

Глушен С.В., Коломиец О.О.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
sglush@mail.ru

МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО МОНИТОРИНГА РОСТА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ

Методом DISP (компьютерным мониторингом роста листьев) исследован суточный прирост листьев томата и стручкового перца. Максимальный прирост листьев у перца зарегистрирован в начале ночи, тогда как у томата – во второй половине ночи. Полученные результаты свидетельствуют, что метод DISP открывает новые возможности в изучении роста и развития растений, а также влияния на них внешних факторов.

The diel growth of tomato and capsicum leaves under laboratory conditions was studied with DISP – digital image sequence processing method. The maximum increment at a capsicum was registered at the beginning of night whereas at a tomato the maximum increment was observed for the second half of night. The obtained results show the DISP method opens new opportunities in a study of growth and development of plants and effects of external factors on its.

Ключевые слова: мониторинг роста растений; суточный рост листьев; томат; стручковый перец.

Keywords: monitoring of plant growth; diel growth of leaves; tomato; capsicum.

Введение

Как известно, рост растений весьма чувствителен к изменениям внешней среды. Наблюдения за ростом позволяют, в частности, оценить устойчивость растений к таким формам абиотического стресса как засуха, жара или дефицит питательных веществ. Поэтому анализ суточного роста листьев как дикорастущих, так и культивируемых растений представляет значительный интерес для решения научных проблем и практических задач.

Количественные исследования роста листьев растений начались в 30 гг. XX века. Первые измерения размеров листьев выполнялись с помощью линеек и других примитивных приспособлений, имеющих низкое разрешение. В конце 90 гг. прошлого века для мониторинга роста растений в лабораторных условиях был разработан метод DISP – digital image sequence processing [1]. Он основан на компьютерном анализе изображений листьев и отличается высоким пространственным (менее 1 мм) и временным (1 минута) разрешением. В последующие годы этот метод был значительно усовершенствован, что позволяет проводить мониторинг роста растений не только в лабораторных, но и в полевых условиях [2]. Целью данной работы было реализовать метод DISP для лабораторных исследований суточного роста листьев овощных культур.

Материал и методы

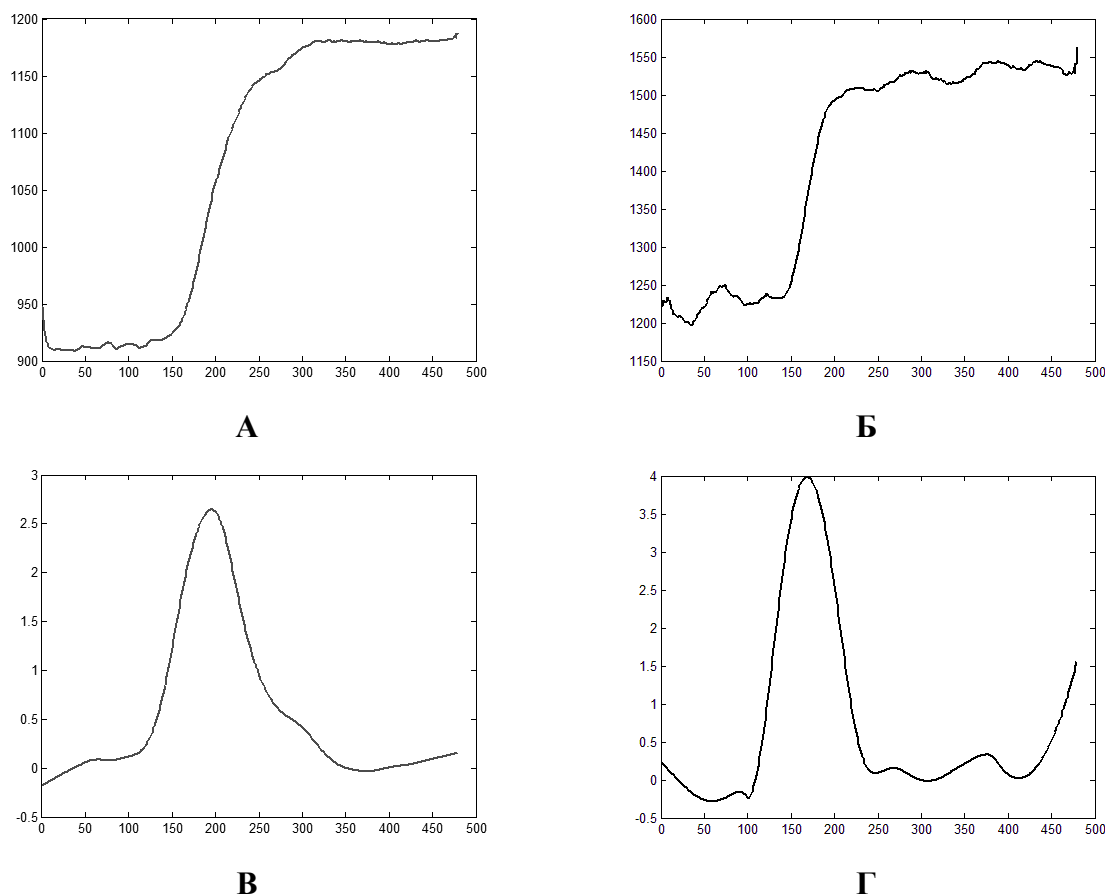
В качестве материала использовались проростки томата сорта «Пралеска» и стручкового перца сорта «Алеся». Растения выращивались в стандартных лабораторных условиях в контейнерах объемом 150×110×70 мм по 5–7 штук на универсальном грунте. Мониторинг роста начинали после появления у растений 3–4 листков при длине проростков 5–8 см.

