

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

БЮЛЛЕТЕНЬ
ГЛАВНОГО
БОТАНИЧЕСКОГО
САДА

Выпуск 46



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА

1962

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ответственный редактор академик *Н. В. Цицин*

Члены редколлегии: член-корреспондент АН СССР *П. А. Баранов*

А. В. Благовещенский, Р. Н. Былов, В. Ф. Вервиллов,

М. В. Культясов, П. И. Лапин (зам. отв. редактора),

Г. С. Оголевец (отв. секретарь), *К. Т. Суворуков,*

Е. С. Черкасский

- Тимофеев В. П. 1956. Восстановление хвойных лесов Подмосквья.— Лесное хозяйство, № 11.
- Труды научно-технической комиссии по обследованию московских городских парков культуры и отдыха. 1949. М. Рукопись.
- Bredemann G. 1933. Untersuchungen zur Diagnose von Rauchschäden.— Mitteilungen der deutschen dendrolog. Gesellschaft, N 45.
- Cristiani H. et Gautier R. 1925. Emanations fluorées des usines. Etude expérimentale de l'action du fluor sur les végétaux. Annales d'hygiène publique industrielle et sociale. N. S. 3.
- Holmes J. A., Franclin E. C. and Gould R. A. 1915. Report of the Selby Smelter Commission. Dpt. of the Interior. Bureau of Mines Bull., N 98. Washington.
- Koritz H. G. and Went F. W. 1953. Physiological Action of Smog on plants: I. Initial Growth and Transpiration Studies.— Plant Physiol., N 28.
- Lent H. 1959. Problems of air Pollution in Germany.— J. of the Institute of Fuel., X, vol. 32, N 225.
- Pelz E. 1959. Rauchschadendiagnose. Arch. Forstwesen, Bd. 8, Hft. 8.
- Zimmerman P. W. and Hitchcock, A. E. 1956. Susceptibility of Plants to Hydrofluoric Acid and Sulfur Dioxide Gases. Contrib. Boyce Thompson Inst. N 18.

Центральный ботанический сад
Академии наук Белорусской ССР
Минск

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В. С. Вакула

Значение хлорофилла в жизни растений, по-видимому, не исчерпывается тем, что он является главнейшей составной частью фотосинтетического аппарата.

Установлено, что хлорофилл принимает участие в регенерации ткани при прививках (Цицин, 1940; Мойсеева, 1945) и в формообразовательных процессах (Радченко, 1950, Радченко, Яковлева, 1961). Существует также определенная связь между его накоплением и развитием растений (Зайцева, 1940; Судник, 1959). Гюббенет (1950, 1951) рассматривает хлорофилл и продукты его распада как запасные вещества, временно локализованные в паренхиме листа. В большинстве случаев хлорофилл в листьях растений находится в некотором избытке, т. е. выше того количества, которое необходимо для осуществления максимальной интенсивности ассимиляции (Максимов, 1958; Шульгин, Клепшин, 1959).

Изучение динамики накопления хлорофилла в онтогенезе декоративных форм растений, ценных своей окраской листьев (золотистоллистных, краснолистных, пестролистных), представляет большой интерес, так как окраска листьев зависит от соотношения пигментов в тканях листа (Любименко, Бриллиант, 1924; Рабинович, 1951). Изучение пигментной системы по фазам развития растений позволит выявить оптимальные условия светового режима, при которых лучше всего проявляются декоративные качества садовых форм растений с красиво окрашенной листвой. Опубликованные сведения о сезонной динамике накопления хлорофилла касаются главным образом отдельных пород и групп древесных растений (Годнеу, Каржанеуцкий, 1930; Годнев, Судник, 1959; Судник, 1959; Нестерович. Маргайлик, 1961, Бібікаў, 1961).

По некоторым декоративным формам растений опубликованы данные о пигментной системе и связанных с ней физиологических процессах (Willstätter u. Stoll, 1918; Любименко, Бриллиант, 1924), однако сведения о сезонной динамике накопления хлорофилла для этих растений отсутствуют.

