DOI <https://doi.org/10.18551/rjoas.2017-04.28>

ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ **FEATURES OF THE PRODUCTION PROCESS OF STRAWBERRY VARIETIES**

Прудников П.С.*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Prudnikov P.S., Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher

Кривушина Д.А., Зубкова М.И., младшие научные сотрудники
Krivushina D.A., Zubkova M.I., Junior Researchers

**Всероссийский научно-исследовательский институт селекции
плодовых культур, Орел, Россия**
All Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel, Russia

*E-mail: prudnicov@inbox.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются сортовые особенности фотохимической активности хлоропластов, чистой продуктивности фотосинтеза, дыхания, темпов роста и урожайности растений земляники. Наиболее оптимальным продукционным процессом обладал сорт Соловушка. Показано, что повышенная продуктивность Соловухи обеспечивается за счет увеличения скорости фотохимических реакций, повышения чистой продуктивности фотосинтеза и активизации темпов накопления сухого вещества.

ABSTRACT

The varietals features of photochemical activity of chloroplasts, the pure productivity of photosynthesis, respiration, the rates of growth and productivity of strawberry plants are considered in this paper. The genotype Solovushka possesses the most optimal production process. It is show that the increasing productivity of this variety is provided at the expense of the rate of photochemical reactions, increase of pure photosynthetic productivity and intensifying of the accumulation of dry substance.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Земляника, фотосинтез, дыхание, продуктивность.

KEY WORDS

Strawberry, photosynthesis, breath, productivity.

Изучение продукционного процесса сельскохозяйственных культур является приоритетной задачей, как растениеводства, так и селекции растений. Продуктивность это один из основных показателей, характеризующих ценность сорта [1]. Вместе с тем, фотосинтез и дыхание являются важнейшими составляющими продукционного процесса растений. Около 95% биологического и хозяйственного урожая растений составляют органические вещества, созданные в результате фотосинтеза [2]. Дыхание – это физиологический процесс постепенного окисления органических веществ с выделением энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки [3]. В связи с этим знание физиологических процессов имеет как теоретический, так и практический интерес. Известно, что продукционный процесс, а, следовательно, и урожайность земляничной плантации во многом зависит как от внешних факторов, так и генотипических возможностей организма. Согласно Шокаевой Д.В. [4] потенциал сортов земляники в различных регионах отличается и его проявление в виде фенотипических признаков зависит от факторов внешней среды. В связи с этим, представляло интерес изучить особенности фотосинтетической деятельности и дыхания растений как основных составляющих продукционного процесса у сортов земляники, выращиваемых на территории ФГБНУ ВНИИСПК Орловской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования, в период цветение-плодоношение (2015-2016гг исследования), служили посадки земляники садовой сортов Соловушка и Незнакомка селекции ФГБНУ ВСТИСП. В качестве контроля использовался сорт Урожайная ЦГЛ – ФГБНУ ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина. Схема посадки 0,25 x 0,7м.

Содержание хлорофилла и каротиноидов определяли на спектрофотометре (BioRad SmartSpek Plus) после экстракции 80%-ным ацетоном и рассчитывали по формулам Арнона и Веттштейна [5]. Содержание пигментов выражали в мг/г сырой массы.

Фотохимическую активность изолированных хлоропластов (ФХА хлоропластов) определяли потенциометрическим методом по скорости фотовосстановления ферроцианида калия [6]. Хлоропласты выделяли из листьев среднего яруса путём двукратного центрифугирования в среде, содержащей 25мМ трис-НСl буфер (pH 7,8) и 0,35М NaCl. ФХА хлоропластов выражали в мкМоль $K_3[Fe(CN)_6]$ / (мг хл·ч)

Об интенсивности дыхания судили по количеству выделяющегося CO_2 в приборах для наблюдения газообмена при дыхании растений («Физприбор», Россия) методом титрования [7].

Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли по методу А.А. Ничипоровича [8]. ЧПФ рассчитывали по формуле: $\frac{2(B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2) \cdot n}$, где B_1 и B_2 - сухая масса

растения в начале и в конце промежутка времени; n - количество суток; L_1 и L_2 - площадь листьев в начале и в конце промежутка времени. ЧПФ выражали в г сухой массы/(м²·сутки).

