

УДК 633.16:581.132

## ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ДЕЙСТВИЕ ВОДНОГО СТРЕССА

В.В. ПЫЛЬНЕВ, С.Н. БУКИНА, Э.Н. АКАНОВ

(Кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

Статья посвящена разработке новых методик определения засухоустойчивости сортов ярового ячменя. В работе использованы 2 новые газометрические методики определения засухоустойчивости сортов. В результате эксперимента выяснилось, что разработанные методики и соответствующее экспериментальное оборудование позволяет проводить испытания растений различных сортов ярового ячменя с целью выявления их устойчивости к дефициту почвенной влаги. В ходе эксперимента обнаружена сортовая специфика фотосинтетической реакции растений при воздействии, имитирующем дефицит почвенной влаги.

Многие районы нашей страны подвергаются воздействию засухи, которая наносит серьезный ущерб зерновому хозяйству. Учитывая значительное снижение урожайности ярового ячменя в ЦРНЗ от действия ранних засух, необходимо проведение сравнительной оценки создаваемых сортов к действию почвенной засухи с использованием диагностических методов, выявляющих физиологическую устойчивость растений и посевов.

Имеются данные [5], свидетельствующие о снижении интенсивности фотосинтеза при засухе. Они связаны с различными изменениями структуры фотосинтетического аппарата, метаболизма углерода [2]. Многочисленными работами физиологов установлены сортовые различия не только в степени устойчивости сортов к высоким температурам, но и к длительному обезвоживанию [3].

Среди зерновых культур ячмень является относительно засухоустойчивой и солевыносливой куль-

турой, что имеет значение для выращивания его на поливных землях. Несмотря на влаголюбивость, ячмень в засушливых районах дает обычно более высокие урожаи, чем пшеница. Это объясняется тем, что ячмень, имея короткий вегетационный период, не подвержен засухе. Однако влияние водного стресса на интенсивность физиологических процессов и особенности реакции растений ячменя малоизучены, что является ограничением для его возделывания и затрудняет работу на повышение устойчивости данной культуры к неблагоприятным условиям [3].

С позиций селекции исследования особенностей фотосинтетической деятельности ярового ячменя в условиях недостаточного увлажнения до сих пор остаются проблемными. Дальнейшее развитие и усложнение селекционных программ требует активного поиска новых подходов к оценке засухоустойчивости сортов.

Для определения засухоустойчивости зерновых культур использу-

ется методика проращивания семян на растворе сахарозы различной концентрации [4]. В нашей работе отработаны и использованы 2 новые газометрические методики определения засухоустойчивости изучаемых сортов. Предлагаемые методики заключаются в измерении фотосинтеза в переходных режимах после воздействия стресс-фактора на корневую систему. В природных условиях нельзя зафиксировать переходные режимы, так как воздействие стресс-фактора растянуто во времени и поэтому имеет слабую интенсивность. В наших опытах воздействие одномоментное и происходит в течение короткого промежутка времени, что позволяет зафиксировать реакцию растений на воздействие засухи более точно.

### **Методика**

Экспериментальную работу проводили на фитотроне при кафедре физиологии растений МСХА имени К.А. Тимирязева на газометрической установке конструкции Э.Н. Аканова.

Испытывали фотосинтетическую реакцию молодых растений на ситуацию водного стресса, подросших на дистиллированной воде в возрасте 10 сут до стадии формирования 2-го листа в константных условиях: температура воздуха 22С°, влажность воздуха 50-60%, освещенность 30 клк, фотопериод 16 ч. Была проведена серия опытов:

1. Растения каждого сорта подращивали на дистиллированной воде, на фильтровальной бумаге в 6 растильнях по 100 шт. в каждой. Ровно за 24 ч до измерения в 3 растильни добавляли раствор сахарозы концентрации 15 атм. Измерения проводили на 10-й день в одно

и то же время суток. Измеряли интенсивность газообмена растений при нормальных условиях водоснабжения и при имитации засухи. Опыт закладывали в 3 повторностях.

