

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ФЛАВОНОИДНОГО КОМПЛЕКСА В ЛИСТЬЯХ ПРИВОЕВ СЛИВЫ, ПРИВИТОЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ПОДВОЯХ

У. МАРГНА,

кандидат биологических наук

В статьях, опубликованных нами ранее (Margna, 1962a, 1962b), рассматривались вопросы, касающиеся количественных изменений в некоторых биохимических свойствах, в частности в содержании полифенольных соединений в листьях взрослых деревьев сливы сорта 'Лифляндская желтая яичная' (*Prunus domestica* L.), привитых на корневых подвоях терна (*P. spinosa* L.), терносливы (*P. insititia* L. et Jusl.), растопыристой сливы (*P. divaricata* Ledeb.), песчаной вишни (*Cerasus besseyi* (Bail.) Lanell.) и на сеянцах 'Лифляндской желтой яичной'. В ходе этих исследований было установлено, что прививка на различные подвои обуславливает существенные изменения в уровне содержания полифенольных соединений в листьях привоя, причем эти изменения коррелируют с одновременно проявляющимися изменениями в морфологических признаках и особенностях прохождения фенологических фаз развития соответствующих привитых деревьев. В связи с этим представлялось интересным выяснить, возникают ли под влиянием подвоев и какие-нибудь качественные изменения в полифенольном комплексе листьев тех же привоев, тем более, что набор подвоев у исследованной группы привитых деревьев в данном случае весьма разнообразен и состоял исключительно из самостоятельных систематических видов, относящихся к двум разным родам.

Соответствующие исследования были проведены в 1962 г. и в настоящей статье приводятся их результаты.

Материал и методика

Качественному изучению подвергались листья привоев сливы вышеупомянутых пяти прививочных комбинаций (в тексте обозначены: 'Лифляндская желтая яичная' на сеянцах 'Лифляндской желтой яичной' — Лж/Лж, на растопыристой сливе — Лж/Рс, на терносливе — Лж/Тс, на терне — Лж/Т и на песчаной вишне — Лж/Пв), листья корнесобственных деревьев 'Лифляндской желтой яичной', а также листья сеянцев подвоев терна, терносливы, растопыристой сливы и песчаной вишни.

Листья для анализа собирали в июле 1962 г. с тех же деревьев Морнаского опытного насаждения опытной базы Полли Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации, которые были использованы и в предыдущих исследованиях (Margna, 1962a). Собранные листья фиксировали водяным паром в течение 15 мин, затем высушивали и измельчали. На этом материале проводили качественные исследования полифенольных соединений, из которых в настоящей работе изучалась только группа флавоноидов и родственных им производных оксикоричной кислоты, методика исследования которых довольно детально разработана многими авторами (Михайлов, 1956, 1958; Гейссман, 1960; Swain, 1953; Harborne, 1960).

Нами была использована следующая методическая схема: 5 г измельченного сухого листового материала двукратно экстрагировали в 50 мл 95%-ного этанола в течение 20 мин под обратным холодильником на водяной бане. Полученному экстракту (100 мл), интенсивно окрашенному хлорофиллом, прибавляли 25 мл дистиллированной воды и алкоголь отгоняли. Выпавший при этом в осадок нерастворимый хлорофилл

удаляли фильтрованием и оставшийся водный раствор флавоноидов снова алкоголизировали прибавлением 80 мл 95%-ного этанола. Для дальнейшей очистки флавоноиды осаждали из раствора прибавлением 15 мл насыщенного раствора основного уксуснокислого свинца. Полученный мелкий золотисто-желтый осадок свинцовых солей флавоноидов отделяли после 24-часового стояния центрифугированием, промывали 2—3 раза этанолом и суспендировали в 30 мл 95%-ного этанола. Затем при энергичном смешивании суспензии осторожно по каплям прибавляли 50%-ного раствора серной кислоты до изменения желтой окраски осадка в белый, т. е. до полного разложения свинцовых солей флавоноидов и появления осадка сернокислого свинца. Осадок отфильтровался и оставшийся светло-желтый фильтрат, содержащий растворенные в нем флавоноиды и близкие им соединения, применялся для нанесения на хроматографическую бумагу.

Использовали восходящую хроматографию на бумаге с применением хроматографической бумаги массовой продукции марки «Ленинградская быстрая», причем на каждый лист бумаги размером в 20×50 см наносили 5 пятен по 20—50 мкл. Растворители: А — 15%-ная уксусная кислота (Harborne, 1960); Б — *n*-бутанол:уксусная кислота:вода — 4:1:5, органическая фаза (Swain, 1953); В — изобутанол:уксусная кислота:вода — 5:1:2 (Зотов, Соколовская, 1959); Г — изоамиловый спирт:уксусная кислота:вода — 4:1:5, органическая фаза (Swain, 1953). Хроматограммы проявляли ультрафиолетовым светом до и после воздействия парами аммиака. Пятна охарактеризовали по флуоресценции и по величинам R_f , а в некоторых случаях также по ультрафиолетовым спектрам поглощения их алкогольных элюатов. В качестве метчиков были использованы флороглюцин, кофейная кислота и кверцетин.