Ростовую активность (относительную скорость роста) органов растения рассчитывали по их сухой массе, используя формулу: $R_{\text{акт}} = \frac{a_2 - a_1}{t \cdot a_1} \cdot 100\%$, где a_1 -

величина ростового показателя при первом измерении, a_2 - при втором измерении, t - время в сутках. Достоверность результатов оценивали с помощью программ MS Excel. Повторность опытов 15-кратная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что процесс фотосинтеза во многом зависит от развития пигментной системы. Однако, проведенные исследования в листьях растений земляники показали, что сорта Соловушка, Незнакомка и Урожайная ЦГЛ по содержанию хлорофилла не отличались (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели фотосинтетической деятельности растений земляники

Генотип	Пигменты, мг/г		ФХА, мкМоль $K_3[Fe(CN)_6]$ / (мг хл·ч)	ЧПФ, г (дм ² ·сутки)
	хлорофилл	каротиноиды		
Соловушка	3,24	0,17	62,5	1,78
Незнакомка	3,28	0,12	28,37	1,36
Урожайная ЦГЛ (контроль)	3,38	0,10	32,85	1,31
НСР _{0,05}	0,25	0,047	2,55	0,21

Наряду с этим, только у Соловушки отмечалось увеличение доли каротиноидов в светособирающем комплексе листа, что свидетельствует о наличии у сорта дополнительных элементов способных улавливать энергию квантов света. Известно, что в фотосинтетических мембранах хлоропластов каротиноиды выполняют две функции: светособирающую и светозащитную [9, 10].

При определении потенциальных возможностей фотосинтетического аппарата часто используют характеристику функциональной активности хлоропластов на уровне световых реакций [11]. Показано, что на фоне одинакового содержания хлорофилла в листовом аппарате исследуемых сортов, наибольшей фотохимической активностью изолированных хлоропластов обладал сорт Соловушка, что указывает на высокую скорость переноса энергии в фотосистемах (табл. 1). Так ФХА хлоропластов у Соловушки в 1,9 раза превышала контрольный сорт – Урожайная ЦГЛ. По-видимому, высокая скорость ФХА хлоропластов Соловушки может быть связана с повышенным уровнем каротиноидов, которые, как отмечалось ранее, могут выполнять светособирающую функцию. Кроме того, также показано, что у Соловушки площадь листового аппарата в 2,3 раза превосходила контрольный сорт Урожайная ЦГЛ. Известно, что для световых реакций фотосинтеза существенное значение имеет площадь фотосинтетического аппарата, необходимая для улавливания квантов света. У сорта Незнакомка в отличие от Соловушки скорость световых реакций фотосинтеза была ниже контроля.

Интегральным показателем фотосинтетической деятельности растений является интенсивность ассимиляции CO_2 [12]. Из данных (табл. 1) следует, что на фоне увеличения доли каротиноидов в светособирающем комплексе листа, интенсификация световых реакций фотосинтеза у Соловушки способствовала увеличению на 36% чистой продуктивности фотосинтеза и, как следствие, более эффективному накоплению сухого вещества (рис. 1а). Так активность накопления пластических веществ у Соловушки в 2,5 раза превышала контроль.

Рисунок 1 – Ростова́я активность накопления сухого вещества (а) растениями земляники и соотношение сухая масса ягод/листья (б):
1. – Соловушка, 2. – Незнакомка, 3. – Урожайная ЦГЛ (контроль)

При рассмотрении соотношения сухая масса формирующихся ягод/листья (позволяет косвенно судить об оттоке ассимилятов [10]), показано, что Соловушка из всех изучаемых сортов характеризовался наиболее интенсивным оттоком пластических веществ в созревающие ягоды (рис. 1б).

На фоне большей скорости ФХА хлоропластов у контрольного сорта Урожайная ЦГЛ по сравнению с Незнакомкой, ЧПФ достоверно не отличалась друг от друга. При этом относительная скорость накопления сухого вещества у Урожайной ЦГЛ была существенно ниже Незнакомки (рис. 1а). В ряде работ также отмечается либо отсутствие прямой связи между интенсивностью фотосинтеза и продуктивностью, либо наблюдается отрицательная корреляция между этими показателями [2].

В наших исследованиях отсутствие связи между ФХА хлоропластов и ЧПФ, как видно, с одной стороны связано с низким оттоком ассимилятов из листьев в ягоды у сорта Урожайная ЦГЛ (рис. 1б), с другой – более интенсивной их тратой на дыхание. Так генотип Урожайная ЦГЛ характеризовался наибольшей интенсивностью дыхания среди изучаемых сортов, что на 66 и 30% было выше чем у Соловушки и Незнакомки соответственно. (рис. 2а). Кроме того площадь ассимилирующей поверхности у контрольного сорта Урожайная ЦГЛ была самой низкой – 1,10 дм² против 2,29 и 1,84 дм² у Соловушки и Незнакомки соответственно.

