

УДК 633.16:631.523

## **ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

**Э. Н. АКАНОВ, В. В. ПЫЛЬНЕВ, ХАСАН САЛАМА**

(Кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

**При использовании оригинальной газометрической системы выявлена сортовая специфичность фотосинтетической реакции растений ярового ячменя на ухудшение условий водоснабжения и понижения температуры в корневой зоне. Разработанная методика позволяет выделить формы, наиболее отличающиеся по особенностям фотосинтетического переходного процесса, которые в последующем можно использовать для селекции на устойчивость к дефициту почвенной влаги и низким температурам в корневой зоне.**

В получении устойчивых урожаев зерновых культур, в том числе ячменя, большое значение имеет способность растений противостоять неблагоприятным колебаниям погодных условий, особенно температурному стрессу и дефициту почвенной влаги.

В связи с тем, что адаптивные возможности растений напрямую связаны с эффективностью работы внутренних механизмов регуляции, отвечающих за динамическое взаимодействие с окружающей средой, изучение фотосинтетической реакции растений в переходных режимах

является актуальным для разработки и внедрения в практику селекции физиологических методов оценки разных сортов на устойчивость к абиотическим стрессам.

Целью наших исследований было с помощью специально разработанной газометрической системы измерить интенсивность фотосинтетического газообмена ювенильных растений (стадия формирования второго листа) нескольких сортов ярового ячменя в переходном режиме при изменении осмотического давления и понижении температуры в корневой зоне и выявить сортовые особен-

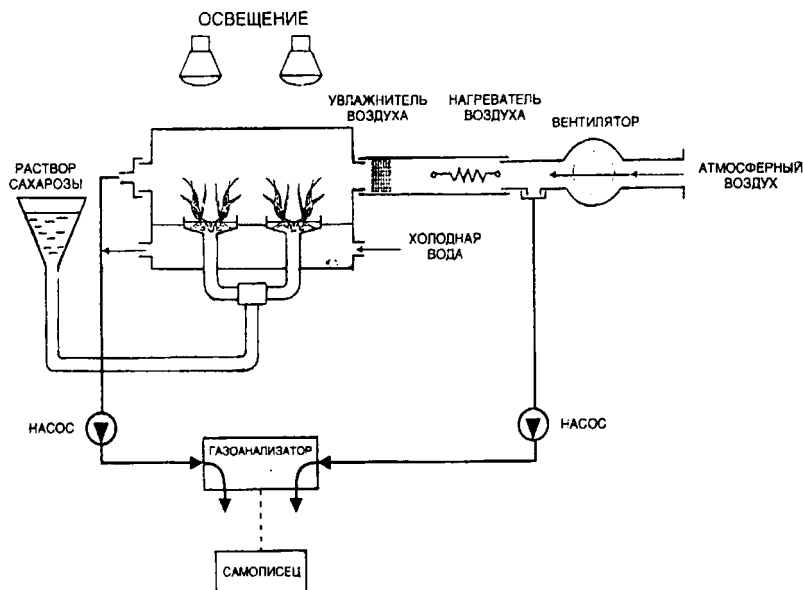


Рис. 1. Принципиальная схема газометрической установки для измерения фотосинтетической реакции после стрессового воздействия на корневую систему растений.

ности в характере протекания переходного процесса.

Принципиальная схема газометрической системы указана на рис. 1. Основная часть системы представляет собой герметическую камеру, соединенную с 2-канальным ИК-газоанализатором. Верхняя прозрачная часть камеры объемом 6,6 дм<sup>3</sup> прямоугольной формы 210×210×150 мм и соединена с нижней ее частью посредством герметического уплотнения. Обе части камеры легко разъединяются при каждой очередной замене прошедших испытание растений на новые.