Результаты

На рис. 1 схематически изображены хроматограммы полифенольных соединений из листьев подвоев, причем расположение пятен на хроматограммах установлено по флуоресценции в УФ-свете. В табл. 1 приве-

Таблица 1

Характеристика флуоресцентной реакции пятен полифенольных соединений в ультрафиолетовом свете на хроматограммах из листьев подвоев¹

Название подвоев	Характеристика флуоресцентной реакции
'Лифляндская желтая яичная' ²	желтый, светло-желтый, фиолетово-синий, желтовато-бурый ³ , синий, бурый ³ , бурый ³ , синий ⁴ , синий ⁴ , синий;
Растопыристая слива	желтый, лимонно-желтый, синий, синий ⁴ ;
Гернослива	фиолетовый, лимонно-желтый, бурый ³ , бурый ³ , синий ⁴ , синий;
Песчаная вишня	желтый, слабо-синий, бурый ³ , синий, бурый ³ , синий ⁴ , синий, светло-синий, синий ⁵ ;
Терн	желтый, лимонно-желтый, бурый ³ , синий, бурый ³ , синий ⁴ , синий, светло-синий.

Примечания:

¹ Перечень пятен начинается с наиболее близкого к стартовой линии пятна (растворитель: 15%-ная уксусная кислота).

² Хроматограммы из листьев корнесобственных деревьев сорта 'Лифляндской желтой яичной' оказались идентичными с хроматограммами из листьев сеянцев того же сорта.

³ После воздействия парами аммиака приобретают желтую флуоресценцию (за исключением третьего пятна у песчаной вишни, приобретающего светло-зеленую флуоресценцию).

⁴ После воздействия парами аммиака приобретают светло-зеленую флуоресценцию.

⁵ Флуоресцирует только после воздействия парами аммиака.

дены данные о флуоресцентной реакции отдельных пятен на тех же хроматограммах до и после воздействия парами аммиака.

Из рисунка и таблицы видно, что виды, сеянцы которых были использованы в качестве подвоев у подопытных привитых деревьев, значительно отличаются по составу полифенольного комплекса листьев не только друг от друга, а также от сорта 'Лифляндская желтая яичная'. По количеству индивидуальных соединений все виды подвоев уступают привитому сорту, в листьях которого комплекс полифенолов оказался наиболее разнообразным по сравнению с подвоями. В то время, как в листьях корнесобственных деревьев и сеянцев 'Лифляндской желтой яичной' обнаруживались по крайней мере 10 различных производных полифенолов, то, например, в листьях терносливы было установлено 6, а в листьях растопыристой сливы только 4 соединения полифенольного характера. Весьма значительные различия установлены у отдельных подвоев и в характере флуоресцентной реакции и в величине R_f полифенольных пятен.

Таким образом, судя по разнообразию, наблюдавшемуся в флавоноидном комплексе листьев изученных видов подвоев и сорта 'Лифляндская желтая яичная', можно было предполагать, что в результате прививки названного сорта на эти подвои возникают некоторые качественные сдвиги и в биохимических свойствах привоя, в частности в качественном составе полифенольного комплекса листьев. Однако этого не наблюдалось.

При сравнении хроматограмм (рис. 2) выяснилось, что состав полифенольного комплекса в листьях привоя сливы 'Лифляндская желтая яичная' совершенно одинаков во всех комбинациях прививки и аналогичен к тому же в листьях корнесобственных, непривитых деревьев 'Лифляндской желтой яичной'. То есть, прививка никаких существенных качественных изменений в составе полифенолов листьев не вызвала, вне зависимости от того, каким был состав полифенольного комплекса и характер отдельных его представителей в листьях подвоев.

На основании хроматографического анализа при всех использованных типах растворителей можно сказать, что полифенольный комплекс из листьев 'Лифляндской желтой яичной' состоит по крайней мере из 10 индивидуальных соединений. Из них пятна 1 и 2 (табл. 2; в основу нумерации взяты хроматограммы, полученные в 15%-ной уксусной кислоте, причем нумерация начинается с наиболее близкого к стартовой линии пятна) показали желтую флуоресценцию в ультрафиолетовом свете и, вероятно, являются флавоноидными агликонами, а пятна 4, 6 и 7 обнаруживали темную, буроватую флуоресценцию, переходящую после

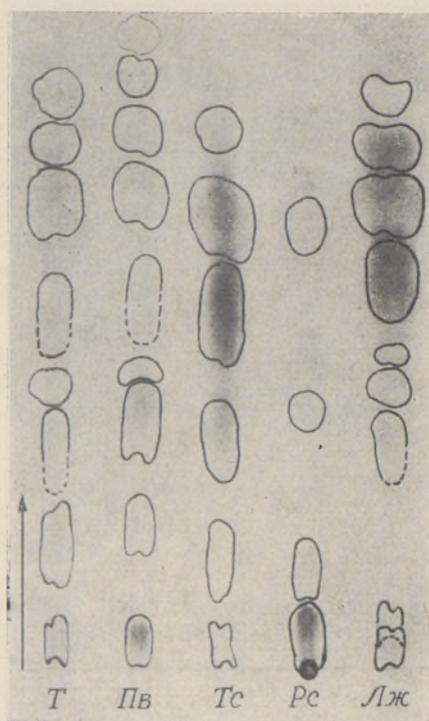


Рис. 1. Схематическая хроматограмма полифенольных соединений листьев подвоев.

