



УДК 581.132

Л. В. КАХНОВИЧ, Е. А. САРКИСОВА

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ К ВОДНОМУ ДЕФИЦИТУ

The pigment fund of photosynthetic membranes and the balance of chlorophylls in pigment-protein complexes of photosystems have been studied. It was shown, that when the amount of waters is not enough, the balance of chlorophylls in reaction centres and light gathering complexes changes.

Водный дефицит отражается на многих функциях растения на разных уровнях его организации. Воздействие стрессовых факторов может вызвать изменение структурной организации и функциональной активности многих систем растений, в том числе и фотосинтетического аппарата, от работы которого существенно зависит формирование растением биомассы и в конечном итоге — продуктивность. Устойчивые к стрессам растения способны определенным образом восстанавливать функциональные системы, обеспечивающие метаболические реакции в данных условиях. Адаптивные реакции прежде всего направлены на сохранение постоянства внутренней среды растений. В стрессовых условиях могут проявляться максимальные возможности фотосинтетического аппарата, его динамичность и пластичность. При неблагоприятных внешних условиях стабильная продуктивность растений в значительной мере зависит именно от устойчивости фотосинтетического аппарата к действию неблагоприятных факторов.

Нарушения, вызванные недостатком воды, могут изменять сбалансированность функций фотосинтетического аппарата растений [1]. Безусловно, степень этих изменений зависит от особенностей не только фотосинтетического аппарата, но и особенностей сорта. При водном дефиците могут быть изменения на уровне хлоропластов, в частности может происходить их набухание, изменение объема фотосинтетических мембран, количества гран в хлоропласте [2]. Если водный дефицит наступает быстро и является продолжительным, то наблюдаются процессы дегградации в структуре и функции хлоропластов: снижается фотохимическая активность хлоропластов, нарушается ультраструктура и пигментные комплексы, снижается интенсивность фотофосфорилирования, эффективность миграции энергии, соотношение пигментов, ускоряется старение фотосинтетического аппарата [3—4].

Повышение продуктивности растений связано с отбором улучшенных генотипов сельскохозяйственных культур, что в свою очередь требует разработки системы тестов не только на формы с повышенной продуктивностью, но и на формы, устойчивые к действию неблагоприятных условий.

Материал и методика

Влияние водного дефицита на формирование фотосинтетического аппарата исследовали на 5—11-дневных растениях ячменя, отличающихся потенциальной продуктивностью. Использовался сорт старой селекции

Винер (экстенсивный) и сорта относительно новой селекции Зазерский-85 и Интенсивный (интенсивные). В данной статье приводятся усредненные данные нескольких серий опытов с учетом степени сформированности хлоропластов и их возможной деградации. Растения выращивали в лабораторных условиях. Исследовалось влияние водного дефицита, который не вызывал необратимых изменений структурных компонентов клетки и мог быть использован для диагностики устойчивости фотосинтетического аппарата. Засуху создавали путем прекращения полива растений, водный дефицит в среднем не превышал 20–22 % при засухе 40 %.

Исследования проводили на начальных этапах роста и развития растений с целью выявления особенностей фотосинтетического аппарата, обеспечивающих его устойчивость в неблагоприятных условиях формирования. Оценка устойчивости фотосинтетического аппарата велась с учетом степени состояния ассимиляционных тканей [5–6], обеспеченности их пигментами, распределения и сохранности пигментов в пигмент-белковых комплексах фотосинтетических мембран [7] и функциональной активности [8].

Результаты и их обсуждение

Как показывают полученные данные, наблюдалась неоднозначная ответная реакция растений различных сортов на недостаток воды. Установлены отличия в состоянии ассимиляционных тканей, показателем чего может быть изменение под действием водного дефицита площади листа, его толщины, внутренней поверхности (табл. 1). Эти показатели у интенсивных сортов (Зазерский-85, Интенсивный) изменяются в меньшей мере по сравнению с экстенсивным сортом Винер. В условиях водного дефицита сорта высокой потенциальной продуктивности сохраняли больший объем мезофилла, что может обеспечить более высокий уровень ассимиляционных процессов по сравнению с сортом старой селекции.

