

УДК 633.811.541.144

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОЗЫ

И. В. БЕРЕЗКИНА, В. А. КОМИССАРОВ

(Кафедра селекции и семеноводства овощных и плодовых культур)

Предлагается метод определения показателей фотосинтетической деятельности розы без удаления растений из грунта.

Среди декоративных культур, выращиваемых в защищенном грунте, важное место занимает роза. До последнего времени при работе с этой культурой основное внимание уделялось совершенствованию агротехники, а также изучению биологических особенностей в связи с разработкой элементов технологии возделывания. Фотосинтетическая деятельность розы, которая, как известно, играет решающую роль в формировании урожая [4], изучена слабо [1, 7—9].

В опытах с зерновыми и другими культурами установлено, что величина урожая зависит от динамики нарастания листового аппарата, его размеров, чистой продуктивности фотосинтеза и продолжительности вегетационного периода, что вполне правомерно и для розы. Указанные показатели целесообразно определять по данным сравнительного испытания сортов роз, изучения различных схем посадок, форм ведения культуры, выявления оптимальных степени обрезки растений дополнительного освещения и др. В связи с этим большой практический интерес представляет разработка методов определения показателей фотосинтетической деятельности посадок розы без удаления растений из грунта в течение всего вегетационного периода, так как существующие методы либо предусматривают удаление растений для анализов, либо базируются на сложной специальной аппаратуре, которая не всегда доступна.

Предлагаемая методика определения показателей фотосинтетической деятельности розы в связи с урожаем без удаления растений из грунта разработана на основе рекомендаций [3—6] с учетом следующих ее особенностей:

роза является ремонтантной культурой, поэтому урожай (срезка) с куста снимается многократно в течение вегетационного периода;
фотосинтетический аппарат розы (листья и побеги) в течение вегетации развивается полициклично;
хозяйственный урожай (срезку) составляют побеги вместе с цветками и листьями, в связи с чем для розы хозяйственный коэффициент $K_{хоз} = 1,0$.

Методика предусматривает возможность поэтапного и интегрального (за вегетационный период) определения следующих величин:
фотосинтетического потенциала растений;
накопленной биомассы надземной части растения и его отдельных органов (биологический урожай);
отчуждаемой биомассы при срезке продукции (хозяйственный урожай);
интенсивности процессов фотосинтеза в растении.

Фотосинтетический потенциал определяли как сумму двух интегралов, учитывающих изменение площадей ассимилирующей поверхности

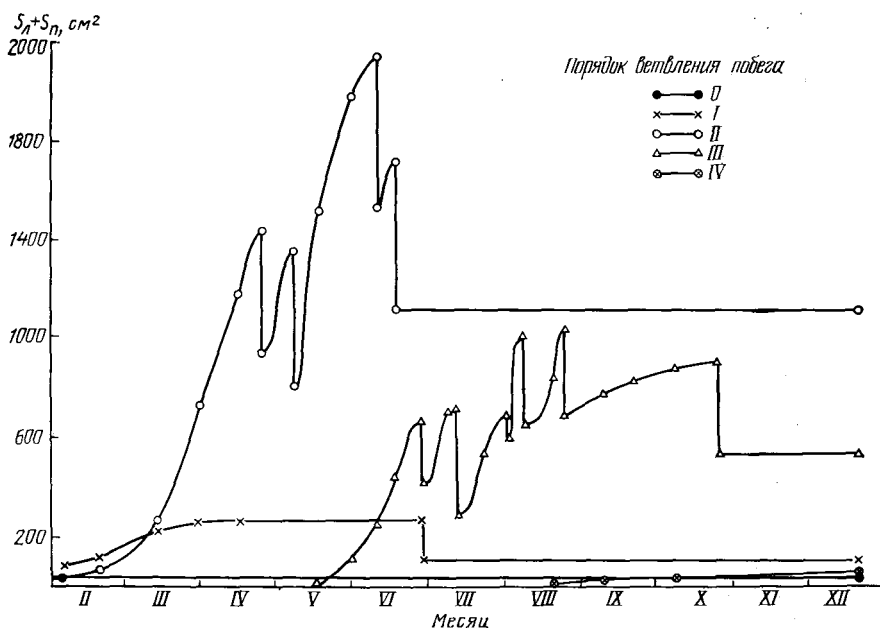


Рис. 1. Динамика изменения ассимиляционной поверхности по порядкам ветвления побегов у сорта Супер Стар при слабой обрезке (1985 г.).