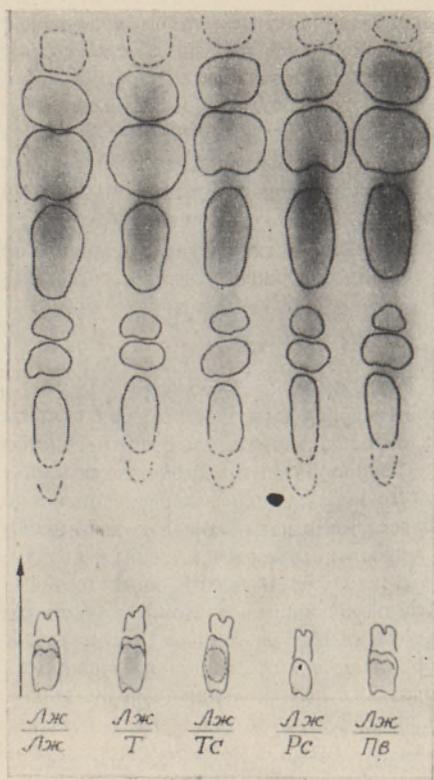


Рис. 2. Схематическая хроматограмма полифенольных соединений листьев привоев.

5, 8, 9, 10) флуоресцировали синим цветом и являются, по-видимому, производными оксикоричной кислоты. О взаимном расположении отдельных пятен на хроматограммах можно судить по величинам R_f , данные о которых приведены в табл. 2.

Наиболее характерными и преобладающими компонентами в полифенольном комплексе листьев 'Лифляндской желтой яичной' являлись пятна 8 и 9. Они флуоресцировали синим, а после воздействия парами аммиака — светло-зеленым цветом. При обработке хроматограмм 1%-ным раствором азотистокислого натрия в 10%-ной уксусной кислоте или так называемым реактивом Геффнера (Paech, Ruckebrod, 1953; Пашкаръ, 1959) оба пятна окрашивались в желтый цвет, который при подщелачивании превратился в красный. Ультрафиолетовые спектры поглощения обоих пятен имели максимумы при 205, 220, 245, 300 и 330 м μ (рис. 3 и 4). Эти результаты совпадают с данными литературы о свойствах хлорогеновой кислоты (Paech, Ruckebrod, 1953; Harborne, 1960). На основании этого можно предполагать, что в случае пятен 8 и 9 имеется дело с хлорогеновой кислотой и одной из ее изомер.

Более детальная идентификация отдельных пятен не являлась задачей настоящего исследования.

Таблица 2

Величины R_f полифенольных пятен листьев 'Лифляндской желтой яичной' сливы в различных системах растворителей

№ пятна	Растворители			
	А	Б	В	Г
1	0,05	(0,81)	(0,76)	(0,59)
2	0,06	(0,57)	(0,67)	(0,38)
3	0,10	0,53	0,48	0,18
4	0,39	(0,44)	(0,44)	(0,15)
5	0,44	0,48	0,54	0,12
6	0,48	(0,49)	(0,50)	(0,22)
7	0,62	0,67	0,60	0,29
8	0,71	0,76	0,75	0,50
9	0,78	0,95	0,92	0,84
10	0,85	0,98	0,95	0,91
Флороглюцин	0,74	0,82	0,83	0,60
Кверцетин	0,09	0,80	0,79	0,62
Кофейная кислота	0,54	0,91	0,89	0,78

Примечание:

Величины R_f , поставленные в скобки, принадлежат пятнам, в отношении которых не удалось установить их точное соответствие с соответствующими пятнами на хроматограммах, полученных в растворителе А (15%-ная уксусная кислота).

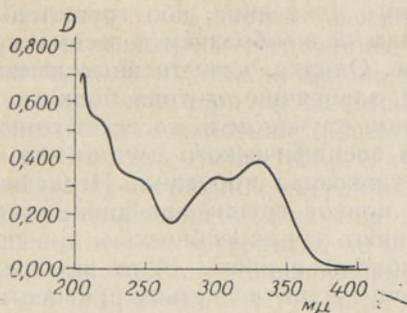


Рис. 3. Ультрафиолетовый спектр поглощения полифенольного пятна № 8.

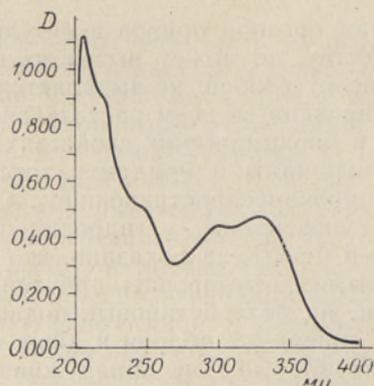


Рис. 4. Ультрафиолетовый спектр поглощения полифенольного пятна № 9.

