

В. О. КАЗАРЯН, К. А. КАРАПЕТЯН

## О ВЛИЯНИИ ОБРЕЗКИ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ПЛОДОВЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ ПОРОД

Обрезка и формовка плодовых и декоративных растений с давних пор считаются одним из эффективных фитотехнических приемов возобновления энергичного роста и восстановления плодоношения. Целым рядом исследований установлено положительное влияние этого приема на рост [1—4], плодоношение [1, 3, 5—8], водный режим [9—12], углеводный, азотистый обмен, синтез хлорофилла, передвижение ассимилятов, суточную амплитуду синтеза органических веществ в листьях и их передачу к растущим органам [13—14] и многие другие процессы жизнедеятельности растений.

Прежде всего обрезка приводит к изменению соотношения общей массы надземных и подземных метамерных органов в пользу последних. В результате, на каждый вновь образующийся листоносный орган приходится гораздо больше всасывающих корней, которые снабжают листья минеральными веществами, корневыми метаболитами и водой. Кроме того, в зависимости от ее глубины обрезка приводит к соответственному сокращению расстояния между листьями и корнями, что способствует усилению обмена между ними и, следовательно, интенсификации почти всех процессов жизнедеятельности, в том числе и фотосинтеза.

В настоящее время мы располагаем сравнительно скудными данными о положительном влиянии обрезки на фотосинтетическую активность растений. Первые исследования касались положительного влияния рубки ухода у хвойных на фотосинтетическую активность листьев [15]. Далее было показано усиление продуктивности листьев обрезанных деревьев дуба, ясеня и сосны от 35 до 100% [11]. Аналогичные данные были получены в наших опытах [12], проведенных со старыми деревьями и кустарниками грецкого ореха, снежноплодника и свидины. При этом выяснено, что уровень фотосинтетической продуктивности в первую очередь определяется глубиной обрезки растений.

В настоящем сообщении излагаются результаты некоторых опытов, проведенных в 1961 г., по изучению влияния обрезки и формовки на фотосинтетическую деятельность листьев и дневную работу устьичного аппарата ряда плодовых и декоративных деревьев.

Определение интенсивности фотосинтеза производилось прибором И. Чатского и Б. Славика [16], причем вместо колориметрического определения рН растворов нами был использован рН—метр, типа ППП-38. Повторность определения 4—5-кратная, полученные цифровые данные—средние. Параллельно с определением интенсивности фотосинтеза регу-

лярно учитывалась температура воздуха, интенсивность солнечной радиации в люксах, влажность воздуха и степень открытости устьиц (по Молишу).

Объектами исследования служили как плодовые, так и декоративные деревья и кустарники. Опыты с плодовыми были поставлены на участке колхоза им. Жданова Кироваканского района АрмССР, а с декоративными деревьями—в Ереванском ботаническом саду АН АрмССР. Из плодовых были взяты яблоня Пармен зимний золотой и Ранет Лангсбергский, а также груша Любимица Клаппа.

Деревья подвергались комплексной обрезке в марте 1959 и 1960 гг. В ходе обрезки было произведено дифференцированное укорачивание однолетних побегов и подрезка подавленных в росте ветвей. Контрольные деревья, растущие рядом с обрезанными, характеризовались такой же мощностью и имели одинаковый возраст. Из декоративных пород были взяты ясень американский (*Fraxinus americana*) и невысокий кустарник—сумах ароматный (*Rhus aromatica*).

Деревья ясеня были примерно 17-летнего возраста. После глубокой обрезки (весной 1959 г.) у всех скелетных ветвей на высоте примерно 10—15 см от угла их отхождения массово пробуждались спящие почки, которые энергично развивались в интенсивно растущие побеги.

Сумах ароматный перед обрезкой имел высоту 1,5—1,7 м, которая глубокой обрезкой была доведена до 80—90 см. Впоследствии растения интенсивно обновлялись, образуя массу боковых, усиленно растущих побегов, отходящих главным образом от основания скелетных осей. Эти побеги отличались также по размеру листьев, которые по своей площади примерно в 1,5 раза превышали площадь листьев на удлинённых побегах. Кустам была придана шаровидная форма, поэтому скелетные оси подвергались обрезке различной степени: центральные—слабой, а периферийные—более глубокой. Все контрольные и обрезанные растения были взяты с таким расчетом, чтобы они находились рядом, в одних и тех же почвенно-климатических условиях. За день до определения интенсивности фотосинтеза все подопытные растения обильно поливались. Определение фотосинтетической активности и степени открытости просветов устьиц у подопытных растений производилось в одни и те же часы дня.

Полученные данные по интенсивности фотосинтеза у плодовых в условиях Кировакана (рис. 1) наглядно показывают, что обрезка растений оказывает существенное положительное влияние на фотосинтетическую продуктивность листьев. Наибольшая разница в энергии фотосинтеза листьев у контрольных и обрезанных деревьев отмечена для яблони сорта «Ранет Лангсбергский» (А). В полуденные часы эта разница достигает до 20 мг  $\text{CO}_2$  на  $\text{дм}^2$  листовой поверхности за час. Наименьшая

---

\* Опыты по обрезке плодовых проведены старшим научным сотрудником Института виноделия, виноградарства и плодоводства Мин. производства и заготовок АрмССР Г. С. Есаяном.