Мы ставили своей задачей путем анализа динамики накопления хлорофилла за вегетационный период выявить различия в содержании хлорофилла у листовенно-декоративных форм древесных и кустарниковых растений и исходных зеленолистных видов, а также изучить количественное распределение хлорофилла по основным фазам роста и развития у исследуемых растений. Работа выполнена в Центральном ботаническом саду АН Белорусской ССР под руководством Н. В. Смольского. Содержание хлорофилла изучалось с начальных фаз развития листьев и до начала листопада.

У исследуемых растений, растущих в равных условиях освещенности, в одно и то же время бралось по десяти световых листьев в трехкратной повторности примерно через равные промежутки времени с учетом фенологических фаз развития.

Количественное определение хлорофилла проводилось по методу Т. Н. Годнева (1952). Измерение величины погашения ацетоновой вытяжки осуществлялось фотоэлектроколориметром ФЭК-М при красном светофильтре. Содержание хлорофилла вычислялось в мг% на свежий вес

листьев по формуле: $\frac{n \cdot v \cdot 100}{1000 \cdot A}$, где n — количество хлорофилла в мг/л раствора, найденное по таблице погашения; v — окончательный объем вытяжки после разбавления; A — взятая навеска.

Опыты показали, что ход накопления хлорофилла в течение вегетационного периода проявляется с определенной специфичностью для каждой группы растений.

Так, у декоративных форм чубушника обыкновенного (*Philadelphus pallidus*) и спиреи калинолистной (*Spiraea opulifolia*) содержание хлорофилла на протяжении всего вегетационного периода значительно ниже (до 5,2 раза), чем у соответствующих зеленолистных (исходных) видов. Это соотношение с небольшими отклонениями сохранялось от начала формирования листьев до их старения и опадения. Теневыносливые растения, находившиеся в одинаковых условиях освещенности, содержат больше хлорофилла, чем светолюбивые растения (Любименко, 1908). Исходя из этого можно предположить, что золотистостлистные формы значительно светолюбивее типичных.

Между краснолиственными формами и их исходными видами нет резкого различия по содержанию хлорофилла, как это наблюдалось у золотистостлистных растений. Большое количество антоциана краснолистных форм растений маскирует хлорофилл, в то время как его содержание, например у краснолистных форм алычи (*Prunus divaricata*) и барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris*), остается примерно равным содержанию хлорофилла у зеленолистных видов. Интересно, что у голубоухвойной формы ели колючей, присущий ей голубоватый восковой налет создает зрительное впечатление меньшего содержания хлорофилла по сравнению с исходным видом. Однако в действительности голубая форма ели колючей содержит больше хлорофилла. По-видимому, отношение к свету как тех, так и других растений характеризуется примерно равными потребностями. Однако это заключение не может быть окончательным, поскольку резкого различия в содержании хлорофилла у краснолистных и зеленолистных видов не обнаружено. Необходимо уточнить соотношение компонентов хлорофилла a и хлорофилла b , так как существуют сведения, что растения,

приспособленные к тому или иному световому режиму, различаются и по величине этого соотношения (Seybold u. Egle, 1937).

Пестролистные растения содержат меньшее количество хлорофилла, чем исходные виды, поскольку на отдельных участках листьев таких растений хлорофилл отсутствует. Меньшее накопление хлорофилла у пестролистных растений зависит не только от внешних условий, но и от внутренних факторов (Любименко, 1916).

Степень пестролистности, определяющая декоративность растения, должна сочетаться с высокой выносливостью растения. Пестролистная форма свидины белой, как показывают данные таблицы, наилучшим образом отвечает этому требованию: ее листья, хотя и содержат несколько меньше хлорофилла, чем листья зеленолистной формы, но все же его количество остается довольно высоким на протяжении всего вегетационного периода.

Кроме растений, перечисленных в таблице, аналогичные результаты были получены при изучении накопления хлорофилла у кленов остролистного и ясенелистного серебристо-пестрого, бузины черной бело-пестрой и бузины черной золотистолистной.

Полученные данные по содержанию хлорофилла у декоративных форм растений показывают, что требования к свету различных лиственно-декоративных кустарников не всегда соответствуют требованию исходного вида. Особенно это касается золотистолистных форм растений и их исходных видов.

Перенесение световых характеристик исходных видов на декоративные формы без учета биологических особенностей, в данном случае генотипической приспособленности к определенному режиму света, может привести к ошибкам в агротехнике этих растений, что скажется на их декоративных качествах, например потере золотистой окраски листьев.