Обсуждение результатов

Возникновение количественных изменений в биохимических свойствах привоя под влиянием подвоев показано различными авторами и на примере привитых деревьев сливы еще раз установлено в наших исследованиях (Маргна, 1963). Фактов же о появлении в привоях биохимических изменений качественного характера очень мало. Более широко известны лишь исследования Шмука (1940а, 1940б, 1945, 1946) и его последователя Ильина (1948, 1949а, 1949б) над прививками различных пасленовых, которыми неоднократно показано изменение состава алкалоидов в привоях в зависимости от типа подвоя (Соколов, 1952).

Поразительная наглядность этих исследований невольно может вызывать представление, что качественные изменения в биохимических свойствах привоя как будто бы всегда должны иметь место при прививках и, таким образом, являются явлением, само собой понятным. Однако ряд данных из тех немногочисленных, которые в данное время нам известны, свидетельствует о том, что такое предположение явилось бы преждевременным обобщением и что к вопросу о качественных изменениях биохимических свойств привоя необходимо относиться с большой осторожностью. Уже Шмук (1946) обратил внимание на то, что изменения в составе алкалоидов привоя обнаруживаются преимущественно только у группы никотиновых алкалоидов при прививках пасленовых. Почти все остальные попытки найти аналогичные изменения у других привитых растений и особенно в составе других групп соединений не увенчались успехом. Существенных новых данных, доказывающих обратное, не накопилось и в течение последних 10—15 лет. Никотиновые алкалоиды по-прежнему являются практически единственной группой веществ, в составе которых с помощью прививки возможно получить качественные изменения. Следовательно, такого рода изменения отнюдь не всегда обнаруживаются, а скорее наоборот — встречаются относительно редко, только в отдельных специфических случаях. С точки зрения наших исследований наиболее интересными являются результаты исследований Мамарова (1959) и особенно Фридриха (Friedrich, 1958), проведенных над плодоягодными культурами.

На примере нескольких комбинаций прививок виноградной лозы Мамаров, наряду с другими фактами, установил, что аминокислотный

состав органов привоя в результате прививки не изменяется. Это, по существу, не может вызывать особенного удивления, ибо группа аминокислот вообще не выделяется большим разнообразием и весьма унифицирована во всем растительном мире. Однако, качественные изменения в биохимических свойствах привоя, зависящие от типа подвоев, не удалось найти и Фридриху, хотя в данном случае дело касается отнюдь не широкораспространенного, а весьма специфического соединения типа полифенолов — гидрохинонового глюкозида арбутина. Исследованиями Фридриха показано, что листья привоя груши, являющиеся способными синтезировать арбутин, сохраняют эту способность и при прививке на безарбутиновые подвой — яблоню и айву. В то же время при прививках яблони и айвы на подвой груши в листьях привоев наличия арбутина не обнаруживают. Таким образом, несмотря на существенные различия в биохимических свойствах груши, яблони и айвы, они в качестве подвоев не смогли оказывать такое специфическое влияние на привой, которое приводило бы к качественному изменению обмена веществ, свойственного данному типу привоя и к появлению нового качественного признака — наличия арбутина в листьях.

По-видимому, в результате прививки качественные изменения в биохимических свойствах привоя могут обнаруживаться только в отдельных случаях, и лишь в тех группах соединений, основные структурные единицы которых синтезируются в корнях (например, никотиновые алкалоиды пасленовых). Можно предполагать, что возникновение качественных изменений в составе той или другой группы веществ привоя под влиянием подвоев особенно маловероятно при прививках древесных растений — плодовых деревьев, в частности в тех случаях, когда прививка была произведена на корневую шейку. В пользу этого предположения говорят и результаты наших исследований.

Какие выводы можно сделать на основании найденных нами фактов об отсутствии изменений в составе полифенольного комплекса листьев привоя сливы под влиянием различных подвоев?

Мы далеко не склонны утверждать, что влияние подвоев и наблюдаемые вследствие этого у привоев изменения физиологических и биохимических свойств сводятся лишь к воздействию какого-то отдельного соединения (или отдельных соединений), поступающего (поступающих) из подвоя в привой. Несмотря на это нельзя забывать, что изменение состава алкалоидов или их появление в безалкалоидном привое в вышеупомянутых исследованиях Шмука и Ильина именно объясняются миграцией соответствующих алкалоидов или предшественников с алкалоидной структурой из корневых систем подвоя в органы привоя. Поэтому и в данном случае в первую очередь все-же напрашивается вывод, что из подвоев, несмотря на их различную видовую специфику и различные биохимические свойства, никаких специфических соединений типа флавоноидов в привой сливы не поступает. Это не противоречит современным представлениям о биогенезе флавоноидных соединений.

