



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»

**ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В БЕЛАРУСИ:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
В XXI ВЕКЕ**

*Сборник научных статей*

Минск 2012

3. Мандель, М. Определение содержания гуанина и цитозина с помощью кривых плавления / М. Мандель, Дж. Мармур // Методы исследования нуклеиновых кислот. — М.: Мир. — 1970. — С. 183–191.
4. Blin, N. A general method for isolation of high molecular weight DNA from eukaryotes / N. Blin, W. Stafford // Nucleic Acids Research. — 1976. — Vol 3. — № 9. — P. 2303–2308.

### ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА И ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВНУТРИПЛАСТИДНЫХ МЕМБРАН ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

А.А. Деревинская, БГТУ (Минск)

Синтез хлорофилла *a* в отсутствие света тормозится на стадии образования и накопления в этиолированных листьях непосредственного предшественника хлорофилла — протохлорофиллида (Пд). Этот пигмент отличается от хлорофилла (Хл) отсутствием фитольного заместителя и наличием двойной связи в пиррольном кольце. Завершение процесса протекает как быстрая фотореакция. Эту заключительную стадию можно наблюдать при включении света по изменениям спектров поглощения и флуоресценции этиолированных листьев и появлению продукта реакции — хлорофиллида *a* в экстракте пигментов. Таким образом, с химической точки зрения в основе завершающей стадии биосинтеза Хл лежит фотохимическая реакция избирательного гидрирования двойной связи в макроцикле тетрапиррола и возникновения структуры хлорофилла, принципиально отличающегося от предшественника спектральными и химическими свойствами, что и позволило ему играть роль основного фотосинтетического пигмента. На завершающем этапе осуществляется присоединение фитола, то есть превращение хлорофиллида в Хл [1].

Классическим объектом для изучения влияния стресса на уровне пластид являются листья этиолированных проростков злаков. В литературе имеются данные, что в проламельлярном теле *in vivo* сосредоточены большие агрегаты протохлорофиллид-протохлорофиллидокси-редуктаза-НАДФ Н, флуоресцирующие при температуре жидкого азота в области 657 нм, а в протилакоидах — сравнительно небольшое количество мономерной формы Пд с максимумом флуоресценции при 633 нм. Рассматривая соотношение интенсивности низкотемпературной флуоресценции длинноволновой и коротковолновой форм Пд в листьях можно говорить о размерах агрегатов протохлорофиллид-протохлорофиллидокси-редуктаза [2].

Объектом экспериментальных исследований были этиолированные и зеленые проростки яровой пшеницы Ростань. Зеленые проростки выращивали в бумажных рулонах на водопроводной воде при освещенности 5 тыс. лк, температура 20–22 °С и 16-часовом фотопериоде в течение 7 дней. Этиолированные проростки выращивали в темноте при постоянной температуре 23 °С в рулонах на водопроводной воде. Для исследований использовали

первый лист. Условия засухи создавали в течение 45 часов путем переноса 4-дневных проростков в бумажных рулонах на 3-процентный раствор полиэтиленгликоля, что позволяло создать 60-процентный водный дефицит в первых листьях проростков.

Предпосевную обработку семян защитно-стимулирующими составами (ЗСС) проводили непосредственно перед высеванием в бумажные рулоны. Многокомпонентные ЗСС были разработаны на основе модифицированного сополимера акриламида с акрилатом натрия и мочевино-формальдегидной смолы, с включением микроэлементов и регуляторов роста.

В лабораторных экспериментах структурную перестройку системы внутренних мембран этиопластов проростков пшеницы и спектров флуоресценции Хл зеленых проростков изучали с помощью низкотемпературных спектров флуоресценции при температуре жидкого азота (–196 °С) по изменению соотношения длинноволновой и коротковолновой форм (Пд). Интенсивность флуоресценции Хл используется как метод регистрации реакции фотосинтетического аппарата на стрессовые факторы.

На рисунке 1 представлены низкотемпературные спектры флуоресценции этиолированных проростков пшеницы, присутствие Пд в этиолированных листьях не вызывало сомнения.

В листьях проростков пшеницы (во всех вариантах опыта), выращенных при 20–30 °С, преобладала форма Пд с максимумом флуоресценции при 658 нм на фоне низкого свечения формы Пд 638, связанной с мембранами протилакоидов. При действии искусственной засухи обнаружено снижение интенсивности флуоресценции Пд 658 и Пд 638 по сравнению с условиями нормального водоснабжения во всех вариантах опыта. Изменение соотношения форм Пд 658 / Пд 638 в сторону снижения происходило как в условиях нормального водоснабжения, так и при водном дефиците, за исключением варианта опыта с использованием ЗСС СейбитП в нормальных условиях водоснабжения. В вариантах опыта с использованием ЗСС на фоне контрольного варианта зарегистрировано увеличение интенсивности флуоресценции Пд 658 и Пд 638, причем наиболее выраженный эффект наблюдался в вариантах опыта с использованием ЗСС 7 на основе сополимера акриламида с акрилатом натрия.

Полученные данные свидетельствуют также о том, что относительное содержание длинноволновой Пд 658 и коротковолновой Пд 638 форм отличалось в разных вариантах опыта. Самое высокое относительное содержание длинноволновой Пд с максимумом флуоресценции при 658 нм было характерно для варианта опыта с использованием ЗСС 7 как в условиях водного дефицита, так и при нормальном водоснабжении. В этиолированных листьях проростков пшеницы самое низкое относительное содержание длинноволновой формы протохлорофиллового пигмента наблюдалось в контрольном варианте опыта.