Что касается динамики накопления хлорофилла в течение вегетационного периода по фазам вегетации, то она была различной как для растений, принадлежащих к разным группам (золотистолистные, краснолистные и т. д.), так и для растений в пределах группы (рис.).

Как правило, накопление хлорофилла характеризуется восходящей кривой. Максимум в накоплении хлорофилла наблюдается в период окончания роста листьев или несколько позже. Ростовые процессы к этому времени в основном заканчиваются или характеризуются слабой интенсивностью. У подавляющего большинства исследованных растений этот период приходится на вторую половину лета. Однако в отдельных случаях динамика накопления хлорофилла несколько нарушается, и кривая становится двухвершинной. Например, у свидины белой серебристо-пестрой и спиреи калинолистной золотистолистной (см. рис.) в период формирования плодов и интенсивного роста побегов наблюдалось снижение содержания хлорофилла с некоторым подъемом его ко времени созревания плодов и завершения ростовых процессов. У алычи и ее краснолистной формы, цветших, но не плодоносящих, динамика накопления хлорофилла идет более плавно. У ели колючей и ее голубохвойной формы, не достигших репродуктивной фазы развития, график хлорофиллонакопления характеризуется плавностью и одновершинностью с максимумом содержания хлорофилла в начале сентября.

Отмечаемое снижение количества хлорофилла в период плодообразования, а также некоторый подъем в его содержании после созревания плодов являются лишь внешним проявлением внутренних процессов, главным образом направленности и характера обмена веществ.

Так как то или иное содержание хлорофилла в конечном итоге зависит от баланса двух противоположных процессов — синтеза и распада хлоро-

Изменение количества хлорофилла в свежих листьях (в мг %) в течение вегетационного периода у различных форм растений

Вид. форма	14. V	23. V	2. VI	15. VI	27. VI	15. VII	27. VII	16. VIII	2. IX	15. IX	28. IX	Среднее за вегетацию	Содержание хлорофилла (в %) от сырого веса вещества листьев в период максимального его накопления
<i>Philadelphus pallidus</i> f. <i>aurea</i> Rehd.	32,1	41,5	47,7	31,4	22,0	29,5	42,0	41,1	35,4	33,1	25,0	34,6	0,05
<i>Ph. pallidus</i> Hayek	146,8	190,9	249,0	212,9	140,0	131,3	152,5	150,4	146,9	130,1	112,5	160,3	0,25
<i>Spiraea opulifolia</i> f. <i>lutea</i> Zab.	30,8	36,3	45,6	41,2	38,1	44,3	53,5	50,1	45,0	42,4	25,0	41,1	0,05
<i>S. opulifolia</i> L.	120,4	164,6	210,5	200,2	190,0	210,6	248,0	231,5	167,0	151,2	121,0	183,2	0,25
<i>Prunus divaricata</i> f. <i>atropurpurea</i> Jaeg.	68,3	162,6	207,0	198,2	180,0	210,8	248,2	238,3	225,7	201,2	167,0	191,5	0,25
<i>P. divaricata</i> Led.	56,8	106,4	194,0	268,0	252,2	241,3	262,9	282,2	270,2	260,4	235,6	220,9	0,28
<i>Berberis vulgaris</i> f. <i>atropurpurea</i> Rgl.	71,2	129,0	146,5	165,8	221,2	210,5	131,0	145,6	160,0	130,3	82,6	144,8	0,22
<i>B. vulgaris</i> L.	86,4	150,6	140,0	159,6	214,3	210,1	134,0	136,8	140,6	118,5	71,4	142,0	0,21
<i>Thelycrania alba</i> f. <i>argenteo-marginata</i> Pojark.	125,2	176,2	249,6	225,8	201,1	221,7	238,0	231,1	205,2	185,4	126,5	198,7	0,25
<i>T. alba</i> (L.) Pojark.	175,9	247,7	260,0	241,6	210,2	248,3	258,6	240,5	215,0	179,7	140,0	219,8	0,26
<i>Picea pungens</i> f. <i>glauca</i> Rgl.	—	—	38,0	44,7	57,0	85,4	126,0	133,7	144,0	131,8	100,0	95,5	0,14
<i>P. pungens</i> Engelm.	—	—	17,0	31,4	53,5	69,8	98,2	99,3	100,0	87,1	72,0	69,8	0,10