разница обнаруживается у яблони сорта Пармен зимний (Б). Несмотря на это средневневная фотосинтетическая активность обрезанных и контрольных деревьев у испытанных сортов примерно одинаковая

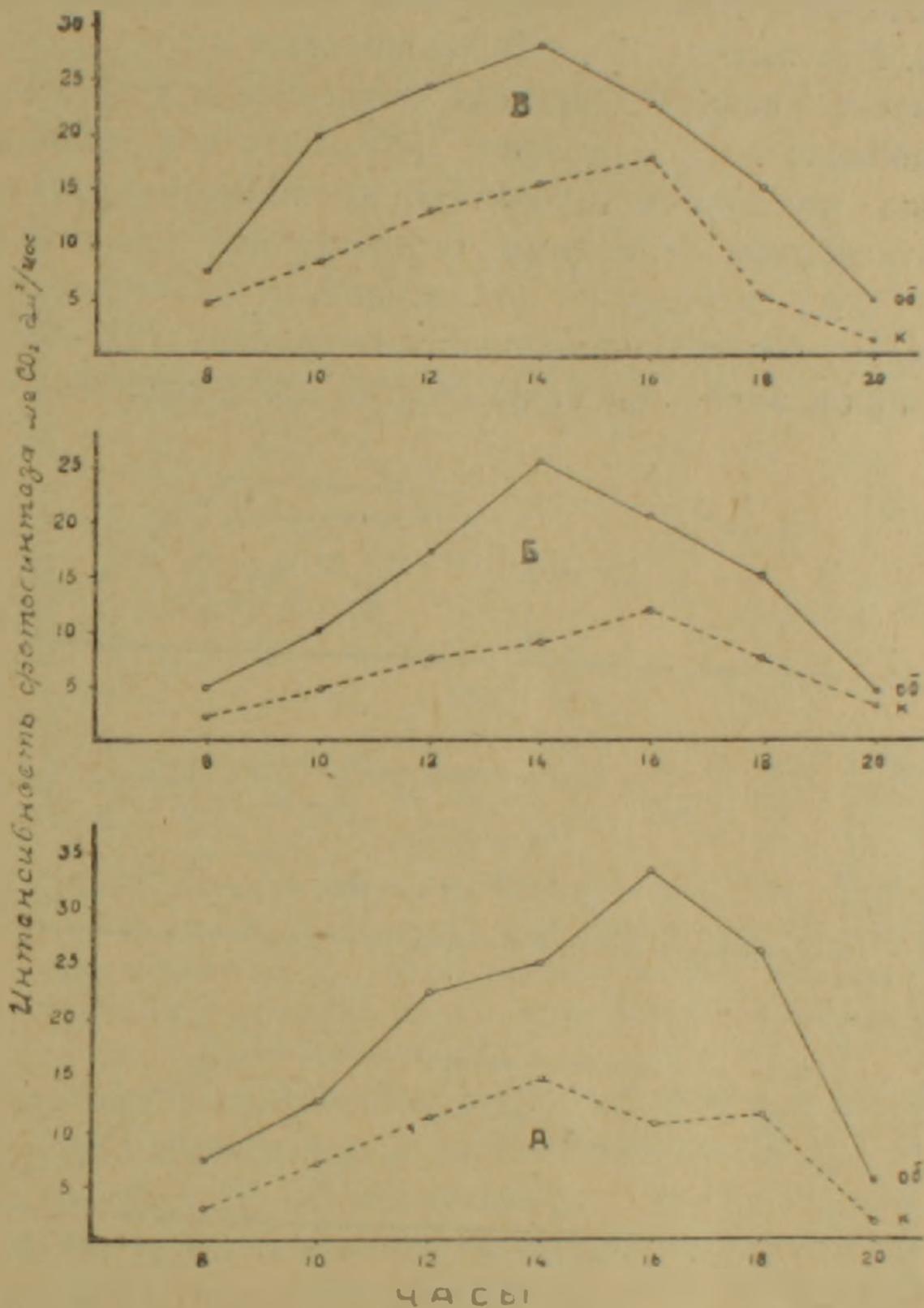


Рис. 1. Дневной ход интенсивности фотосинтеза у контрольных (К) и обрезанных (Об) деревьев яблони сорта Ранет Лангсбергский (А), Пармен зимний золотой (Б) и груша Любимица Клаппа (В), произрастающих в совхозе им. Жданова Кироваканского района АрмССР.

Средневневная фотосинтетическая активность листьев

1. Яблоня Ранет Лангсбергский	обрезанная	— 19 мг СО <sub>2</sub>	дм. <sup>2</sup> /час.
2. " "	контрольная	8,5	" "
3. " Пармен зимний золотой	обрезанная	13,3	" "
4. " "	контрольная	6,5	" "
5. Груша Любимица Клаппа	обрезанная	17,3	" "
6. " "	контрольная	8,5	" "

Наибольшая разница в фотосинтетической активности листьев у подопытных деревьев проявляется в основном после полудня, с 12 до 18 час.