Установка для мониторинга роста растений методом DISP состоит из штатива с регулировкой по высоте, на котором укреплен цифровая фотокамера D40 фирмы Nikon с объективом для макросъемки. В связи с длительным временем съемки фотокамера была подключена к сетевому блоку питания. Управление фотокамерой осуществлялось компьютером, подключенным по интерфейсу USB, интервал между снимками составлял 3 минуты. Мониторинг суточного роста листьев проводился при температуре 18–20°C и относительной влажности 51 %. Уровень освещения лампой дневного света 50 лк, режим «12 часов день–12 часов ночь». Полученные за 24 часа 480 снимков обрабатывали на

компьютере, измеряя площади проекции отдельных листьев как показателя их размеров и рассчитывая графики суточного роста и прироста, усредненные по 6-9 циклам мониторинга. Всего было проведено 24 мониторинга для перца и 34 – для томата.

Результаты и их обсуждение

На рисунке показана динамика роста и прироста у растений томата и перца. Видно, что динамика роста листьев как у томата, так и у перца имеют выраженный подъем, что соответствует ограниченному по времени приросту. У перца максимум прироста наблюдается в начале ночи (0–2 часа), тогда как у томата он приходится на вторую половину ночи (после 3 часов).



Динамика суточного роста и прироста листьев томата и перца при освещении
«12 часов день–12 часов ночь»

А – рост листьев томата; Б – рост листьев перца; В – прирост листьев томата; Г – прирост листьев перца. По оси абсцисс отложено время в минутах; по оси ординат – относительная площадь листа (А и Б) или относительный прирост площади (В и Г).

Суточная динамика роста растений подчиняется ритму, который обладает видовой специфичностью [3]. У однодольных растений, где зоны роста и фотосинтеза разобщены, наблюдается постоянный рост листьев, интенсивность которого зависит от времени суток. Двудольные растения, у которых рост и фотосинтез совмещены в одной ткани, отличаются кратковременным ростом в конце ночи (тип I) или в начале ночи (тип II). Таким образом, согласно полученным нами данным, томат относится к первому типу суточного роста, тогда как сладкий перец – ко второму типу. Ростовые процессы в растениях находятся под контролем генов, функционирующих в качестве «циркадных часов». Растения используют циркадные часы для того, чтобы прогнозировать суточные и сезонные флуктуации факторов внешней среды и сохранять тем самым высокие темпы роста в неоптимальных условиях.

Поэтому анализ суточного роста листьев и других органов растения с помощью современных компьютерных методов перспективно как для научных исследований, так и для агрономической и селекционной практики. В частности, такие методы могут быть использованы для изучения влияния на рост и развитие растений биологически активных веществ.

Заключение

Установлено, что у стручкового перца *Capsicum annuum* пик прироста листьев наблюдается в начале ночи (0-2 часа), тогда как у томата *Solanum lycopersicum* максимум прироста приходится на вторую половину ночи (после 3 часов). Таким образом, томаты относятся к первому типу суточного роста двудольных растений, тогда как перец – ко второму типу. Примененный нами в данной работе метод DISP открывает новые возможности в изучении роста и развития растений, а также влияния на них генетических, физиологических и экологических факторов.

Библиографические ссылки

1. Quantitative analysis of the local rates of growth of dicot leaves at a high temporal and spatial resolution, using image sequence analysis / D. Schmundt [et.al.] // The Plant Journal. 1998. V. 16. № 4. P. 505–514.
2. Friedli M. Establishment and application of phenotyping methods to measure leaf and canopy growth in the laboratory and field. Diss. ETH No. 23090, Zurich, Switzerland. 2015.
3. Diel patterns of leaf and root growth: endogenous rhythmicity or environmental response? / Ruts T. [et al.] // Journal of Experimental Botany. 2012. V. 63. № 9. P. 3339–3351.