О результате продукционного процесса, как правило, судят по урожаю или доле полезного продукта в общей массе растения. Показано, что выявленные отличия в фотосинтетической деятельности у изучаемых сортов в конечном итоге сказались и на продуктивности растений. Так наибольшей продуктивностью характеризовался сорт Соловушка, у которого в среднем масса ягод с одного куста в 3,2 раза превышала контрольный сорт – Урожайная ЦГЛ (рис. 2б), у Незнакомки масса ягод в 1,9 раза была выше контроля. Полученные нами данные по урожайности сортов Соловушка и Урожайная ЦГЛ совпадают с данными и других исследователей [13,14].

Рисунок 2 – Интенсивность дыхания листьев (а) и продуктивность растений земляники (б):
1. – Соловушка, 2. – Незнакомка, 3. – Урожайная ЦГЛ (контроль)

Таким образом, повышенная продуктивность сорта Соловушка обеспечивалась как за счет увеличения скорости фотохимических реакций в хлоропластах и повышения чистой продуктивности фотосинтеза, так и активизации темпов накопления сухого вещества. Снижение продуктивности у Урожайной ЦГЛ, по-видимому, связано с нарушением оттока ассимилятов в созревающие ягоды и более интенсивной тратой сухого вещества на процесс дыхания.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Лукьянчук И.В. Селекционно-генетическая оценка исходных форм и гибридных сеянцев земляники по хозяйственно-биологическим признакам: автореф. дис...канд.с.-х.н. / И.В. Лукьянчук. – Мичуринск. – 2007. – 23с.
2. Абдулаев, Х.А. Парадокс: фотосинтез хлопчатника за сто лет селекции новых сортов как консервативный признак существенно не изменился / Х.А. Абдулаев, Б.Б. Гиясиidinov, Б.А. Солиева, Х.М. Миракилов. // Всероссийская научная конференция с международным участием "Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий". – Петрозаводск. – 2015. – С. 19
3. Кузнецов, В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Высшая школа. – 2005. – 736с.
4. Шокаева, Д.Б. Биологические основы и закономерности плодоношения земляники / Д.Б. Шокаева. – Орел.: Картуш. – 2006. – 183с.
5. Гавриленко, В.А. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание / В.А. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина: Под ред. Б.А. Рубина. – М.: Высшая школа, 1975. – 392с.
6. Зеленский, М.И. Потенциометрический метод исследования фотохимической активности хлоропластов / М.И. Зеленский, И.И. Клементьева // Методы комплексного изучения фотосинтеза: Под ред. О.Д. Быкова. – Л.: ВИР, 1969. – С. 127-141.
7. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений: Под ред. Н.Н. Третьякова – М.: Агропромиздат, 1990. – 271с.
8. Ничипорович, А.А. О формировании и продуктивности работы фотосинтетического аппарата разных культурных растений в течение вегетационного периода / А.А. Ничипорович, М.П. Власова. // Физиология растений. – 1961. – Т.8. – С. 19-28.
9. Карнаухов, В.Н. Биологические функции каротиноидов / В.Н. Карнаухов. – М.: Наука. – 1988. – 240с.
10. Прудников, П.С. Влияние селена на физиолого-биохимические процессы при адаптации растений картофеля к гипотермии: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. / П.С. Прудников. – М.: МСХА. – 2007. – 28с.
11. Пузина, Т.И. Влияние селена на гормональный баланс и фотосинтетическую деятельность растений картофеля / Т.И. Пузина, П.С. Прудников, Н.И. Якушкина // Доклады РАСХН. – 2005. – №6. – С. 7-9.
12. Пузина, Т.И. Фотохимическая активность хлоропластов картофеля, обработанного антиоксидантами: селенитом натрия и амбиолом / Т.И. Пузина, И.Г. Кириллова, П.С. Прудников // Тезисы докладов III съезда биофизиков России. – Воронеж. – 2004. – Т.2. – С. 448-449.
13. Толстогузова, В.Г. Сортная обеспеченность непрерывного поступления свежих ягод земляники / В.Г. Толстогузова // Плодоводство и ягодоводство России. – ВСТИСП – М. – 2006. – С.234-240.
14. Айтжанова, С.Д. Адаптивный и продуктивный потенциал новых сортов и отборов земляники// С.Д. Айтжанова, Н.В. Андропова, Г.В. Орехова / Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России. – 2008. – г.Орел.: ВНИИСПК – С.10-12.