Характерной чертой полученных кривых является их одновершинность. Более слабо выраженная двухвершинная кривая получена у контрольных деревьев яблони сорта Ранет Лангсбергский (А). Эти кривые как бы противоречат данным, полученным С. П. Костычевым с соотр. [17—18], А. Л. Курсановым [19] и В. Чесноковым с соотр. [20], которыми была установлена дневная депрессия фотосинтеза у многих растений. Причины подобного хода изменения фотосинтеза у яблони и груши произрастающих в условиях Кировакана, по-видимому, связаны в основном с климатическими условиями. Относительно большая влажность воздуха (63—75%), небольшая интенсивность солнечной радиации в полуденные часы, более пониженная температура (23—25°), а также обильный полив оказались благоприятными для повышения энергии фо-

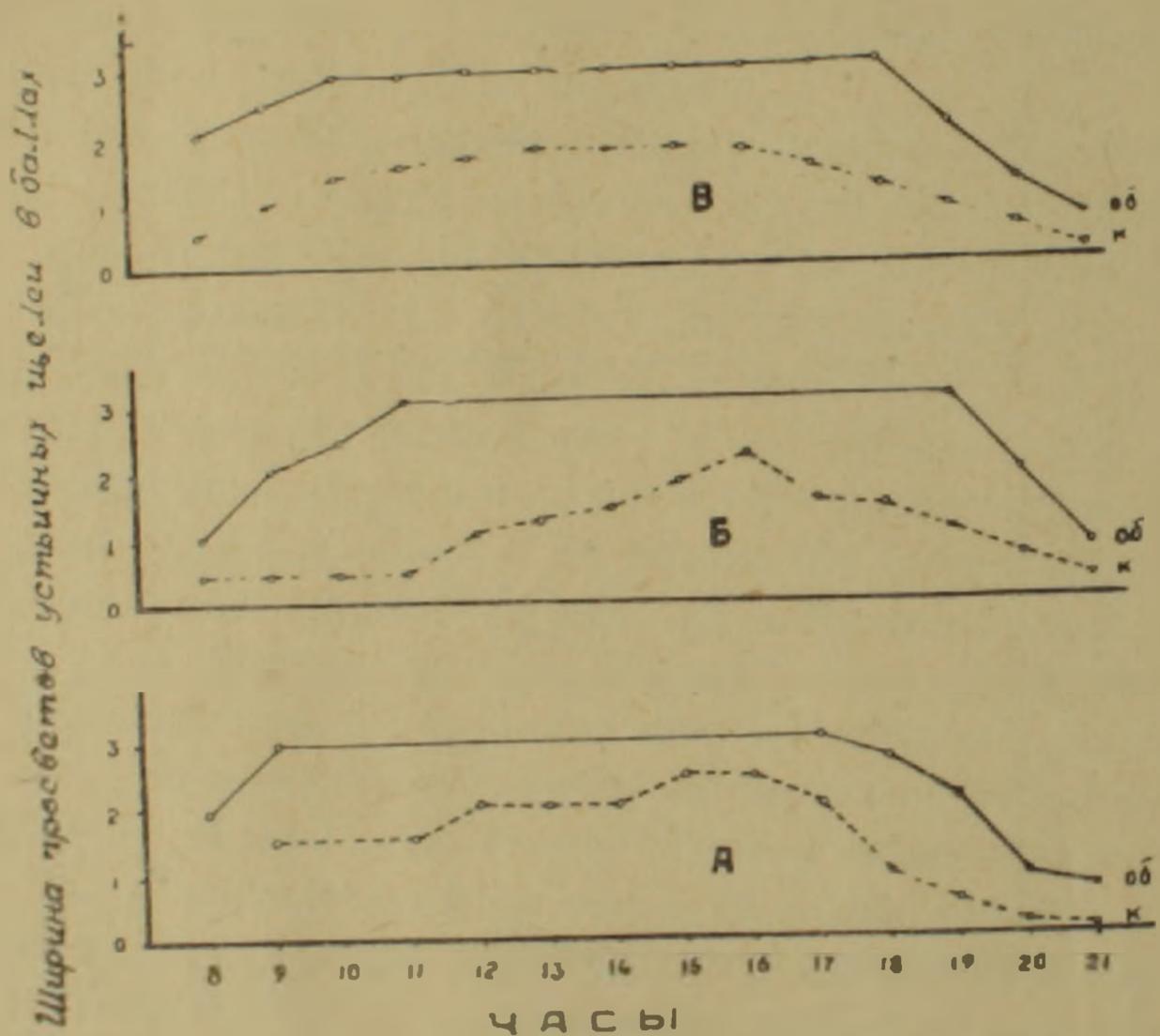


Рис. 2. Работа устьичного аппарата в течение дня у плодовых в связи с обрезкой: А — яблоня Ранет Лангсбергский, Б — яблоня Пармен зимний золотой, В — груша Любимица Клаппа.

тосинтеза. Подобное объяснение, по всей вероятности, соответствует действительности, так как в опытах, проведенных с декоративными деревьями (рис. 3), произрастающими в условиях жаркого и сухого климата (Ереванский бот. сад) были получены ярко выраженные двухвершинные кривые как у обрезанных, так и контрольных вариантов. Такое объяснение двухвершинного хода кривых дневного фотосинтеза дается и другими авторами [21—22].