Растения в камере освещали двумя лампами ДРИ-2000-6, которые создавали освещенность 30 клк. Камеру непрерывно вентилировали с помощью насоса атмосферным воздухом с расходом 200 дм<sup>3</sup>/ч<sup>-1</sup>. При измерении параметры воздуха в камере непрерывно контролировали и поддерживали с помощью нагревателя и увлажнителя постоянными на уровне: температура 22±0,2° С, влажность 50—60%. Одновременно с помощью полупроводникового микротермометра контролировали температуру в корневой зоне.

Интенсивность фотосинтеза измеряли по методу проточной системы [3] с помощью ИК-газоанализатора марки ГИП-10 (0—50 ppm). Поскольку расход вентилирующего воздуха и концентрация  $\text{CO}_2$  на входе в камеру (320 ppm) поддерживались постоянными, шкалу газоанализатора проградуировали непосредственно в единицах интенсивности фотосинтеза ( $\text{mg CO}_2 \cdot \text{ч}^{-1}$ ).

В качестве объекта изучения использовали растения ярового ячменя сортов Винер, Московский 121, Надя, Носовский 9, Московский 2, Московский 3, Зазерский 85, Михайловский. Подготовка семян заключалась прежде всего в таком их отборе из исходной партии, чтобы выборка из 60—120 шт. имела фракционный состав, примерно, одинаковый с исходной партией, т. е. чтобы в выборке были одинаковые с исходной партией относительные доли семян разного размера. Следили также за тем, чтобы семена не имели видимых механических повреждений.

Подготовительную выборку раскладывали на фильтровальную бумагу, смачивали дистиллированной водой и ставили для проращивания в сушильный шкаф при температуре  $25^\circ \text{C}$ . После прорастания, по истечении

2—3 дней, непроросшие семена отбраковывали, а проросшие размещали по 12 чашкам Петри, в каждой не менее 5 проростков. Эти растения в течение 8—10 дней подращивали на дистиллированной воде до стадии формирования второго листа в константных условиях: температура  $22 \pm 0,2^\circ \text{C}$  и влажность воздуха 50—60% при фотопериоде 16 ч.

К моменту фотосинтетических измерений в каждой чашке Петри вследствие переплетения корней образовывался достаточно плотно связанный куст молодых растений, который легко переносили в герметическую камеру газометрической системы (см. рис. 1) в посадочное гнездо, имеющее диаметр, одинаковый с диаметром чашки Петри. В камере было 4 таких посадочных гнезда. В результате измерению подвергали популяцию из 20—40 растений.

При наличии 12 шт. подготовленных к измерению образцов (кустов) и использовании для однократного измерения 4 образцов фотосинтетическую реакцию растений ячменя одного сорта проверяли в 3-кратной повторности. Перед измерением выдерживали временной интервал (15—20 мин), чтобы все параметры газометрической системы успели прийти

в исходное стабильное состояние, одинаковое с теми условиями, в которых растения подращивали начиная от момента замачивания семян и до момента измерения. Следовательно, измеряли фотосинтетическую реакцию растений, адаптированных по режиму прорастания к условиям измерения, а переходный процесс инициировали концентрированным воздействием на корневую систему растений. При этом ситуацию водного стресса создавали прямым воздействием на корневую систему растворами сахарозы разной концентрации, соответствующей осмотическому давлению 5, 10 и 15 атм, которые последовательно, с интервалом 20—30 мин (по нарастающей) начиная с дистиллированной воды, подавали в посадочные гнезда.

Температурное воздействие на корневую систему осуществляли быстрым понижением до 0° С проточной охлаждающей воды, омывающей тонкие боковые стенки посадочных гнезд. В результате температура в корневой зоне быстро (за 5—10 мин) падала от 22° С до 4—5° С.

Общее время экспозиции испытуемых растений во время измерения, в течение которого непрерывно фиксировали интенсивность видимого фотосинтеза, составляло

1,5—2 ч. Для каждого сорта измерения повторяли трижды на разных растениях в соответствии с описанной выше методикой, а результат измерения пересчитывали на 1 растение.