В настоящее время уже твердо установлено, что биосинтез ароматических соединений типа флавоноидов, молекулы которых построены исключительно из атомов углерода, кислорода и водорода, происходит преимущественно в фотосинтезирующих частях растений — в листьях. Исходным материалом для этих биосинтетических процессов является ассимилированный в процессе фотосинтеза углерод, вернее различные промежуточные продукты углеводного обмена, из которых в первых этапах биосинтеза образуется одно или несколько узловых соединений, а затем все остальные. Характер последних зависит от особенностей ферментных систем данного организма (Bogorad, 1958; Geissman, Hinreiner,

1952). Имеется много данных, показывающих, что часть из первично образованных в листьях фенольных веществ, в частности флавоноидов и родственных им соединений, способна мигрировать в другие органы растения. В их тканях они подвергаются вторичным изменениям, в результате чего образуются характерные для данных органов и тканей фенольные соединения (Zucker, Ahrens, 1958; Hathway, 1958, 1959; Griffiths, 1958; Hillis, 1955). В то же время не имеется данных о сколько-нибудь существенной миграции фенольных соединений в противоположном направлении — снизу, из корней, вверх, в листья, если не иметь в виду весьма вероятный, но пока только предполагаемый ток полифенолов из побегов в развивающиеся почки рано весной у древесных растений (Курсанов, 1944; Margna, 1962b). Таким образом, по современным представлениям большая часть из всех полифенольных соединений растений должна была бы получить свое начало из первично образованных в надземных частях растений производных и роль корневой системы в формировании качественного состава полифенольного комплекса незначительна. У нас нет оснований сомневаться в правильности этих соображений также в отношении наших объектов — привитых деревьев сливы, о чем лучшим образом свидетельствует полная независимость состава полифенольного комплекса листьев привоя сливы от использованных подвоев.

По тем же соображениям маловероятно и предположение, неоднократно поддерживаемое Фридрихом (Friedrich, 1958, 1963), что из корневых систем подвоев миграция каких-то более простых соединений полифенольного типа или их предшественников в надземные части привитых деревьев все же происходит, а последние не обнаруживаются лишь потому, что сейчас же под влиянием ферментных систем привоя превращаются в характерные для привитого сорта или вида производные. По крайней мере, если такое поступление каких-то гипотетических полифенольных соединений или их предшественников из корневой системы в привой действительно имеет место, то последние, по-видимому, настолько неспецифичны, что это не может сказываться на конечном составе флавоноидного комплекса привоя. То же самое можно, по-видимому, сказать и относительно возможного передвижения каких-то более или менее специфических данному виду подвоев соединений неполифенольной природы. Вряд ли можно ожидать, что какой-то нормальный, хотя в подробностях чужой для данного привоя метаболит сумеет настолько основательно расшатывать консерватизм и слаженность обменных реакций привоя, что это приводило бы к блокированию одних и возникновению других, новых реакций в обменном цикле соединений группы флавоноидов, т. е. к исчезновению или появлению определенных производных этой группы.

Таким образом, в итоге мы полагаем, что изменение качественного состава флавоноидного комплекса листьев привоя сливы вследствие прямой миграции каких-то специфических соединений полифенольного или другого типа и не могло иметь места, ибо миграция таких соединений из корневой системы подвоев в привой маловероятна или практически не может иметь самостоятельного значения.

Более того, на основании наших результатов мы должны прийти к выводу, что подвой не были в состоянии вызывать качественные изменения в составе полифенолов привоя сливы и косвенным путем, хотя такая возможность вполне мыслима. Действительно, можно было предполагать, что в большей или меньшей мере отличная от особенностей жизнедеятельности привоя общая направленность обменных процессов

корневых систем данных подвоев, или хотя бы различные их поглотительные способности, обуславливают определенные сдвиги в направленности отдельных обменных реакций привоя и в конце концов приводят к некоторым качественным изменениям в составе тех или других групп веществ. Однако в наших опытах такое косвенное, более общее влияние подвоев не привело к ожидаемым качественным изменениям в комплексе флавоноидов. Мы пока не можем с уверенностью утверждать, что и в составе других групп веществ привоя сливы не произошло никаких качественных изменений, но все же нам кажется, что общее влияние корневых подвоев, по-видимому, слишком малоэффективно и неспецифично для того, чтобы вызывать ощутимые качественные последствия в биохимических свойствах органов привоя. Равновесие отдельных биохимических реакций под влиянием подвоев, несомненно, нарушается, но это приводит в первую очередь лишь к количественным изменениям, что и было установлено в наших предыдущих работах (Margna, 1962a, 1962b).

Обобщая результаты наших исследований по изучению как качественных, так и количественных изменений в полифенольном комплексе листьев привитых деревьев сливы, а также имея в виду результаты ранних исследований, можно прийти к заключению, имеющему по нашему мнению более общее значение при решении проблем о сущности влияния подвоев на свойства привитых деревьев плодовых. Кажется правдоподобным, что влияние корневых подвоев на привои плодовых и обнаруживаемые, в результате этого влияния, количественные изменения в биохимических свойствах привоя и изменения в характере роста и развития привитых деревьев в общем не обуславливаются каким-то строго специфическим воздействием, характерным только данному виду или разновидности подвоя, а связаны с некоторыми отличиями в выполнении тех основных физиологических функций, которые свойственны корневым системам древесных растений вообще.