2. Растения каждого сорта проращивали на дистиллированной воде, на фильтровальной бумаге в чашках Петри по 25 шт. в каждой. Подросшие растения переносили в газометрическую систему в 4 посадочных гнезда, имеющих диаметр, одинаковый с диаметром чашек Петри. Ситуацию водного стресса создавали прямым воздействием на корневую систему раствора сахарозы разной концентрации, соответствующей осмотическому давлению 5, 10, 15, атм, которые последовательно, с интервалом 20-30 мин по нарастающей подавали в посадочные гнезда. Одновременно, непрерывно в течение 2 ч, регистрировали ход переходного процесса. Измерения проводили в одно и то же время суток. Опыт закладывали в 4 повторностях.

После измерения интенсивности фотосинтеза по площади листьев определяли площадь фотосинтетической поверхности. По характеру изменения фотосинтетической активности растений ячменя в результате водного стресса судили об уровне засухоустойчивости изучаемых сортов.

### **Результаты**

Изученные нами сорта испытывали по общепринятой методике для определения засухоустойчивости растений путем проращивания семян на растворах сахарозы [4]. В результате проращивания отмечено, что при концентрации 15 атм максимальное число проросших семян наблюдалось у сортов Винер и

Михайловский. Как известно, эти сорта относятся к засухоустойчивым (табл. 1)

Результаты испытания методики 1. Все испытанные сорта ярового ячменя несколько отличались

по характеру фотосинтетической реакции на увеличение осмотического давления в корневой зоне.

Почти у всех сортов отмечена заметная реакция на водный стресс (рис. 1). В условиях засухи проис-

Таблица 1

Влияние осмотического давления раствора сахарозы различной концентрации на прорастание семян разных сортов

Сорт	Доля проросших семян, %					
	на 3-й день			на 7-й день		
	вода	10 атм	15 атм	вода	10 атм	15 атм
Винер	88,0	12,0	10,0	96,0	62,0	18,2
Московский 121	94,0	5,3	1,0	95,0	5,3	2,0
Надя	89,0	22,0	2,0	95,0	27,0	5,5
Носовский 9	91,0	16,3	0,0	96,0	29,4	3,0
Зазерский 85	74,5	11,1	0,0	86,3	11,1	1,0
Московский 3	57,9	5,6	4,0	96,3	9,3	4,0
БИОС 1	90,0	8,2	2,0	97,0	8,2	6,0
Гонар	93,0	5,3	1,9	96,0	7,3	5,5
Михайловский	92,0	30,6	15,7	99,0	44,9	23,5
Раушан	94,0	17,5	9,0	98,0	20,1	10,2