Все сорта ярового ячменя несколько различались по характеру фотосинтетической реакции на последовательное увеличение осмотического давления в корневой зоне. При этом интенсивность фотосинтеза у одной группы сортов (Надя, Московский 3, Носовский 9 и Московский 121) оказалась слабо подверженной такому воздействию, в то же время у другой (Винер, Михайловский и Московский 2) реакция была более динамичной.

В качестве наиболее типичных для данных групп сортов представлены графики переходных процессов для растений сортов Надя и Винер (рис. 2). Как видно, у сорта Надя интенсивность фотосинтеза при последовательном нарастании дефицита влаги остается практически на одном и том же уровне, тогда как у сорта Винер при увеличении осмотического давления от 0 до 5 атм в переходном процессе наблюдается временная «активация» фотосинтеза (определение, введенное для подобных явлений Беликовым П. С., Моториной М. В. [4], а при даль-

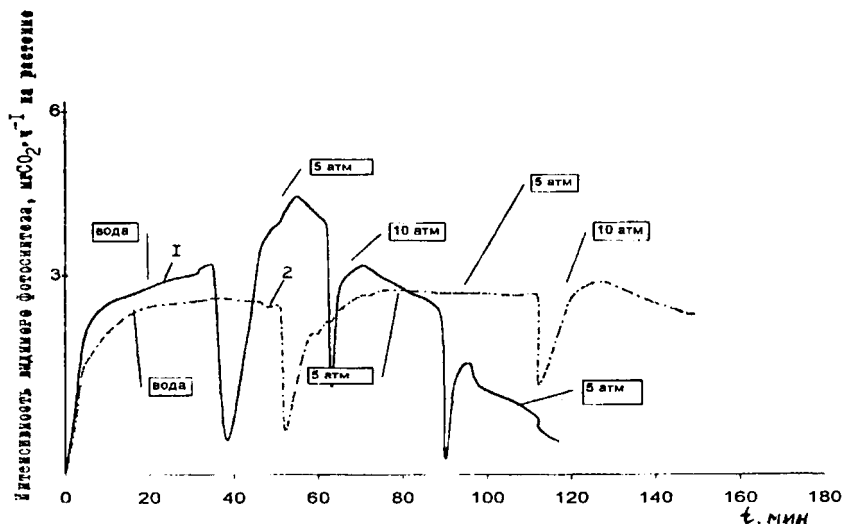


Рис. 2. Фотосинтетические реакции растений ярового ячменя на изменение осмотического давления в растворе сахарозы (в среднем из 3 повторений).

1 — Винер, 2 — Надя.

нейшем нарастании водного дефицита уровень фотосинтеза снижается. Наблюдающиеся на графиках резкие понижения интенсивности фотосинтеза и последующие ее более плавные повышения при каждой очередной замене водного раствора в зоне корней связаны с временной разгерметизацией камеры.

Указанные выше группы сортов различаются и по характеру фотосинтетической реакции на холодовое воздействие в корневой зоне. На рис. 3 представлены 2 графика переходных процессов для растений сортов Надя и Винер, имеющие место в результате быстрого пониже-

ния температуры в корневой зоне с 22 до 4° С. У обоих сортов более четко проявляется эффект «активации» при температурном воздействии по сравнению с эффектом от воздействия осмотиком. Различие между сортами заключается в том, что по завершении динамической фазы переходного процесса интенсивность фотосинтеза приходит к разным уровням относительно исходного, соответствующего температуре 22° С: более низкому — у сорта Надя и более высокому — у сорта Винер.