листьев и боковой поверхности зеленых побегов и ветвей за определенный период времени T .

$$[\Phi\Pi]_{\Sigma} = \int_0^T S_{л}(T) \partial T + \int_0^T S_{н}(T) \partial T = \int_0^T [S_{л}(T) + S_{н}(T)] \partial T, \text{ м}^2 \cdot \text{дн},$$

где $S_{л}(T)$ и $S_{н}(T)$ — функции изменения площади соответственно листовой поверхности куста и боковой поверхности зеленых побегов во времени.

Вычисление интегралов производили графическим методом с помощью планиметра. На рис. 1 в качестве примера приведено изменение $S_{л}(T) + S_{н}(T)$ за вегетационный период для побегов 0—IV порядков ветвления розы сорта Супер Стар. ФП устанавливали как для всего растения в целом, так и для отдельных органов.

Накопленную биомассу надземной части растений (прирост) за период времени T определяли как сумму сухой массы прироста побегов, листьев и цветков:

$$\Delta M = \Sigma \Delta M_{н} + \Sigma \Delta M_{л} + \Sigma \Delta M_{ц} = \Sigma \Delta V_{н} \cdot \gamma_{н} + \Sigma \Delta S_{л} \cdot \gamma_{л} + \Sigma \Delta V_{ц} \cdot \gamma_{ц}, \text{ г},$$

где $\Sigma \Delta V_{н}$; $\Sigma \Delta V_{ц}$ и $\Sigma \Delta S_{л}$ — суммарное увеличение на кусте соответственно объема побегов и цветков и площади листьев; $\lambda_{н}$; $\lambda_{л}$ и $\lambda_{ц}$ — удельная сухая масса соответственно побегов, листьев и цветков.

Удельную сухую массу условно относили: для побегов — к единице объема цилиндра, рассчитанного по среднему диаметру и длине побега, — $\lambda_{н} = M_{н}/\pi D_{ср. н}^2 \cdot L_{н}$; для листьев — к единице площади листа — $\lambda_{л} = M_{л}/S_{л}$; для цветков — к единице объема цилиндра, рассчитанного по среднему диаметру и длине бутона в полураспуске, — $\lambda_{ц} = M_{ц}/\pi D_{ц}^2 \cdot L_{ц}$.

Отщуждаемую биомассу растения при срезке продукции за период времени T подсчитывали по аналогичной формуле:

$$\nabla M = \Sigma \nabla M_{н} + \Sigma \nabla M_{л} + \Sigma \nabla M_{ц} = \Sigma \nabla V_{н} \cdot \gamma_{н} + \Sigma \nabla S_{л} \gamma_{л} + \Sigma \nabla V_{ц} \gamma_{ц}, \text{ г},$$

где $\Sigma \nabla V_n; \Sigma \nabla S_l$ и $\Sigma \nabla V_c$ — соответственно суммарные объем побегов, площадь листьев и объем цветков в срезке.

Интенсивность фотосинтеза за определенный период времени оценивали по чистой продуктивности фотосинтеза как отношение биологического урожая растения к его фотосинтетическому потенциалу — $ЧПФ = \Delta M / \Sigma [ФП]$, г/м²•дн, и фотосинтетическому потенциалу, необходимому для получения 1 г сухой массы срезки, — $ФП = \Sigma [ФП] / \nabla M$, м²•дн/г.

Математическую обработку данных проводили методом вариационной статистики по Б. А. Доспехову [2]. В таблицах одной и двумя звездочками отмечено наличие существенной разницы соответственно на 5 и 1 % уровнях значимости.