Анализ низкотемпературных спектров флуоресценции выявил различия в интенсивности отдельных максимумов у зеленых проростков яровой пшеницы, обработанных ЗСС и выращенных при недостаточном водоснабжении. В спектрах флуоресценции зеленых листьев проростков пшеницы при-

существовали два пика с максимумами в области 740 и 680 нм. Интенсивность флуоресценции Хл в условиях водного дефицита была снижена во всех вариантах опыта. В контрольных растениях величина соотношения спектральных форм Хл (J 740 / J 680) в норме и в условиях засухи составляет 1,56 и 1,31 соответственно, в вариантах опыта с использованием ЗСС 7 – 1,36 и 1,24, СейбитП – 1,41 и 1,26, при использовании стандартной технологии возделывания (раксил) – 1,40 и 1,25.

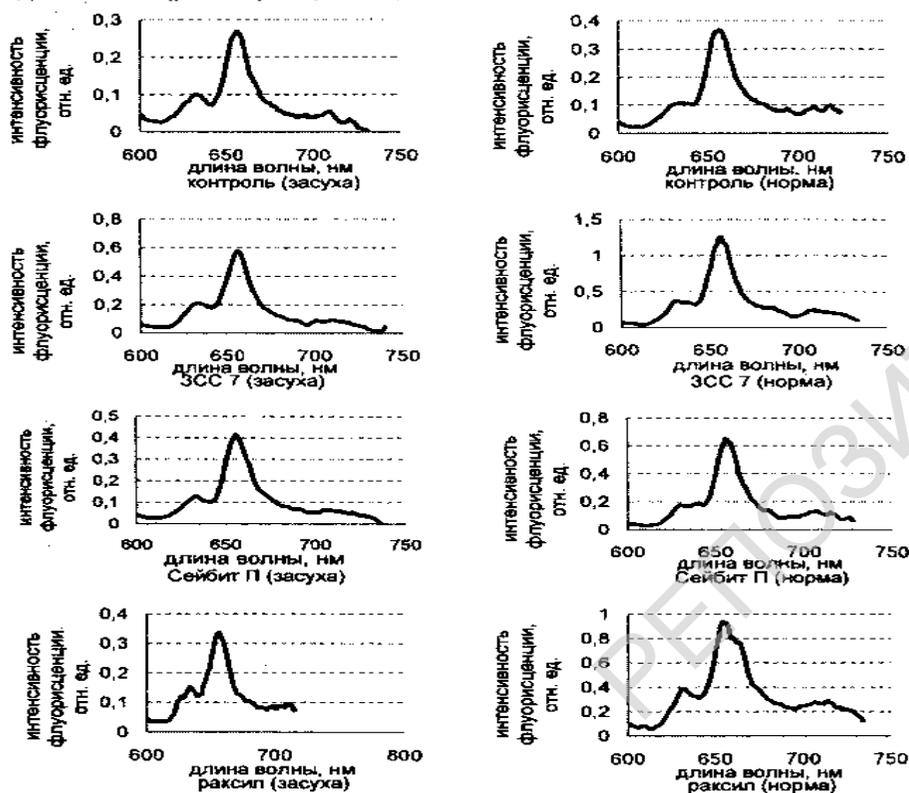


Рисунок – Спектры флуоресценции этилированных проростков яровой пшеницы Ростань

Таким образом, проведенные исследования показали зависимость эффективности воздействий водного дефицита на структурно-функциональное состояние внутрипластидных мембран проростков пшеницы, обработанных модифицированными защитно-стимулирующими составами, причем наиболее сильные изменения наблюдаются в этилированных листьях, тогда как в сформированных зеленых листьях они были выражены в меньшей степени. В связи с этим прижизненная регистрация форм протохлорофиллида может быть использована для характеристики перехода растения в стрессовое состояние.

#### Литература

1. Беляева, О.Б. Пути образования пигментных форм на заключительной фотохимической стадии биосинтеза хлорофилла / О.Б. Беляева [и др.] // Успехи биологической химии. 2009. – Т. 49. – С. 319–340.
2. Protochlorophyllide forms and energy transfer in dark-grown wheat leaves. Studies by conventional and laser excited fluorescence spectroscopy between 10 K – 100 K / K. Kis-Petik [et al.] // Photosynth. Res. – 1999. – Vol. 60, № 1. – P. 87–98.

### СТРУКТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ ЛИСТА РАСТЕНИЙ *STRELITZIA REGINAE* BANKS ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БЕЛАРУСЬ

Е.В. Жудрик, БГТУ (Минск)

В настоящее время развитие промышленного цветоводства идет в направлении расширения ассортимента цветочных культур на основе привлечения новых видов тропических и субтропических растений. Одним из таких перспективных видов, обладающих высокой декоративностью соцветий, характеризующийся хорошей продуктивностью и регулярным продолжительным цветением, является *Strelitzia reginae*, интродуцент из флоры Южной Африки. Однако промышленное культивирование данного вида затруднено длительными сроками прегенеративного периода и поздним вступлением растений в фазу цветения. Для определения возможности регулирования экологических факторов с целью нормализации прохождения основных этапов онтогенеза необходимо выявление специфики адаптации растений к новым условиям существования. Общеизвестно, что взаимодействие растений с внешней средой в процессе эволюции находит свое отражение в их фенотипе и внутренней организации структуры органов. В этой связи исследование анатомических особенностей строения листа на разных этапах жизненного цикла развития стрелитции королевской в специфических условиях защищенного грунта представляет особый интерес в плане выявления ее приспособительных реакций к новым условиям существования при интродукции в Беларуси.

Исследование возрастной динамики анатомических признаков структуры листа даст возможность не только выявить степень их соответствия таковым в природном ареале вида, но и дать объяснение причинам замедления