В результате выполненных с помощью газометрической системы измерений выявляе-

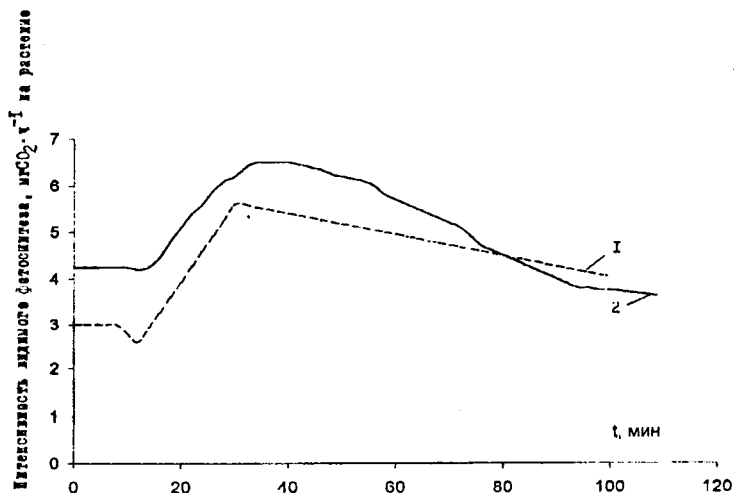


Рис. 3. Фотосинтетическая реакция растений ярового ячменя на охлаждение корневой зоны.

1 — Винер, 2 — Надя.

на сортовая специфика растений ярового ячменя в фотосинтетической реакции на ухудшение условий водоснабжения и понижение температуры в корневой зоне. Из двух испытанных видов воздействия только при температурном воздействии наблюдается эффект «активации» фотосинтеза у всех 8 испытанных сортов, тогда как при воздействии осмотиком достаточно четко «активация» была отмечена только у растений сорта Винер, слабо выражена — у растений сорта Михайловский и практически отсутствовала у остальных сортов. По завершении переходных процессов

были отмечены также сортовые различия в величине установившегося фотосинтетического газообмена: выше или ниже исходного уровня. У сортов Московский 3, Носовский 9, Московский 121 при изменении осмотического давления в корневой зоне этот уровень не изменился.

По особенностям характера протекания переходных процессов фотосинтетического газообмена из всех испытанных сортов можно выделить лишь сорт Винер, который наиболее динамично реагировал на воздействия в корневой зоне. В то же время известно, что этот сорт в производстве и по резуль-

татам сортоиспытаний относительно к числу наиболее засухоустойчивых.

### Выводы

Из полученных результатов можно сделать вывод, что данная газометрическая методика позволяет выделить в групповом испытании при разных видах воздействий сорта (сорты), наиболее ярко выделяющиеся в группе по особенностям фотосинтетического переходного процесса.

Для индивидуальной оценки степени устойчивости сорта, выделенного в результате группового испытания, к тому или иному неблагоприятному фактору внешней среды требуется более глубокое понимание физиологического механизма формирования устойчивости, в том числе путем расшифровки взаимосвязи, которая существует между отдельными па-

раметрами переходного процесса и функционированием внутренних метаболических, гормональных, ферментных и других систем растений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Третьяков Н. Н.* Практикум по физиологии растений. М.: Агропромиздат, 1990. — 2. *Олейникова Т. В., Кожушко Н. Н.* Лабораторные методы оценки засухоустойчивости некоторых зерновых культур. — Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л.: 1970, т. 43, вып. 1, с. 100—110. — 3. *Аканов Э. Н.* Методы герметичной камеры в агрометеорологических и агрофизиологических исследованиях. Автореф. канд. дис. Л., 1989. — 4. *Беликов П. С., Моторика М. В., Невская Р. И.* О природе кратковременной активации фотосинтеза. Изв. ТСХА, 1964, вып. 6, с. 28—36.

*Статья поступила  
3 декабря 1999 г.*

### SUMMARY

When original gasometric system was used it was found that there is varietal specificity in photosynthetic response of spring barley plants to worse conditions of water supply and lower temperature in root zone. The developed technique allows to find the forms which compare most favourably by specific features of photosynthetic transitional process that subsequently can be used for selection on resistance to deficiency of soil moisture and low temperatures in the root zone.