Предлагаемая методика может быть использована при работе с другими культурами (гвоздика, сирень), для чего необходимо провести вспомогательные измерения и составить аналогичную систему регрессионных уравнений.

При изучении изменений ассимиляционной поверхности, а также сухой массы растения в течение периода T (например, квартала или всего вегетационного периода) необходимо через каждые 5—7 дн. производить обмеры побегов, листьев и цветков на кусте. Обмеры следует проводить и в каждой срезке.

В связи с тем что на растущих растениях сложно определять общепринятыми методами суммарные площади листовой поверхности зеленых побегов и ветвей в динамике, а также их объем, было важно выявить такие универсальные легко поддающиеся измерению параметры, с помощью которых можно рассчитывать указанные величины. С этой целью были рассмотрены корреляционные связи и регрессионные зависимости между линейными размерами, площадями и объемами различных органов надземной части розы.

Выявлена сильная корреляционная зависимость площади листьев розы от произведения длины листа на его ширину независимо от количества листочков в листе (табл. 1). Линейные зависимости площади листа от его размеров для 6 рассмотренных в качестве примера сортов роз оказались достаточно близкими, что позволило определить общее уравнение линейной регрессии для всех сортов чайно-гибридной группы и группы флорибунда и грандифлора, которое имеет вид $S_l = -0,3 + 0,384 (b_l \cdot l_l)$ при $r = 0,972$; $S_r = 0,021$. Полученное уравнение может быть использовано для определения площади листовой поверхности по длине и ширине листа.

Т а б л и ц а 1

Зависимость площади листа S_l розы от его ширины b_l и длины l_l
(1984—1985 гг.)

Сорт	Коэффициент корреляции $r \pm S_r$	Коэффициент детерминации r^2 , %	Ошибка отклонения регрессии S_{yx}	Коэффициент регрессии $b \pm S_b$	Уравнение регрессии $S_A = f(b, l, l)$	Диапазон S_A , см ²	Объем вы-бывае-ния
Супер Стар	0,947±0,035	94,9	±7,77	0,362±0,013**	$Y = -0,2 + 0,362x$	3÷120	50
Майнцер	0,985±0,028	97,0	±8,61	0,374±0,011**	$Y = -1,2 + 0,374x$	3÷160	50
Фасгнахт	0,989±0,021	97,8	±4,13	0,350±0,008**	$Y = 1,3 + 0,350x$	3÷130	50
Конкорд	0,990±0,022	98,0	±4,86	0,415±0,009**	$Y = -0,8 + 0,415x$	3÷125	52
Соня	0,988±0,021	97,6	±3,08	0,431±0,009**	$Y = -1,9 + 0,431x$	3÷90	54
Нордия							
Куин							
Элизабет	0,996±0,014	99,2	±4,83	0,409±0,014**	$Y = -1,6 + 0,409x$	3÷170	50
Общее	0,986±0,021	97,2	±6,76	0,384±0,004**	$Y = -0,3 + 0,384x$	3÷170	276

Примечание. Для удобства измерения нижняя граница диапазона S_l принята 3 см².

Зависимость суммарной площади листьев на побеге розы от длины побега (1985 г.)