Т а б л и ц а 1

Состояние ассимиляционных тканей и пигментного фонда растений ячменя с различным потенциалом продуктивности в условиях водного дефицита

Сорт	Толщина листа, мкм	Поверхность мезофилла / площадь листа	Хлорофилл, мг/г сырой массы	Каротиноиды, мг/г сырой массы	Хлорофилл <i>b</i> + каротиноиды, мг/г сырой массы	Хлорофилл <i>b</i> + каротиноиды / хлорофилл <i>a</i>
			<i>a</i> + <i>b</i>			
Винер	130±1,5	58,5	0,771±0,010	0,233±0,008	0,428	0,743
Зазерский-85	150±1,3	67,5	1,203±0,013	0,539±0,007	0,893	1,001
Интенсивный	161±1,6	72,0	1,003±0,008	0,474±0,010	0,777	1,112

Характеризуя пигментный фонд исследуемых сортов, можно отметить, что интенсивные сорта в условиях водного дефицита содержат большее количество зеленых пигментов, чем сорт Винер (см. табл. 1). Об этом можно судить как по содержанию хлорофилла *a* и хлорофилла *b*, так и по суммарной их концентрации в листе. Особый интерес представляют данные о соотношении хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в листьях ячменя различных сортов. Данное соотношение выше у сорта старой селекции (Винер). Это свидетельствует о том, что при недостаточном водоснабжении содержание компонентов хлорофилла может изменяться в разной степени.

Установлены сортовые отличия по содержанию желтых пигментов (см. табл. 1). Соотношение зеленых и желтых пигментов (хлорофилл *a* +

+*b*/каротиноиды) выше у сортов Зазерский-85 и Интенсивный. Аналогичная зависимость наблюдалась для показателей: хлорофилл *a*/хлорофилл *b* + каротиноиды. Очевидно, что у растений интенсивных сортов в условиях водного дефицита синтезируется и сохраняется больше вспомогательных пигментов, основная функция которых заключается в поглощении световой энергии и передаче ее на реакционные центры фотосистем.

В условиях водного дефицита изменяется распределение вспомогательных и основных пигментов в пигмент-белковых комплексах фотосинтетических мембран, что определяется принадлежностью растений к интенсивному или экстенсивному типу. Некоторое снижение соотношения хлорофилл *a*/хлорофилл *b* в листьях интенсивных сортов на фоне увеличения суммарного содержания пигментов в листе связано прежде всего с синтезом и сохранением в большей степени хлорофиллов *a* и *b* в светособирающих комплексах (55—81 %), так как значения содержания хлорофилла *a* в реакционных центрах фотосистем у исследуемых сортов имеют меньшие различия (табл. 2) по сравнению с сортом Винер (2—29 %). Такой характер изменений, вызванный недостатком воды, подтверждают данные по соотношению: хлорофилл светособирающих комплексов/хлорофилл реакционного центра.

Т а б л и ц а 2

Содержание и соотношение хлорофилла в реакционных центрах (РЦ) и светособирающих комплексах (ССК) в листьях растений ячменя различной потенциальной продуктивности в условиях водного дефицита

Сорт	Хлорофилл, мг/г сырой массы				Соотношение хлорофиллов, мг/мг	
	<i>a</i> ССК	<i>a</i> РЦ	<i>b</i> ССК	<i>a+b</i> ССК	РЦ/ССК	ССК/РЦ
Винер	0,234	0,327	0,195	0,429	0,702	1,311
Зазерский-85	0,425	0,424	0,354	0,779	0,544	1,837
Интенсивный	0,364	0,335	0,303	0,667	0,502	1,991

Следовательно, в условиях недостаточного водоснабжения потенциальные возможности фотосинтетического аппарата осуществлять процесс фотосинтеза различаются у сортов экстенсивного и интенсивного типов. Полученные данные свидетельствуют: у исследуемых сортов выявлена неодинаковая функциональная активность, оцениваемая по сохранению и накоплению органических веществ в процессе фотосинтеза (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Функциональная активность фотосинтетического аппарата растений ячменя в условиях водного дефицита