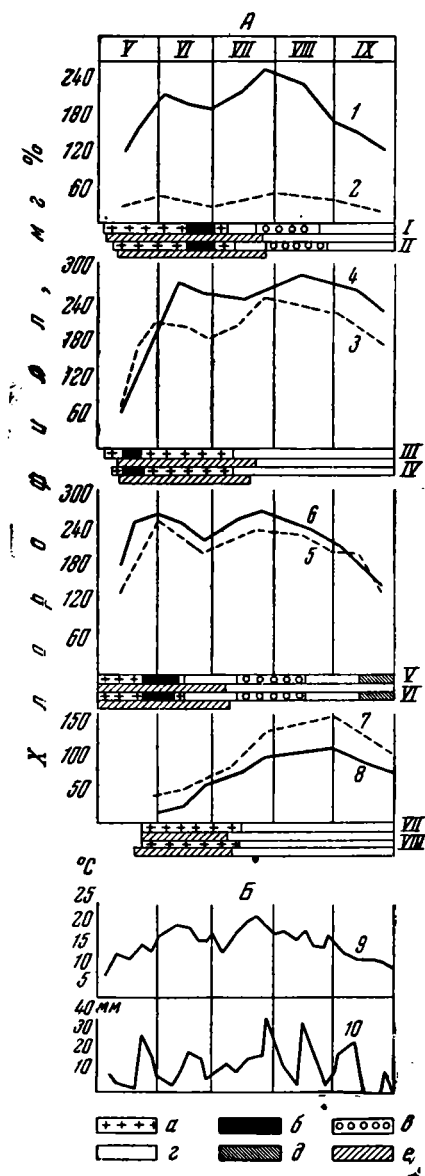


Рис. Сезонная динамика накопления хлорофилла в листьях декоративных форм и их исходных видов

А — накопление хлорофилла: 1 — *Spiraea opulifolia* f. *lutea* (I — ее феноспектр); 2 — *S. opulifolia* (II — ее феноспектр); 3 — *Prunus divaricata* f. *atropurpurea* (III — ее феноспектр); 4 — *P. divaricata* (IV — ее феноспектр); 5 — *Thelycrania alba* f. *argenteo-marginata* (V — ее феноспектр); 6 — *Th. alba* (VI — ее феноспектр); 7 — *Picea pungens* f. *glauca* (VII — ее феноспектр); 8 — *P. pungens* (VIII — ее феноспектр). Б — метеорологические условия вегетационного периода: 9 — температура воздуха; 10 — осадки. Обозначения феноспектров: а — рост и формирование листьев; б — цветение; в — созревание плодов; г — облиственный состояние; д — листопад; е — рост побегов и формирование новых почек

филла, а экспериментально установлено, что образование хлорофилла происходит не в акте фотосинтеза, а в результате обычного метаболизма продуктов ассимиляции (Шлык и др., 1960), то снижение количества хлорофилла в период формирования плодов и интенсивных ростовых процессов связано, по-видимому, с усиленным потреблением питательных веществ на эти процессы, что задерживает образование хлорофилла. На это указывает и некоторый подъем в содержании хлорофилла, наблюдаемый после созревания плодов и снижения ростовой активности. Об этом же свидетельствует плавный ход накопления хлорофилла у ели колючей и ее голубо-хвойной формы. Так как она не достигла генеративной фазы развития, поступление питательных веществ, вероятно, полностью обеспечивало как процесс хлорофиллообразования, так и ростовые процессы.

Наконец, замечается явная связь хода накопления хлорофилла с сезонной динамикой температуры воздуха и осадков. Максимум содержания хлорофилла приурочен к максимуму температуры и осадков и примерно к одним и тем же календарным срокам. Однако снижение содержания хлорофилла задолго до понижения температуры, колебания в ходе накопления хлорофилла на определенных фенофазах растений показывает, что этот процесс зависит не только от внешних факторов, но и от других физиологических процессов, протекающих у растений. Большую роль в этом играет направленность обмена веществ и его характер.

ВЫВОДЫ

1. Золотистолистные формы древесных растений на протяжении всего вегетационного периода содержат значительно меньшее количество хлорофилла, чем соответствующие зеленолистные (исходные) виды. Это указывает на различную экологическую приуроченность очень близких в систематическом отношении групп растений и позволяет рассматривать золотистолистные формы как более светолюбивые растения.