Сорт	$r \pm S_r$	$d_{yx}, \%$	S_{yx}	$b \pm S_b$	Уравнение регрессии $\Sigma S_l = f(L_n)$	Диапазон L_n , см	Объем вы- борки n
Супер Стар	$0,916 \pm 0,055$	83,8	$\pm 76,71$	$7,65 \pm 0,47^*$	$Y = -13,77 + 7,65x$	$5 \div 90$	54
	$0,870 \pm 0,063$	75,6	$\pm 107,7$	$8,56 \pm 0,62^*$	$Y = -24,73 + 8,56x$	$5 \div 80$	63
Майнцер Фастнахт	$0,894 \pm 0,064$	80,0	$\pm 100,91$	$8,05 \pm 0,57^*$	$Y = 5,28 + 8,05x$	$5 \div 100$	51
	$0,930 \pm 0,071$	86,0	$\pm 75,76$	$9,56 \pm 0,63^*$	$Y = 18,43 + 8,56x$	$5 \div 80$	50
Конкорд	$0,877 \pm 0,060$	77,0	$\pm 70,14$	$6,41 \pm 0,44^*$	$Y = 42,38 + 6,41x$	$5 \div 80$	64
	$0,860 \pm 0,070$	79,3	$\pm 70,09$	$5,79 \pm 0,47^*$	$Y = 54,58 + 5,79x$	$5 \div 80$	55
Соня	$0,832 \pm 0,082$	70,0	$\pm 98,21$	$8,20 \pm 0,83^*$	$Y = 29,71 + 8,20x$	$5 \div 70$	52
	$0,876 \pm 0,059$	76,8	$\pm 84,0$	$8,20 \pm 0,55^*$	$Y = 11,61 + 8,20x$	$5 \div 80$	69
Нордия	$0,846 \pm 0,067$	71,6	$\pm 59,70$	$5,70 \pm 0,45^*$	$Y = 22,1 + 5,70x$	$5 \div 70$	65
	$0,917 \pm 0,054$	84,1	$\pm 43,97$	$5,94 \pm 0,35^*$	$Y = 20,32 + 5,94x$	$5 \div 70$	57
Куин	$0,879 \pm 0,058$	77,3	$\pm 88,92$	$7,42 \pm 0,49^*$	$Y = 46,14 + 7,42x$	$5 \div 80$	70
	$0,931 \pm 0,048$	86,7	$\pm 60,88$	$7,47 \pm 0,39^*$	$Y = 45,32 + 7,47x$	$5 \div 80$	58

Элизабет

Примечания. 1. Здесь и в табл. 3 в числителе — корнесобственная, в знаменателе — привитая культура. 2. Для удобства измерения нижняя граница диапазона L_n принята 5 см.

Между длиной побега L_n суммарной площадью листьев на нем ΣS_l и его средним диаметром d_n выявлены сильные корреляционные связи (табл. 2, 3), что позволило составить соответствующие линейные

Таблица 3

Зависимость диаметра побега (d_n), площади его боковой поверхности (S_n) и объема (V_n) от длины побега (L_n). 1985 г.

Сорт	$r \pm S_r$ для $d_n = f(L_n)$	$d_{yx}, \%$ для $d_n = f(L_n)$	S_{yx} для $d_n = f(L_n)$	$b \pm S_b$ для $d_n = f(L_n)$
Супер Стар	$0,923 \pm 0,054$	0,852	$\pm 0,0599$	$0,0063 \pm 0,0004^*$
	$0,912 \pm 0,053$	0,832	$\pm 0,0691$	$0,0069 \pm 0,0004^*$
Майнцер Фастнахт	$0,923 \pm 0,055$	0,852	$\pm 0,0605$	$0,0058 \pm 0,0003^*$
	$0,938 \pm 0,065$	0,880	$\pm 0,0460$	$0,0058 \pm 0,0004^*$
Конкорд	$0,934 \pm 0,046$	0,872	$\pm 0,0460$	$0,0060 \pm 0,0003^*$
	$0,907 \pm 0,058$	0,823	$\pm 0,0600$	$0,0062 \pm 0,0004^*$
Соня	$0,820 \pm 0,081$	0,673	$\pm 0,0677$	$0,0058 \pm 0,0006^*$
	$0,821 \pm 0,070$	0,674	$\pm 0,0717$	$0,0055 \pm 0,0005^*$
Нордия	$0,763 \pm 0,082$	0,582	$\pm 0,0724$	$0,0051 \pm 0,0005^*$
	$0,883 \pm 0,063$	0,780	$\pm 0,0574$	$0,0064 \pm 0,0005^*$
Куин Элизабет	$0,898 \pm 0,053$	0,806	$\pm 0,0664$	$0,0071 \pm 0,0004^*$
	$0,945 \pm 0,044$	0,894	$\pm 0,0519$	$0,0072 \pm 0,0003^*$