*

Недавно, уже после завершения подготовки настоящих материалов к печати, мы узнали о последних исследованиях Хенке и Вагенбрета, также проведенных по изучению влияния подвоев на качественный и количественный состав флавоноидов в листьях привоя (Henke, 1963; Wagenbreth, 1963). Характерно, что в обеих указанных работах получены совершенно аналогичные с нашими наблюдениями результаты: качественных изменений в составе флавоноидных соединений не нашел ни Хенке у привоев яблони и ни Вагенбрет у привоев груши, несмотря на то, что состав того же комплекса у использованных ими подвоев значительно отличался от состава флавоноидов привоев. Это еще раз свидетельствует о том, что под влиянием подвоев состав комплекса полифенольных соединений, а может быть и вся совокупность качественных биохимических свойств привоев плодовых деревьев существенно изменением не подвергается, что, в свою очередь, является веским доказательством в пользу нашего предположения о сравнительно малоспецифическом характере влияния корневых подвоев.

ЛИТЕРАТУРА

- Гейссман Т., 1960. Антоцианы, халконы, авруны, флавоны и родственные им водорастворимые растительные пигменты. Кн.: Биохимические методы анализа растений. ИЛ, М.
- Зотов В. В., Соколовская Т. И., 1959. Различные формы дубильных веществ в корнях винограда, здоровых и пораженных филлоксерой. Биохимия плодов и овощей, **5**, 195—203.
- Ильин Г. С., 1948. Синтез алкалоидов в изолированных привоях* табака. Докл. АН СССР, **59**, 7.
- Ильин Г. С., 1949а. Общий принцип синтеза алкалоидов в привитых растениях рода *Nicotiana*. Биохимия, **14**, 6, 552—557.
- Ильин Г. С., 1949б. О закономерностях образования алкалоидов у привитых растений табака. Сб.: Проблемы биохимии в мичуринской биологии. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Курсанов А. Л., 1944. Превращения дубильных веществ у ив в период весеннего роста. Биохимия, **9**, 6, 322—336.
- Мамаров П. Т., 1959. Физиологические изменения привоя виноградной лозы под влиянием подвоя. Агробиология, 527—532.
- Маргина У. В., 1963. Влияние различных подвоев на комплекс полифенольных соединений в привое сливы. Автореферат канд. биол. наук. Таллин.
- Михайлов М. К., 1956. Исследование флавоноидов полифенольной группы табака методом бумажной хроматографии. Докл. АН СССР, **108**, 3, 511—514.
- Михайлов М. К., 1958. Исследование оксипроизводных коричной кислоты в табаке методом хроматографии на бумаге. Докл. АН СССР, **121**, 2, 330—333.
- Пашкаръ С. И., 1959. Динамика полифенолов в процессе заживления поранений у картофеля. Докл. АН СССР, **124**, 3, 715—718.
- Соколов В. С., 1952. Алкалоидоносные растения СССР. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Шмук А. А., 1940а. Изменение состава алкалоидов при вегетативных прививках растений. Природа, 1.
- Шмук А. А., 1940б. Изменение химического состава растений при их трансплантации. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 11.
- Шмук А. А., 1945. Биохимические изменения привитых растений и трансплантация растений, как метод для постановки и решения физиологических и биохимических вопросов. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 1—2.
- Шмук А. А., 1946. Биохимические изменения привитых растений. Успехи соврем. биол., **21**, 1, 109—122.
- Wogorad L., 1958. The biogenesis of flavonoids. Ann. Rev. Plant Physiol., **9**, 417—448.
- Friedrich H., 1958. Untersuchungen über die phenolischen Inhaltsstoffe von *Pyrus communis*. 3. Mitteilung: Der Einfluss von Pfropfungen auf den Arbutingehalt der Blätter von Reis und Unterlage. Pharmazie, **13**, 1, 54—57.
- Friedrich H., 1963. Личное сообщение.
- Geissman T. A., Hinreiner E., 1952. Theories of the biogenesis of flavonoid compounds. Bot. Rev., **18**, 2, 77.
- Griffiths L. A., 1958. Phenolic acids and flavonoids of *Theobroma cacao* L. Separation and identification by paper chromatography. Biochem. J., **70**, 1, 120—125.
- Harborne J. B., 1960. Plant polyphenols. 2. The coumarins of *Solanum pinatifidum*. Biochem. J., **74**, 2, 270—273.
- Hathway D. E., 1958. Oak-bark tannins. Biochem. J., **70**, 1, 34—42.
- Hathway D. E., 1959. Experiments on the origin of oak-bark tannin. Biochem. J., **71**, 3, 533—537.
- Henke O., 1963. Phytochemisch-systematische Untersuchung über die Flavonoide der Gattung *Malus*. Flora, **153**, 2, 358—372.
- Hillis W. E., 1955. Formation of leuco-anthocyanins in Eucalypt tissues. Nature, **175**, 4457, 597—598.
- Margna U., 1962a. Polüfenoolsete ühendite ainevahetusest 'Liivi kollase munaploomi' lehtedes. I. Pookealuste mõju polüfenoolsete ühendite sisaldusele. ENSV TA Toimet. Biol. Seeria, **3**, 209—218.

