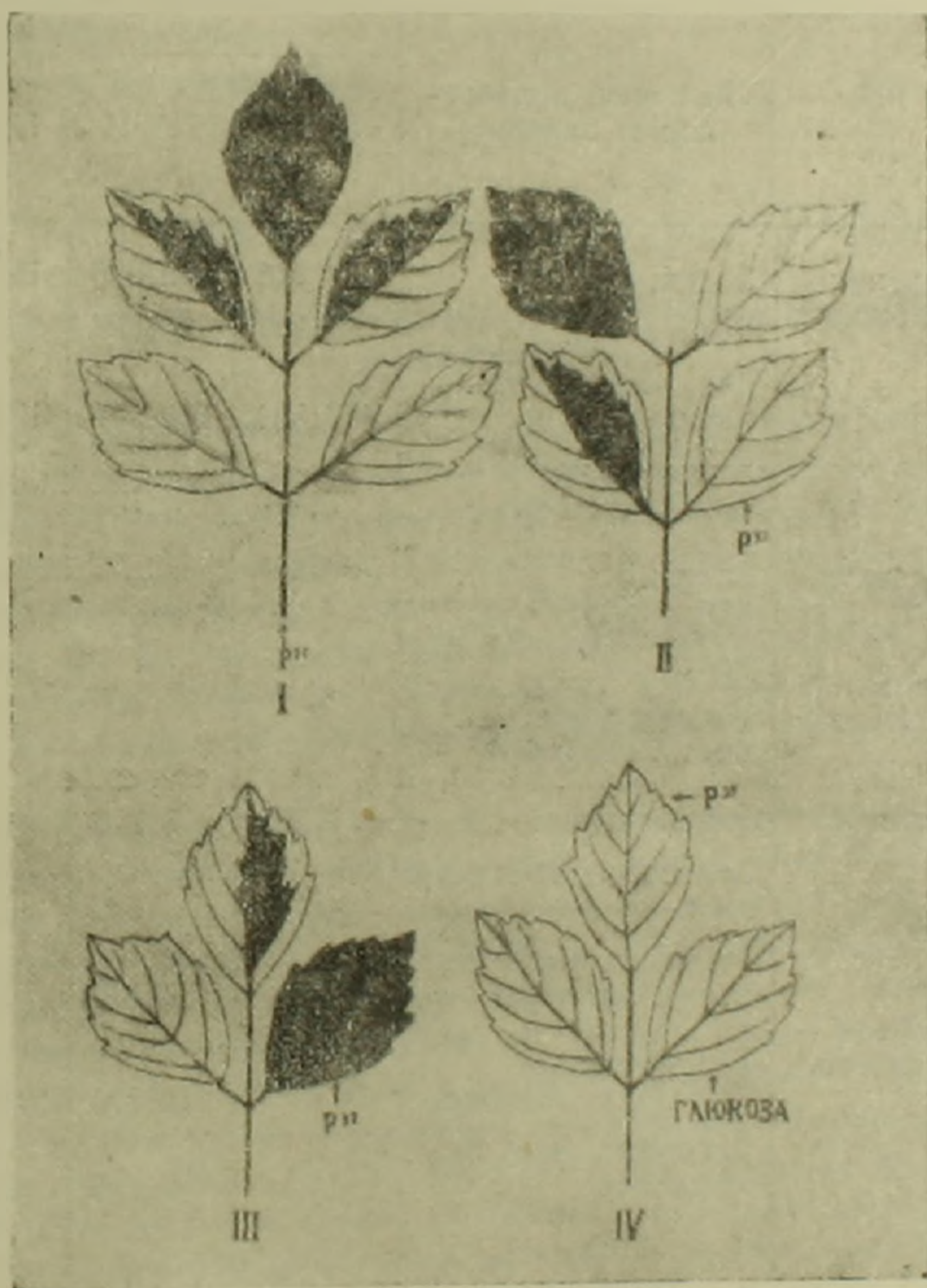


Рис. 2. Схема опыта, проведенного с перистосложными листьями пестролистного клена американского.

ние 30 мин, у остальных групп — через листочки, в течение 1 часа (рис. 2). Определение радиоактивности листочков производилось с помощью торцевого счетчика. Данные этих определений сведены в нижеприведенной таблице.

Эти данные, хотя они касаются количественного распределения радиоактивного изотопа фосфора в различных листочках сложноперистого листа клена, но одновременно показывают динамику и характер распределения растворимых сахаров как синтезированных в зеленых тканях листа, так и инфильтрированных в них. Так, например, у листьев 1-й группы, максимальное количество фосфора обнаруживается 5.VII в зеленых листочках или же в зеленых частях пестрых листочков. В дальнейшем количество фосфора постепенно уменьшается в этих зеленых тканях и параллельно увеличивается его количество в бесцветных тканях листьев. Перемещение фосфора из зеленых частей листа к бесцветным тканям в данном случае лишь связано с передвижением синтезирующихся сахаров из зеленых к бесцветным ли-

Радиоактивность листочков перистосложного листа пестролистного клена в мин./имп. на 10 см² поверхности