Сорт	Уравнение регрессии			Диапазон L_n	Объем вы- борки n
	$d_n = f(L_n)$	$S_n = f(L_n)$	$V_n = f(L_n)$		
Супер Стар	$y = 0,116 + 0,0063x$	$y = 0,364x + 0,0198x^2$	$y = 0,106x + 0,00115x^2 + 0,000031x^3$	$5 \div 90$	54
	$y = 0,124 + 0,0069x$	$y = 0,389x + 0,0227x^2$	$y = 0,0121x + 0,0006x^2 + 0,000037x^3$	$5 \div 82$	63
Майнцер Фастнахт	$y = 0,140 + 0,0058x$	$y = 0,44x + 0,0182x^2$	$y = 0,0154x + 0,00127x^2 + 0,000026x^3$	$5 \div 100$	51
	$y = 0,174 + 0,0055x$	$y = 0,546x + 0,0173x^2$	$y = 0,0238x + 0,0015x^2 + 0,000023x^3$	$5 \div 80$	50
Конкорд	$y = 0,142 + 0,0060x$	$y = 0,446x + 0,0188x^2$	$y = 0,0158x + 0,00134x^2 + 0,000028x^3$	$5 \div 80$	64
	$y = 0,137 + 0,0062x$	$y = 0,43x + 0,0195x^2$	$y = 0,0147x + 0,00133x^2 + 0,00003x^3$	$5 \div 80$	55
Соня	$y = 0,187 + 0,0058x$	$y = 0,587x + 0,0182x^2$	$y = 0,0274x + 0,0017x^2 + 0,000023x^3$	$5 \div 70$	52
	$y = 0,203 + 0,0055x$	$y = 0,637x + 0,0173x^2$	$y = 0,0323x + 0,00175x^2 + 0,000047x^3$	$5 \div 80$	69
Нордия	$y = 0,179 + 0,0051x$	$y = 0,562x + 0,0160x^2$	$y = 0,0251x + 0,00143x^2 + 0,00002x^3$	$5 \div 70$	65
	$y = 0,158 + 0,0064x$	$y = 0,496x + 0,0201x^2$	$y = 0,0196x + 0,00159x^2 + 0,000032x^3$	$5 \div 70$	57
Куин Элизабет	$y = 0,136 + 0,0061x$	$y = 0,427x + 0,0191x^2$	$y = 0,0145x + 0,0013x^2 + 0,000029x^3$	$5 \div 80$	70
	$y = 0,124 + 0,0072x$	$y = 0,389x + 0,0226x^2$	$y = 0,012x + 0,0014x^2 + 0,00004x^3$	$5 \div 80$	58

Таблица 4

Размеры цветка и удельная сухая масса органов надземной части куста розы

Сорт	$V_{ц}^*$, см ³	$\gamma_{л}^*$, г/см ²	$\gamma_{п}^*$, г/см ³	$\gamma_{ц}^*$, г/см ³
Супер Стар	39/44	0,0059	0,21	0,023
Майнцер				
Фастнахт	46/45	0,0064	0,22	0,018
Конкорд	44/46	0,0060	0,22	0,029
Соня	35/35	0,0060	0,17	0,024
Нордия	25/27	0,0064	0,20	0,038
Куин Элизабет	39/39	0,0062	0,19	0,025

* В числителе — корнесобственная, в знаменателе — привитая культура.

длиной побегов можно рассматривать как простейшую математическую модель надземной части куста розы, с помощью которой расчетным путем возможно определение необходимых при изучении фотосинтеза величин.

Статистические зависимости между длиной побегов и размерами цветка найти не удалось. У сортов Конкорд, Соня и Куин Элизабет зависимости средних размеров цветка от способа ведения культуры (корнесобственная и привитая) не установлено (табл. 4). Лишь у сортов Супер Стар и Нордия некоторое преимущество по этому показателю имели привитые растения, а у сорта Майнцер Фастнахт — корнесобственные.