2. Накопление хлорофилла у краснолистных форм растений близко, а в отдельных случаях даже превышает накопление хлорофилла у зеленолистных видов. Судя по общему содержанию хлорофилла, те и другие одинаково светолюбивы. То же можно сказать о ели колючей и ее голубохвойной форме.

3. Пестролистные формы свидины белой и бузины черной содержат меньше хлорофилла, чем соответствующие исходные виды. Однако это различие в содержании хлорофилла существенно не сказывается на росте и развитии этих растений.

4. Сезонный ход накопления хлорофилла, соответствуя в известной степени факторам внешней среды, вместе с тем тесно связан с отдельными фазами развития растений в онтогенезе.

ЛИТЕРАТУРА

- Бібікаў Ю. А. 1961. Сезонная дынаміка накаплення хларафілу ў некаторых дрэвавых ліан і іх рост і развіццё пры розным асвятленні.— Весті АН БССР, сер. біял. навук, № 1.
- Годнев Т. Н. 1952. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск.
- Годнеў Ц. М., Каржанеўскі С. К. 1939. Да пытання аб дынаміцы фармавання хларафілу і яго спадарожнікаў ў часе развіцця лісьця *Tilia cordata*.— Працы Горэцк. навук. таварыства, т. 7.
- Годнев Т. Н., Судник Н. С. 1959. Световой режим семян плодов растений и образование компонентов хлорофилла. В сб.: «Вопросы физиологии растений и микробиологии». Минск.
- Гюббенет Е. Р. 1950. О роли хлорофилла в онтогенезе растений.— Изв. Акад. пед. наук РСФСР, вып. 29.
- Гюббенет Е. Р. 1951. Растение и хлорофилл. М.— Л.
- Зайцева А. А. 1940. О зависимости между накоплением хлорофилла и развитием растения.— Докл. АН СССР, т. 27, № 8.
- Любименко В. Н. 1908. Влияние света различной напряженности на накопление сухого вещества и хлорофилла у светолюбивых и теневыносливых растений.— Труды по лесному опытному делу в России, вып. 13.
- Любименко В. Н. 1916. О превращении пигментов пластид в живой ткани растения.— Записки Академии наук, серия VIII, т. 33.
- Любименко В. Н., Бриллиант В. А. 1924. Окраска растений. Л.
- Максимов Н. А. 1958. Краткий курс физиологии растений. М.
- Моисеева М. 1945. О хлоропластах в сосудистом пучке наземной части гипокотыля и в стебле Cucurbitaceae.— Докл. АН СССР, т. 46, № 3.
- Нестерович Н. Д., Маргайлик Г. И. 1961. Сезонная динамика накопления хлорофилла листьями некоторых древесных растений.— Сборник ботанических работ АН БССР, вып. III. Минск.
- Рабинович Е. 1951. Фотосинтез, т. 1. М.
- Радченко С. И. 1950. О формативном значении биохромов и пластид. Изв. Акад. пед. наук РСФСР, вып. 29.
- Радченко С. И., Яковлева Н. Д. 1961. О нефотосинтетической роли хлорофилла в растении.— Бот. журн., т. XLVI, № 6.
- Судник Н. С. 1959. Динамика накопления пигментов в листьях плодоносящих черешен при различной густоте посадки деревьев. В сб.: «Вопросы физиологии растений и микробиологии». Минск.
- Цицин Н. В. 1940. Отдаленная гибридизация.— Сов. наука, № 2.

- Шульгин И. А., Клешнин А. Ф. 1959. О корреляции между оптическими свойствами и содержанием хлорофилла в листьях растений.— Докл. АН СССР, т. 125, № 6.
- Шлык А. А., Гапоненко В. И., Прудникова И. В. 1960. Сравнительное исследование обновления хлорофилла в разных частях растения.— Физиология растений, т. 7, вып. 6.
- Seybold A. und Egle K. 1937. Lichtfeld und Blattfarbstoffe. Planta., Bd. 26, Hft. 3.
- Wällstätter R. und Stoll A. 1918. Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin.

Центральный ботанический сад
Академии наук Белорусской ССР
Минск