- Margna U., 1962b. Polüfenoolsete ühendite ainevahetusest 'Liivi kollase munaploomi' lehtedes. II. Muutused polüfenoolsete ühendite kompleksis lehtede arengu käigus ja nende seos polüfenooloksüdaasiga. ENSV TA Toimet. Biol. Seeria, 4, 292—301.
- Paech K., Ruckebrod H., 1953. Die Bestimmung von Chlorogensäure in Pflanzenmaterial. Ber. Dtsch. Bot. Ges., 66, 2, 76—79.
- Swain T., 1953. The identification of coumarins and related compounds by filter-paper chromatography. Biochem. J., 53, 2, 200—208.
- Wagenbreth A.-N., 1963. Qualitative und quantitative Bestimmung phenolischer Blatthaltstoffe in Unterlagen und Unterlagen-Sorten-Kombinationen der Gattung Pyrus während der Vegetationsperiode. Arch. Gartenbau, 11, 5, 339—361.
- Zucker M., Ahrens J. F., 1958. Quantitative assay of chlorogenic acid and its pattern of distribution within tobacco leaves. Plant Physiol., 33, 4, 246—249.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
23. IX 1963

FLAVONOIDSE KOMPLEKSI KVALITATIIVSEST KOOSTISEST ERINEVATELE POOKEALUSTELE POOGITUD PLOOMIPUUDE POOGENDITE LEHTEDES

U. Margna,
bioloogiliste teaduste kandidaat

Resüme

Uuritav flavonoidide ja neile lähedase ehitusega oksükaneelhappe derivaatide kompleksi kvalitatiivset koostist 'Liivi kollase munaploomi', haralise ploomipuu, kreegipuu, laukapuu ja liivakirsipuu seemikalustele poogitud 'Liivi kollase munaploomi' lehtedes ning võrreldi sama kompleksi koostisega 'Liivi kollase munaploomi' omajuursete puude ja pookealuste lehtedes. Analüüsimaterjal koguti 1962. a. juulis Eesti Maaviljeluse Instituudi Polli filiaali Morna osakonna katseadadest. See materjal fikseeriti, kuivatati ja ekstraheeriti etanooliga. Saadud alkoholne ekstrakt lahutati pärast puhastamist ja kontsentreerimist tõusva paberkratograafilise meetodiga neljas erinevas solvendisüsteemis. Flavonoidide ja oksükaneelhappe derivaatide laikude asukohad kromatogrammidel tehti kindlaks ultravioletvalguses nii enne kui ka pärast kromatogrammide mõjutamist ammoniaagi auruudega.

Uuritav kompleks 'Liivi kollase munaploomi' omajuursete puude ning seemikute lehtedes koosnes kümnest individuaalsest ühendist. Neist kaks osutusid fluorestsentsreaktsiooni põhjal flavonoidseteks aglükoonideks, kolm — flavonoidseteks glükosiidideks, ülejäänud viis — oksükaneelhappe derivaatideks. Viimaste seast kaks andis iseloomuliku värvusreaktsiooni Hoefneri reaktiiviga, ja nende alkoholosede eluaadid — karaktersete maksimumidega neeldumisspektrid ultravioletvalguses, mis võimaldas neid esialgu identifitseerida klorogeenhappena ja ühe tema isomeerina. Täpselt samasugune oli uuritava kompleksi kvalitatiivne koostis ka kõikide pookekombinatsioonide lehtedes, hoolimata sellest, et üksikute pookealuste puhul sama kompleksi koostis nii ühendite arvu kui ka nende omaduste poolest tublisti erines poogitud sordi omast. Seega ei kutsunud pookimine ploomipuu poogendi lehtede flavonoidse kompleksi koostises esile mingisuguseid kvalitatiivseid muutusi.

Saadud tulemustest võib järeldada eelkõige seda, et antud objekti puhul pookealuste juuresüsteemist (erinevalt nikotiinirühma alkaloididest maavitsaliste pookimisel) mingeid spetsiifilisi flavonoidi tüüpi ühendite poogendisse ei migreeru, või kui see siiski toimub, on tegemist niivõrd mittespetsiifiliste ühenditega, et see poogendi lehtede flavonoidide kompleksi lõplikku koostist ei mõjuta. Et nimetatud ühendite migratsioon juurtest taime maapealsetesse osadesse on üldse vähe tõenäoline, vastavalt kaasaegsetele vaadetele flavonoidsete ühendite biosünteesi kohta, siis järeldatakse, et ploomipuu poogendi lehtede flavonoidse kompleksi koostise muutumist mingi spetsiifilise flavonoidse ühendi otsese migratsiooni tagajärjel ei saanudki toimuda. Taoliste muutuste teket ei peeta ka mingit teist tüüpi spetsiifilise ühendi otsese migratsiooni tulemusena kuigi tõenäoliseks, kuid on mõeldav, et kvalitatiivsed muutused flavonoidses kompleksis võivad tekkida kaudsel teel, olles tingitud pookealuste mõju neist iseärasustest, mis tulenevad erinevustest viimaste ainevahetuse üldises suuniluses. Nähtavasti on aga pookealuste üldine mõju siiski liiga vähe spetsiifiline oluliste kvalitatiivsete muutuste esilekutsumiseks ning sellest tulenevad nihked ainevahetusreaktsioonides võivad viia ceskätt ainult kvantitatiivsetele muutustele, mida oleme täheldanud polüfenoolide rühmas juba varem (Margna, 1962a, 1962b). Ollakse