На основании обмеров в процессе роста выявлены статистические закономерности изменения в течение сезона удельной сухой массы различных органов надземной части куста. Отношение сухой массы побегов и цветков к их объему $\gamma = M/V$, г/см³, отношение сухой массы листьев к их площади $\gamma = M/S_{л}$, г/см². Предварительные исследования показали, что изменение удельной сухой массы органов в течение вегетационного периода и по сортам незначительно, поэтому для расчетов в исследованиях с другими сортами из чайногибридной группы и груп-

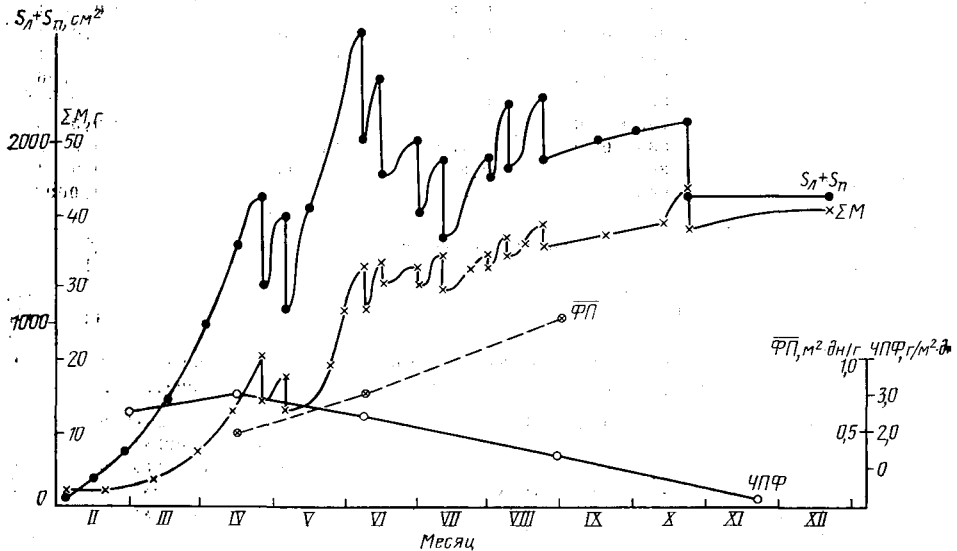


Рис. 2. Динамика изменения суммарной ассимиляционной поверхности $S_{л} + S_{п}$ (см²) сухой массы ΣM (г), ЧПФ (г/м²·дн) и ФП (м²·дн/г) у сорта Супер Стар при слабой обрезке (1985 г.).

пы флорибунда и грандифлора можно использовать средние значения $\gamma_n=0,201 \text{ г/см}^3$; $\gamma_d=0,00615 \text{ г/см}^2$; $\gamma_u=0,0261 \text{ г/см}^3$ (табл. 4).

На рис. 2 в качестве примера приведены результаты расчета по предлагаемой методике изменения в течение вегетационного сезона суммарной площади ассимиляционной поверхности, прироста сухой массы, а также ЧПФ и ФП для розы сорта Супер Стар.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиль Л. С. Особенности формирования роз в теплицах. — Цветоводство, 1977, №11, с. 14. — 2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 3. Ничипорович А. А. Показатели и процессы фотосинтетической деятельности, задачи и методы их контроля в работах по повышению продуктивности растений. — Метод. указ. по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтеза. — М.: Колос, 1969, с. 3—24. — 4. Ничипорович А. А. Некоторые принципы комплексной оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений. — В кн.: Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М.: Колос, 1970, с. 6—22. — 5. Пилыцкова Н. В., Моторина М. В., Кондратьев М. Н. и др. Современные методы исследования физиологических процессов. — М.: ТСХА, 1981. — 6. Третьяков Н. Н. Практикум по физиологии растений. — М.: Колос, 1982. — 7. Aikin W., Hanan J. — Am. Soc. hort. Sci. — 1975, vol. 100, N 5, p. 551—553. — 8. Vozart H. S. et al. — J. of the Amer. soc. for Horticultural sci, 1982, vol. 107, N 5, p. 707—712. — 9. Eccher T., Mignani I. Rivista della ortoflorofruitticoltura Ital., 59(1), 1975.

Статья поступила 7 апреля 1987 г.

SUMMARY

The technique for determining rose photosynthetic activity without removing plants from the ground is proposed.