Сорт	Содержание органических веществ (по углероду)		Накопленная сухая масса		Потеря воды, %
	мг/г сырой массы	% к сорту Винер	%	% к сорту Винер	
Винер	28,00±0,50	100	7,98	100	12,95
Зазерский-85	37,38±0,30	133	11,90	149	6,22
Интенсивный	35,63±0,27	127	11,23	140	5,05

Высокопродуктивные сорта накапливали в условиях недостаточного водоснабжения на 27—30 % больше органических веществ по сравнению с сортом Винер, а накопление сухой массы составляло 140—149 % по от-

ношению к этому же сорту, что свидетельствует о большей устойчивости фотосинтетического аппарата интенсивных сортов к действию неблагоприятных факторов. О большей устойчивости интенсивных сортов к водному стрессу можно судить по количеству потерянной растениями воды (см. табл. 3).

Таким образом, сопоставление реакций растений ячменя на водный дефицит выявило зависимость изменений в структурной организации и функциональной активности фотосинтетического аппарата от принадлежности сортов к экстенсивному или интенсивному типу. Наибольшей чувствительностью к стрессу характеризуется сорт экстенсивного типа Винер. В заключение отметим, что дефицит воды существенно влияет на активность фотосинтетического аппарата на разных уровнях его организации.

Полученные данные могут быть использованы при выяснении механизмов саморегуляции растением физиологических процессов и устойчивости к действию стрессовых факторов, а также как критерии устойчивости фотосинтетического аппарата к действию неблагоприятных условий.

1. Кахнович Л. В., Ходоренко Л. А. // Устойчивость к неблагоприятным факторам среды и продуктивность растений. Иркутск, 1984. С. 113.
2. Ткачук Е. С. // Там же. С. 81.
3. Sestak Z., Pospilova I. // Photobiochem and photobiophys. 1986. V. 12. № 1—2. P. 163.
4. Gupta A. S., Bergowitz // Plant. Physiol. 1988. V. 88. № 1. P.200.
5. Кушниренко М. Д. и др. // Экспресс-методы диагностики жаро- и засухоустойчивости и сроков полива растений. М., 1986.
6. Nobel P. S., Hartsock T. L. // Physiol. plant. 1983. V. 51. № 2. P. 163.
7. Рубин А. Б., Венедиктов Н. С., Кренделева Т. Е. и др. // Фотосинтез и продукционный процесс. М., 1988. С. 29.
8. Аликов Х. К. // Методы комплексного изучения фотосинтеза. 1973. Вып. 2. С. 6.

УДК 612.55+577.352

А. И. ПОТАПОВИЧ, Г. Т. МАСЛОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИРОГЕНАЛА НА ТЕМПЕРАТУРУ ТЕЛА И СВОБОДНОРАДИКАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ У КРЫС, ИНТОКСИЦИРОВАННЫХ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ

Effects of pyrogenal on body temperature and free radical processes in rats poisoning by carbon tetrachloride were studied. It was found that the effect of pyrogenal on body temperature of rats poisoning by CCl_4 is not related with influence of pyrogenal on metabolic activation of carbon tetrachloride.

Использование пирогенов в клинической практике и высокая терапевтическая эффективность при ряде заболеваний обуславливает интерес исследователей к данной группе соединений. Установлено, что пирогенал способен повышать резистентность организма к воздействию различных неблагоприятных факторов [1, 2]. В настоящее время ксенобиотики, в том числе и галогензамещенные углеводороды, становятся мощным негативным фактором окружающей среды, воздействующим на организм. При попадании в организм большинство галогензамещенных углеводородов оказывают гепатотоксичное и канцерогенное действие, в основе которого лежат свободнорадикальные процессы [3]. В данном исследовании была предпринята попытка выявить защитное действие пирогенала в условиях отравления крыс четыреххлористым углеродом и изучить возможные механизмы, лежащие в его основе.