Варианты опыта	Дачи P ³²	Листочек, подвергшийся анализу	Даты определений			
			5.VII	7.VIII	10.VIII	17.VIII
I	Через черенок перистосложного листа	Зеленый	292,318	208,320	157,0566	144,900
		Бесцветный	5,205	35,294	202,109	216,733
		Зел. часть пестр. листа	413,534	383,119	192,684	165,532
		Бесцветн. часть пестр. листочка	7,114	52,311	49,775	107,395
II	Через бесцветн. листочек	Зеленый	—	—	—	—
		Зелен. часть пестр. лист.	—	—	—	—
		Бесцветн. часть пестр. листочка	—	—	—	—
III	Через зеленый листочек	Бесцветный	1,762	7,738	9,574	16,043
		Зеленая часть пестр. листа	—	635	1,020	4,314
		Бесцветн. часть пестр. листочка	—	4,542	5,356	7,884
IV	Через бесцветн. листочек	Бесцветн. лист инфильтр. глюкозы	—	12,525	16,384	29,824
		Бесцветн. лист. без инфильтр.	—	2,250	7,131	50,752

сточкам, ведущих, в сущности, паразитический образ жизни. В результате такого одностороннего передвижения сахаров у листьев 2-й группы не наблюдается перемещения радиоактивного фосфора из бесцветного листочка к остальным метамерным частям сложного листа.

У листьев же 3-й группы радиоактивный фосфор раньше всего появляется в бесцветном, затем в пестром листочке. Это уже свидетель-

ствуется о том, что бесцветная часть листочка непосредственно питается от зеленой части этого же листочка.

Совершенно иное поведение проявляли сложные листья 4-й группы, верхушечный листочек которой получил радиоактивный изотоп фосфора. Основная масса последнего в первую очередь перешла в те листочки, которые были инфильтрированы глюкозой. Этот факт является прямым подтверждением результатов наших прежних опытов (¹), показывающих, что интенсивность поглощения фосфора листьями растений в основном связана с количеством растворимых углеводов, содержащихся в них.

Таким образом, эти данные в конечном счете свидетельствуют о том, что фосфор, будучи переносчиком в передвижении растворимых углеводов, является наилучшим индикатором как общего количества углеводов, так и передвижения последних в растениях.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Վ. Ն. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Է. Ս. ՇԱՎՈՒՆՋՅԱՆ ԵՎ Գ. Գ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ

Բույսերի մեջ ֆոսֆորի և շաքարների գույքակցված շարժման մասին

Մի շարք աշխատանքներով ցույց է տրված, որ բույսերի մեջ ֆոսֆորը հանդիսանում է ոչ միայն կարևոր դործոն ածխաջրերի փոխանակության, այլ և վերջիններիս շարժման պրոցեսներում: Ելնելով այս տվյալներից հիշյալ հաղորդման հեղինակները եկել են այն եզրակացության, որ բույսերի արմատների կողմից կլանված ֆոսֆորը տերևների մեջ միանալով շաքարների հետ հետադաշում հանդես է գալիս նրանց հետ միասին, բացի այն ֆոսֆորից, որը մտնում է բջիջների կոնստիտուցիոն նյութերի մեջ: Այս ենթադրությունն ապացուցելու նպատակով հեղինակները կատարել են մի շարք փորձեր ազնիվ գաֆնիայի և խայտարղետ տերևներով թխկի հետ, տալով նրանց ֆոսֆորի ռադիոակտիվ իզոտոպ:

Կատարված փորձերը ցույց են տվել, որ իսկապես ֆոսֆորը կլանվելով բույսերի կողմից միանում է նրանց մեջ սինթեզվող մոնո սախարիդների հետ, ենթարկելով նրանց ֆոսֆորացման: Հետադաշում որպես օրգանական միացություն նա շարժվում է միայն ֆլոեմայի մազանման անոթներով: Երբ ֆոսֆորը տալիս ենք թխկի խայտարղետ տերևների բյուրոֆրազուրկ տերեխներից, ապա այս դեպքում նրա ներկայությունը չի հայտնաբերվում կանաչ տերեխներում: Մինչդեռ երբ ֆոսֆորը տրվում է կանաչ տերեխներին նրա ներկայությունը շուտով հայտնաբերվում է բյուրոֆրազուրկ տերեխներում: Այս դեպքում ֆոսֆորը կանաչ տերեխներից շարժվում է բյուրոֆրազուրկ տերեխները շաքարի հետ միասին: Կատարված փորձերը ցույց են տալիս, որ ֆոսֆորը լուծվող ածխաջրերի շարժման պրոցեսում հանդես գալով որպես փոխադրող, միաժամանակ հանդիսանում է շաքարների բնդհանուր քանակի և նրանց շարժման լավագույն ինդիկատոր:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Л. Курсанов, Бот. журнал, 37, 5, 1952. ² А. Л. Курсанов и М. В. Туркина, ДАН СССР, 84, 1073 (1952). ³ А. Л. Курсанов и М. В. Туркина, ДАН СССР, 85, 149, (1952). ⁴ В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и Г. І. Габриелян, К вопросу о физиологической роли фосфора в процессах генеративного развития растений, ДАН СССР (печатается).