Следующей характерной особенностью приведенных кривых является несовпадение наивысших их точек у обрезанных и контрольных деревьев: у первых максимальная фотосинтетическая интенсивность обнаружена в 14 час., а у контрольных в 16 час. дня. Здесь именно сказыва-

ется положительное влияние обрезки сначала на водный режим растений, а затем и на фотосинтетическую деятельность. Улучшение водного режима растений в результате их обрезки экспериментально показано нами еще ранее [12].

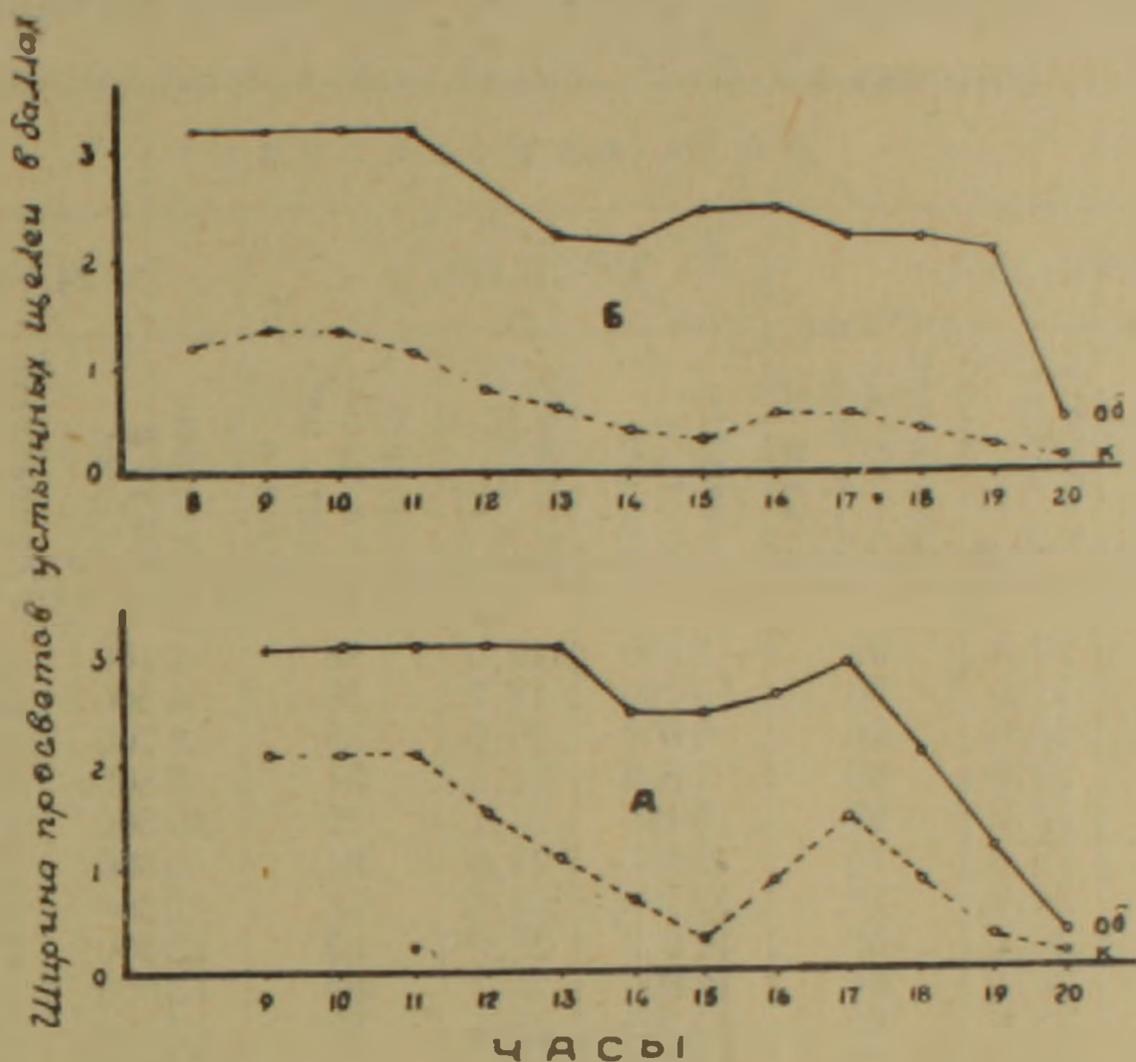


Рис. 3. Дневной ход изменения интенсивности фотосинтеза у контрольных (К) и обрезанных (Об) деревьев ясеня (А) и сумаха ароматного (Б), произрастающих в условиях Ереванского ботанического сада.

В соответствии с повышением фотосинтетической активности обрезанных растений наблюдалась и более активная работа устьичного аппарата листьев (рис. 2), выражающаяся в полной открытости устьиц, начиная с 10 час. утра до 19 час. вечера. У контрольных же деревьев устьичные просветы находились главным образом в полузакрытом состоянии.

Сравнительный анализ полученных кривых дневного хода активности фотосинтеза и работы устьичного аппарата показывает, что в данном случае между ними не наблюдается столь прямой связи, как это утверждают некоторые авторы [23—24]. Так например, хотя в 10 час. утра устьица обрезанных деревьев оказались полностью открытыми, но максимальная фотосинтетическая активность была обнаружена в более поздние часы, с 12 до 16 час. (рис. 1). Это уже показывает, что полное раскрытие устьичных просветов не всегда влечет за собой повышенный фотосинтез.