arvamusel, et kvalitatiivsed muutused poogendi biokeemilistes omadustes tulevad ilmsiks ainult teatud konkreetsetel juhtudel (nikotiinalkaloidid) ja on eriti vähe tõenäolised puutaimede pookimisel. Lõpuks püstitatakse hüpotees, et pookealuste mõju viljapuude poogenditele ja sellest tingitud kvantitatiivsed muutused poogendi biokeemilistes omadustes ning muutused puude kasvu ja arengu iseloomus ei tulene üldiselt mingist spetsiifilisest, ainult antud pookealuse liigile või vormile omasest toimest, vaid sõltuvad teatud erinevustest, mis on seotud puutaimede juuresüsteemidele omaste üldiste füsioloogiliste funktsioonide täitmisega.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaalbioloogia Instituut

Saabus toimetusse
23. IX 1963

ON THE QUALITATIVE COMPOSITION OF THE COMPLEX OF FLAVONOID COMPOUNDS IN THE LEAVES OF THE SCIONS OF PLUM TREES GRAFTED ON DIFFERENT ROOTSTOCKS

U. Margna

Summary

The qualitative composition of the complex of flavonoids and related hydroxycinnamic acid derivatives in the leaves of the 'Liflandian Yellow Egg Plum' scion grafted on the 'Liflandian Yellow Egg Plum', myrobalan, blackthorn, damson and sand cherry seedlings has been studied as compared with that in the leaves of nongrafted 'Liflandian Yellow Egg Plum' trees and of corresponding rootstocks. The leaf samples were collected in the summer of 1962 from the grown-up trees growing in the experimental plantation of Morna (South Estonia). The fixed, dry material was extracted with boiling ethanol and the resulting ethanolic extracts were after purification and concentration plotted on chromatographic paper. The separation of the complex studied was completed by the ascending technique of one-dimensional paper chromatography, involving four different solvent systems. The spots were visualised in ultraviolet light combined with the treatment of the chromatograms with ammonia vapour.

In the leaves of the nongrafted trees as well as of the seedlings of the 'Liflandian Yellow Egg Plum' the complex under consideration consisted of at least ten individual compounds. Judging by the fluorescence of the latter, two of them could be regarded as flavonoid aglycones, three — as flavonoid glycosides, and the last five — as the derivatives of hydroxycinnamic acid. Two representatives of the latter group gave characteristic colour reactions with Hoeffner's reagent and their alcoholic eluates yielded typical ultraviolet absorption spectra peculiar to the chlorogenic acid. On the grounds of these results the two compounds were preliminarily identified as chlorogenic acid and one of its isomers respectively. In the scion leaves of all grafting combinations the composition of the complex was exactly the same in spite of the fact that concerning the number as well as the properties of individual compounds of the complex in the leaves there were sufficient differences between the rootstocks and 'Liflandian Yellow Egg Plum' variety and also between the separate rootstocks themselves. Thus, the grafting did not give rise to any qualitative changes in the flavonoid complex of the plum scion leaves.

On the grounds of the results obtained it may be concluded that, contrary to the nicotine alkaloids in the grafting experiments with *Solanaceae* plants in the present case there occurs no migration from the roots of rootstock of some specific flavonoid compounds into the scion organs. Since according to the contemporary aspects on the biosynthesis of flavonoids the ascending migration of these compounds from roots into the aboveground plant organs is on the whole hardly probable, it has been concluded that the qualitative alterations in the flavonoid complex of the plum scion leaves as a result of direct migration of some specific flavonoid compound could not take place at all. The same has also been assumed by the author concerning direct migration of some specific compounds of nonflavonoid character, but the possibility exists that the qualitative changes in the flavonoid complex might be initiated in an indirect way, conditioned by the peculiarities in the influence of different rootstocks, which arise from the differences in the general trend of their metabolism. However, the general influence of rootstocks is apparently too unspecific to give rise to significant qualitative changes in the biochemical properties of scion and the resulting divergences in the scion metabolic reactions may, first of all, lead to some quantitative changes only. That this is true was shown by our previous investigations on the quantitative content of polyphenolic com-

pounds in the plum scion leaves of different grafting combinations. The author is of the opinion that the qualitative changes in the biochemical properties of scion can really take place only rarely, in some specific case (nicotine alkaloids), and are particularly inconceivable in the grafting experiments of trees.

In the end it has been supposed that the influence of rootstocks on the scions of fruit trees and the resulting quantitative changes in the biochemical properties of scion as well as the changes in the growth and development characteristics of grafted trees are as a rule not conditioned by a strictly specific effect peculiar to the given species or variety of rootstock, but are related with some differences in the completion of these general physiological functions attributed to the root systems of arboreous plants in general.

*Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,
Institute of Experimental Biology*

Received
Sept. 23rd, 1963