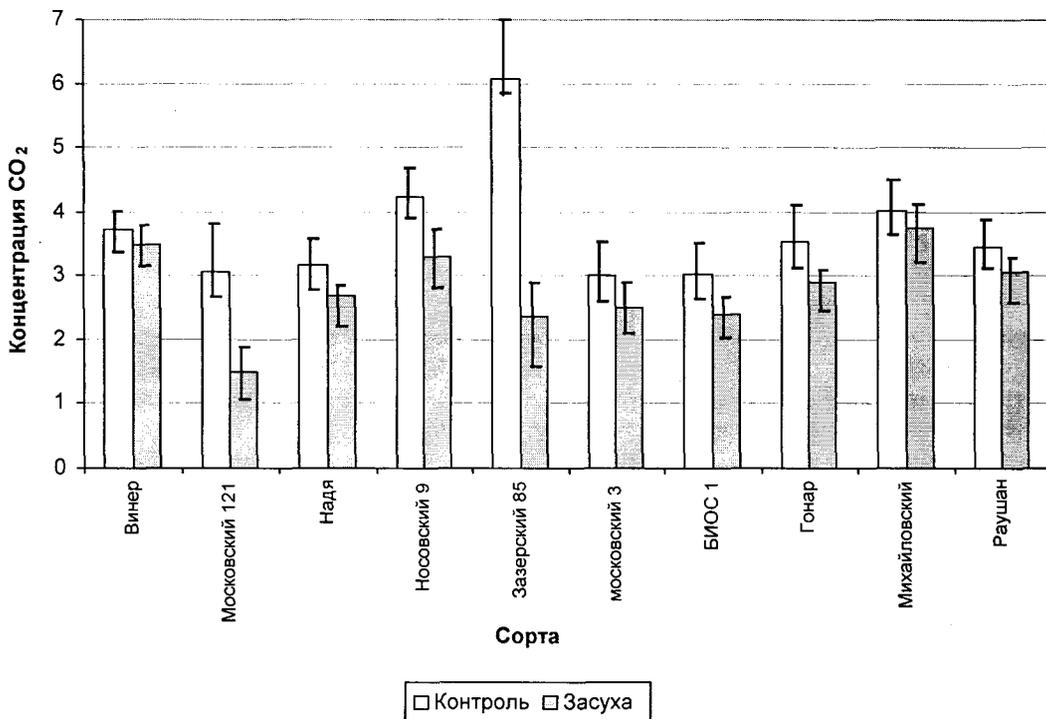


Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза сортов ярового ячменя при увеличении осмотического давления в корневой зоне, мг/ч·дм<sup>2</sup>

ходит снижение интенсивности фотосинтеза по сравнению с контролем.

У сортов Винер и Михайловский интенсивность фотосинтеза снизилась незначительно по сравнению со всеми испытуемыми сортами на 5 и 7% соответственно. У сортов Надя, Носовский 9, Московский 3, БИОС 1, Гонар интенсивность фотосинтеза снизилась в пределах 15-22%.

Таким образом, результаты испытания показывают, что наибольший уровень засухоустойчивости отмечен у сортов Михайловский и Винер.

*Результаты испытания методики 2.* Результаты нашего эксперимента представлены графически на рисунках в виде кривых, отражающих изменение интенсивности газообмена при воздействии, имитирующем дефицит почвенной влаги. Во всех испытанных вариантах изменение фотосинтеза в переходном режиме протекало по-разному.

Сорт Винер при незначительном дефиците почвенной влаги характеризуется резкой активацией интенсивности фотосинтеза и быстрым ее снижением. Затем интенсивность фотосинтеза при повышении осмотического давления сильно падает до уровня, значительно ниже исходного (рис. 2).

У сорта Михайловский лишь при увеличении дефицита почвенной влаги до уровня среднедоступной возникает заметная активация интенсивности фотосинтеза. При дальнейшем увеличении дефицита почвенной влаги фотосинтез снижается.

У сорта Раушан при незначительном дефиците почвенной влаги наблюдается слабая активация фотосинтеза. При увеличении дефицита почвенной влаги до уровня

среднедоступной интенсивность фотосинтеза снижается.

У остальных сортов при незначительном дефиците почвенной влаги интенсивность фотосинтеза сохраняет неизменный уровень (рис. 3). При увеличении осмотического давления в корневой зоне интенсивность фотосинтеза падает.

Как показали измерения, все испытанные сорта ярового ячменя несколько различались по фотосинтетической реакции на последовательное увеличение осмотического давления в корневой зоне. При этом одна группа сортов: Московский 121, Надя, Носовский 9, Зазерский 85, Московский 3, БИОС 1, Гонар оказалась слабо подвержена такому воздействию. В то же время у другой группы сортов: Винер, Михайловский и Раушан реакция была более динамичной.

Сорта Винер и Надя являются наиболее характерными представителями групп сортов с различной реакцией на изменение осмотического давления в корневой зоне. Интенсивность фотосинтеза сорта Надя при последовательном нарастании дефицита влаги остается практически на одном и том же уровне. У сорта Винер при увеличении осмотического давления от 0 до 5 атм в переходном процессе наблюдается временная «активация фотосинтеза», а при дальнейшем нарастании водного дефицита его уровень снижается (рис. 4).

На фоне всех испытанных сортов по характеру протекания переходных процессов фотосинтетического газообмена можно выделить сорта Винер и Михайловский, наиболее динамично реагирующие на воздействие в корневой зоне. В то же время известно, что эти сорта по результатам сортоиспытаний