Открытость устьиц у листьев обрезанных деревьев в течение всего дня объясняется условиями внешней среды (температура, относительная влажность воздуха, интенсивность солнечной радиации). Как показывают приведенные в табл. 1 данные, в дни определения состояния устьиц

максимальная температура воздуха не превышала 25,6°C, относительная влажность воздуха была не менее 63%.

Таблица 1

Изменение освещенности, температуры и относительной влажности воздуха в дни определения фотосинтетической активности (опытный участок совхоза им. Жданова Кироваканского района)

Часы определения	Дата определения								
	18.VIII.1961 г.			22.VIII 1961 г.			24.VIII,1961 г.		
	освещенность в люксах	температура воздуха в Ц	относительная влажность воздуха в %	освещенность в люксах	температура воздуха в Ц	относительная влажность воздуха в %	освещенность в люксах	температура воздуха в Ц	относительная влажность воздуха в %
8	18 000	20,0	99	2 800	19,0	98	2 100	19,7	99
9	30 000	21,0	96	3 700	19,7	93	4 500	20,0	83
10	45 000	23,3	90	6 300	20,0	88	6 700	20,0	86
11	60 000	23,0	85	7 600	21,3	81	9 800	20,3	80
12	60 000	23,2	80	9 100	23,1	75	10 300	21,8	75
13	60 000	23,3	75	9 860	24,0	68	10 800	22,0	69
14	72 000	24,0	70	12 100	24,3	65	11 300	22,0	69
15	78 000	25,2	68	14 600	25,6	63	12 800	22,8	67
16	78 000	25,1	64	15 800	24,1	63	13 000	23,0	65
17	54 000	25,0	65	13 700	23,9	67	12 100	22,0	69
18	34 080	24,0	69	10 300	23,0	75	10 090	20,8	74
19	14 050	23,0	80	4 090	21,0	83	3 210	20,0	82
20	580	22,0	87	560	19,9	89	290	19,1	90

Последняя, несомненно, имела решающее влияние на интенсивность фотосинтеза, чем температура. Несколько иные данные были получены в опытах, проведенных с ясенем американским и сумахом ароматным, произрастающими в Ереванском ботаническом саду, где освещенность и температура значительно выше, а влажность воздуха гораздо ниже, чем в Кировакане.

У обрезанных и контрольных деревьев ясеня (рис. 3 А) разница в интенсивности фотосинтеза стала более заметной в первой половине дня (до 13 час.). Вслед за временной депрессией, имеющей место в 15 час., фотосинтез вновь усиливается, но не превышает 15 мг  $\text{CO}_2$  на  $\text{дм}^2$  листовой площади. У контрольных же деревьев максимальное поглощение углекислоты остается в пределах 7—8 мг за час.

Кривые же работы устьиц обрезанных и контрольных экземпляров этого растения (рис. 4 А) значительно отличаются от кривых дневного хода фотосинтетической активности. Если для фотосинтеза характерны ярко выраженные двухвершинные кривые, то этого уже нельзя сказать в отношении движения устьичных клеток. Подобную же тенденцию в отношении колебания как активности фотосинтеза в течение дня (рис. 3 Б), так и величины устьичных просветов (рис. 4 Б) мы замечаем у сумаха ароматного. Понижение относительной влажности и повышение температуры воздуха в полуденные часы влечет за собой усиление

водного дефицита этих растений, что вызывает изменение в активности фотосинтеза. В день измерения интенсивности фотосинтеза температура воздуха в 14 час. равнялась 29°C, а относительная влажность—38%.

Более наглядную разницу в водном режиме листьев обрезанных и контрольных растений сумаха ароматного и ясеня американского показывают данные табл. 2. Как видим, суточная динамика изменения содер-

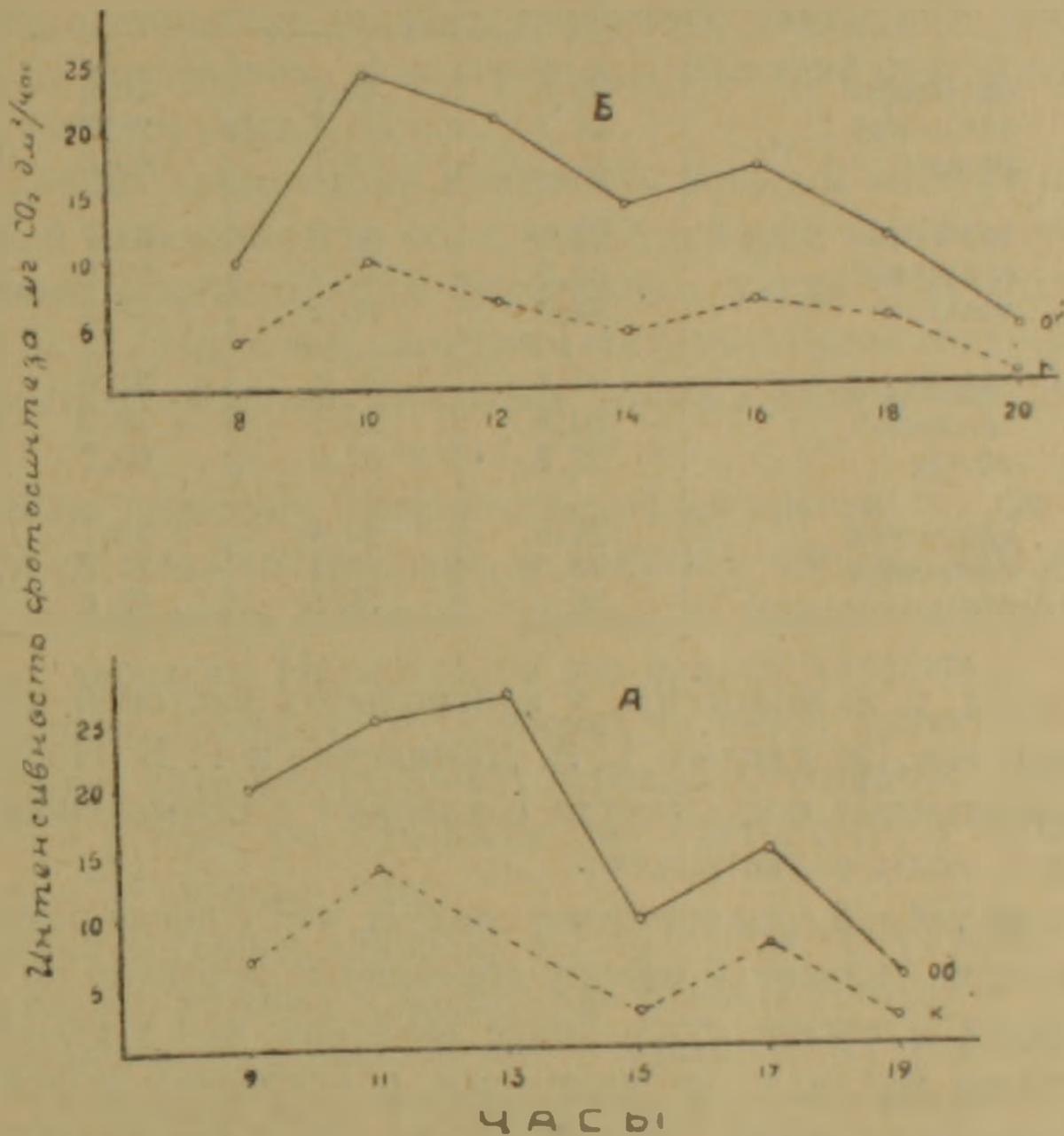


Рис. 4. Работа устьичного аппарата в течение дня у декоративных растений в связи с обрезкой: А — ясень американский, Б — сумах ароматный.

жания связанной и свободной воды значительно отличается у контрольных и обрезанных деревьев. Во все часы взятия проб содержание связанной воды в листьях контрольных растений преобладает над свободной водой, в то время, как у обрезанных деревьев имеет место обратная картина. Наличие большого количества свободной воды является прямым показателем транспирационной активности листьев, тогда как прирост связанной—подавления транспирации. Количественное изменение связанной и свободной воды в пользу первой, как известно, обусловлено главным образом, почвенной засухой [25—27].

В нашем опыте подобное изменение количественного соотношения указанных форм воды при одинаковой почвенной влажности следует рассматривать как результат неодинаковой напряженности водного режима подопытных деревьев. Более слабо выраженная напряженность водообмена у обрезанных растений обусловлена относительно меньшей листовой поверхностью при сохранении общей сосущей массы корней. В таких обстоятельствах повышается как общая жизнедеятельность, так

Таблица 2

Содержание свободной и связанной воды в листьях контрольных и обрезанных деревьев в %

Часы взятия проб	Форма воды	Сумах ароматный		Ясень американский	
		контрольных	обрезанных	контрольных	обрезанных
4	свободная	25,5	46,0	40,8	62,0
	связанная	31,8	14,7	28,2	15,8
	общая	51,3	60,7	69,0	67,0
10	свободная	23,6	42,5	39,7	52,6
	связанная	31,2	15,7	27,6	22,7
	общая	54,8	58,2	67,3	75,3
16	свободная	21,4	41,1	37,0	49,5
	связанная	30,8	15,9	28,2	22,0
	общая	52,2	57,0	65,2	71,5
22	свободная	24,6	43,4	40,7	58,0
	связанная	31,6	16,1	27,2	18,6
	общая	56,2	59,5	60,0	76,6

и энергия роста, в то время как у контрольных растений наблюдается обратная картина. По данным Т. В. Демиденко и Г. В. Поруцкого [28], периоды прекращения роста всегда совпадают с повышением содержания связанной воды в растениях.

Из данных табл. 2 одновременно следует, что у ясеня американского убыль количества связанной воды у обрезанных деревьев по сравнению с контрольными в течение суток более заметная, чем у сумаха ароматного. Указанное различие, по-видимому, обусловлено более глубоким влиянием обрезки на ясень. Следует учесть, что у последнего были удалены все скелетные ветви, а у сумаха только верхние половины скелетных осей.

Полученные данные по изменению водного режима листьев в связи с их обрезкой, в сущности не только дополняют данные по фотосинтезу, но и объясняют причины повышения фотосинтетической активности листьев обрезанных экземпляров. В данном случае, одной из основных причин усиления фотосинтетической активности является улучшение водного режима листьев обрезанных растений.

Сравнение кривых дневного хода поглощения углекислого газа растениями ясеня американского и сумаха ароматного уже показывает, что общая фотосинтетическая активность ясеня выше, чем у сумаха. У обрезанных ясеней среднедневная фотосинтетическая активность в 2,3 раза выше контрольных деревьев, а у сумаха—2,5 раза.

К аналогичному заключению приводит и сравнение кривых работы устьичного аппарата. У контрольного куста сумаха устьица в течение второй половины дня были почти закрыты, более активная деятельность устьиц наблюдалась у ясеня.

Результаты изложенных выше данных приводят нас к следующим основным выводам.

1. Комплексная обрезка плодовых вызывает значительное повышение фотосинтетической активности. Среднедневная активность фотосинтеза у подопытных деревьев, по сравнению с контрольными, повышается в 2 раза.

2. Обрезка приводит также к смещению наивысшей точки кривых дневного хода фотосинтеза: у контрольных растений она приурочивается к 16 час., а у обрезанных к 14 час.

3. В условиях повышенной влажности почвы и воздуха при сравнительно низкой интенсивности солнечной радиации и пониженной температуре кривые дневного хода фотосинтеза характеризуются одновершинностью. В условиях жаркого климата с почвенно-воздушной засухой и интенсивным освещением указанные кривые отличаются двухвершинностью.

4. Подобно дневному ходу изменения интенсивности фотосинтеза в зависимости от влажности почвы и воздуха, температуры и интенсивности света изменяется и ширина устьичных просветов у обрезанных и контрольных деревьев. Несмотря на это прямой зависимости между работой устьичного аппарата и фотосинтетической активностью листьев не наблюдается. Хотя у обрезанных деревьев устьичные щели полностью раскрываются с утра, но максимум фотосинтетической активности обнаруживается в дневные часы.

5. Обрезка деревьев приводит к существенному ослаблению напряженности водного режима. Содержание связанной воды в листьях обрезанных деревьев всегда меньше, чем у контрольных. Наличие большого количества свободной воды у обрезанных деревьев является наглядным показателем их транспирационной активности.

Ботанический институт  
АН АрмССР

Поступило 20.III 1964 г

Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Կ. Հ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՊՏՂԱՏՈՒ ԵՎ ԴԵԿՈՐԱՏԻՎ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖՈՏՈՍԻՆԵՏԻԿ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ  
ՎՐԱ ԿՏՐՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԽԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Պատշաճորեն և դեկորատիվ բույսերի կտրումը և խուզումը վաղուց համարվում են ինտենսիվ աճի ու պտղակալման վերականգնման էֆեկտիվ ֆիտոտեխնիկական եղանակներից մեկը: Մի շարք աշխատություններով ցույց է տրված, որ այդ միջոցառումը ազդում է աճման, պտղակալման, ջրային ռեժիմի, ածխաջրատոների ու ազոտական նյութերի փոխանակության, բլրոֆիլի սինթեզի, ասիմիլյատների շարժման և այլ ֆիզիոլոգիական ու բիոքիմիական ցուցանիշների վրա:

Ծառերի կտրումը ամենից առաջ փոխում է ճյուղերի և արմատների ընդհանուր զանգվածի հարաբերակցությունը: Իրա շնորհիվ յուրաքանչյուր տերևին ընկնում են ավելի շատ ծծող արմատներ, որով և լավանում է տերևի մատակարարումը ջրով, հանքային նյութերով ու արմատային մետաբոլիտներով: Մյուս կողմից՝ կտրման հետևանքով կրճատվում է արմատների ու տերևների միջև ընկած տարածությունը, որը ղգալի շափով նստատում է նրանց միջև տեղի ունեցող նյութափոխանակության ուժեղացմանը, այդ եղանակով էլ՝ ֆոտոսինթեզի ինտենսիվացմանը:

Ֆոտոսինթեզի վրա կտրման ազդեցության մասին մենք այժմ քիչ տրվյալներ ունենք: Առաջին անգամ այդ կապը ուսումնասիրել է Կոսսովիչը՝ անտառային տեսակների հատումների ժամանակ: Ցույց է տրվել, որ խնամքի հատումների շնորհիվ ղգալի շափով ավելանում է ֆոտոսինթեզը: Այնուհետև մեր դրած փորձերով պարզված է, որ ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության փոփոխությունը կախված է կտրման աստիճանից: Ծյուղերի խորը կտրման դեպքում ֆոտոսինթեզը ավելի մեծ շափով է ուժեղանում, քան մակերեսայինի դեպքում:

Մեր այս ուսումնասիրությունների ժամանակ փորձերը դրվել են պտղատու կուլտուրաներից խնձորենու և տանձենու, իսկ դեկորատիվ ծառերից՝ ամերիկյան հացենու և հոտավետ սմախի թփի վրա: Նշված օբյեկտները նախորդ տարվա վաղ գարնանը ենթարկվել են կտրման, հեռացնելով առանցքային ճյուղերի գագաթները, շոր, ինչպես և թույլ աճ ունեցող ճյուղերը: Հաջորդ տարվա օգոստոս ամսին կատարվել են ֆոտոսինթեզի ակտիվության որոշումները նույն յարուսի կոնտրոլ ու կտրված ծառերի տերևների մոտ, Չատսկու և Սլավիկի գործիքի օգնությամբ:

Բացի դրանից, ղուգահեռաբար որոշվել է և հերձանցքների աշխատանքը Մուխի մեթոդով, միաժամանակ գրանցելով օդերևութաբանական տվյալները, ինչպես և բնական լույսի ինտենսիվությունը՝ լյուքսմետրի օգնությամբ:

Ստացված արդյունքները ճիշտ բացատրելու համար որոշվել են նույն բույսերի տերևներում կապված, ազատ և ընդհանուր ջրի քանակները: Տվյալներն արտահայտվել են կորագծերի ձևով, որոնք ցույց են տալիս ուսումնասիրված ցուցանիշների փոփոխությունն օրվա ընթացքում:

Կատարված բոլոր ուսումնասիրությունները հեղինակներին բերել են հետևյալ հիմնական եզրակացություններին.

1. Ծառերի կոմպլեքսային կտրումը ղգալի շափով բարձրացնում է նրանց ֆոտոսինթետիկ արդյունավետությունը: Օրվա ֆոտոսինթեզի միջին ակտիվությունը կտրված ծառերի մոտ երկու անգամ ավելի է կոնտրոլ բույսերի համեմատությամբ: Իրա հետ միասին կոնտրոլ բույսերի ֆոտոսինթեզի մաքսիմումը համընկնում է ժամի 16-ին, իսկ կտրված ծառերինը՝ 14-ին:

2. Հողի ու օդի բարձր խոնավության և լույսի համեմատաբար թույլ ինտենսիվության պայմաններում ֆոտոսինթեզն ընթանում է միազագաթ կորագծով, իսկ սաք կլիմայի, հողի, օդի շարժության և բարձր լույսի ինտենսիվության պայմաններում երկզագաթ կորագծով:

3. Վերը նշված պայմաններն ղգալի շափով ազդում են նաև հերձանցքների աշխատանքի վրա, սակայն չի հայտնաբերվում ուղղակի կապ հերձանցքների աշխատանքի ու ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության միջև: Կտրված ծառերի մոտ

հերձանցքային ճեղքերը բացվում են սկսած առավոտյան ժամերից, իսկ ֆոտոսինթեզի մաքսիմումը հայտնաբերվում է կեսօրին:

4. Կտրումն ղգալի շափով մեղմացնում է բույսերի ջրային ռեժիմի լարվածությունը: Կտրված ծառերի մոտ միշտ կապված ջրի պարունակությունը քիչ է, դրա փոխարեն շատ է ազատ ջրի քանակը: Այս հանդամանքը ապացույց է կտրված ծառերի բարձր տրանսպիրացիոն ակտիվության:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Полугаевская А. А. Журн. Сад и огород, 1, 1951.
2. Качарава П. М. Изв. АН АрмССР (биол. и с.-х. науки), 8, 1, 1955.
3. Казарян В. О. и Есаян Г. С. Изв. АН АрмССР (биол. науки), 14, 2, 1961.
4. Карпов Г. К. Тр. Центр. генетич. лабор. им. В. И. Мичурина, 4, 1957.
5. Вербовый К. А. Сб. научн. работ Укр. н. иссл. ин-та садоводства, 34, 1959.
6. Сапожников И. А. Журн. Сад и огород, 1, 1951.
7. Шпиллер Е. Е. Журн. Сад и огород, 5, 1947.
8. Казарян В. О. и Есаян Г. С. ДАН АрмССР, 30, 5, 1960.
9. Chandler W. H., Orchardist N. Zoland 24 (4), 1952.
10. Коломиец И. А. Журн. Сад и огород, 12, 1957.
11. Изюминский П. П. Запись Харьк. с.-х. ин-та, 10, 1955.
12. Казарян В. О. Физиологические основы онтогенеза растений. Изд. АН АрмССР, 1959.
13. Казарян В. О., Авунджян Э. С. и Карапетян К. А. ДАН АрмССР, 26, 3, 1958.
14. Kazarjan V. O. Biol. Plantarum, 4 (4), 1962.
15. Коссович Н. Л. Лесн. х-во и лесозэксплуатация, 10, 1936.
16. Чатский И. и Славик Б. Biol. Plantarum, 2 (2), 1960.
17. Костычев С. П., Чесноков В., Базырина К. Изв. АН СССР, 6, 1930.
18. Костычев С. П., Берг В. А. Изв. АН СССР, 6, 1930.
19. Курсанов А. Л. Planta, 20, 1933.
20. Чесноков В., Базырина К. Тр. Биол. ин-та, Петергоф, 9, 1932.
21. Harder R. Planta, 11, 1930.
22. Schoder A. Sahr. Wiss. Bot., 76, 1932.
23. Geiger M. Sahr. Wiss. Bot., 67, 1936.
24. Stalfelt M. Planta, 23, 1935.
25. Алексеев А. М. Водный режим растений и влияние на него засухи. Казань, 1948.
26. Васильева И. Г. Сб. биолог. основы орошаемого земледелия, Изд. АН СССР, 1957.
27. Петинов И. С. Физиология орошаемой пшеницы. Изд. АН СССР, 1959.
28. Демиденко Т. Ф., Поруцкий Г. В. ДАН СССР, 90, 6, 1953.