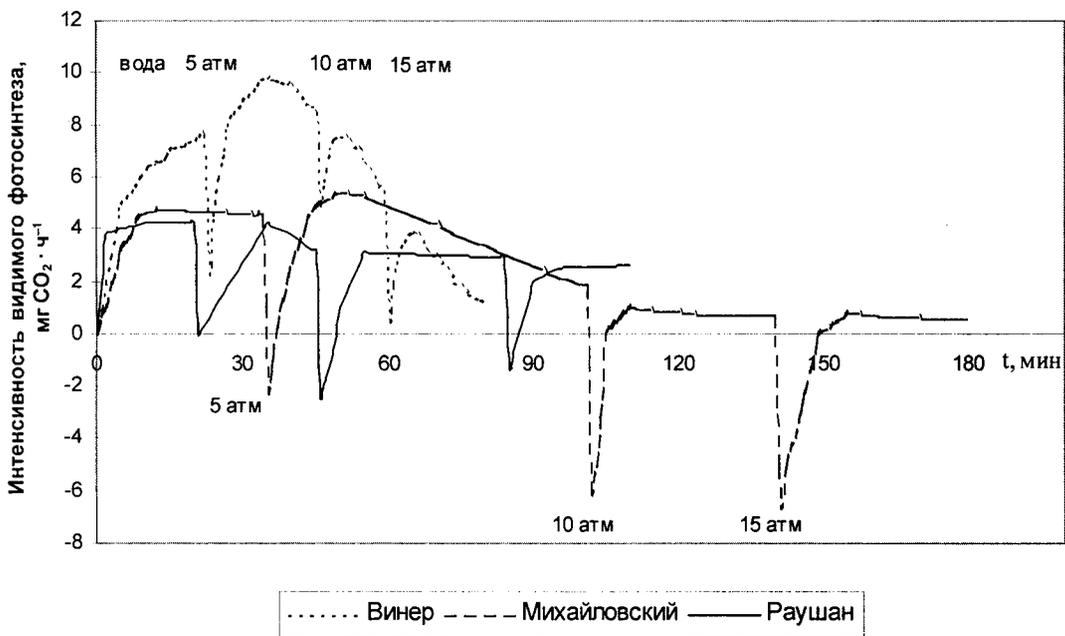


Рис. 2. Интенсивность видимого фотосинтеза у сортов Винер, Михайловский и Раушан

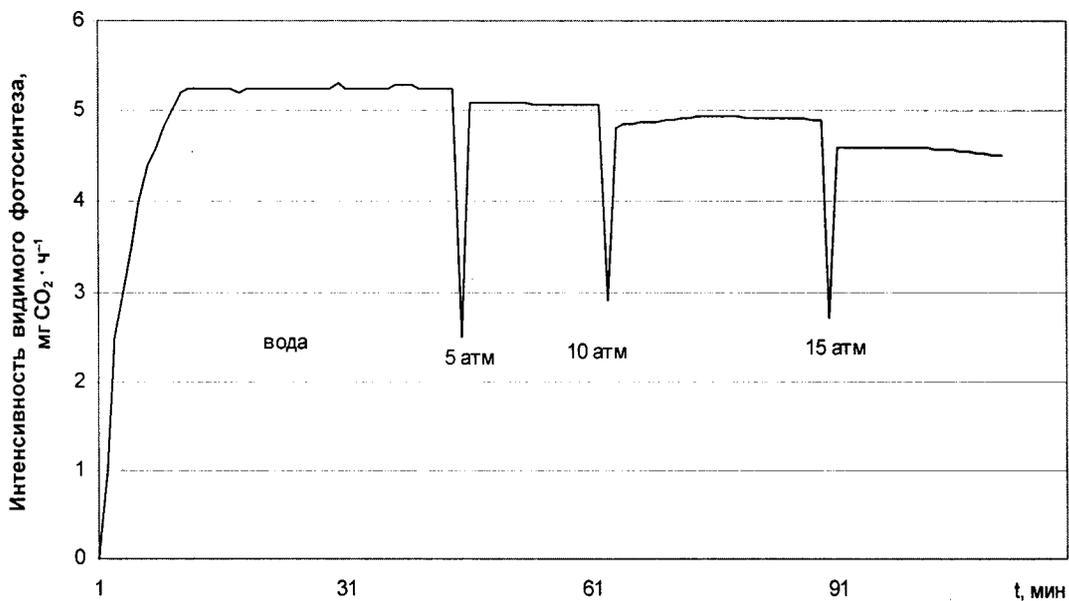


Рис. 3. Интенсивность видимого фотосинтеза у сортов, слабоподверженных изменению осмотического давления в корневой зоне

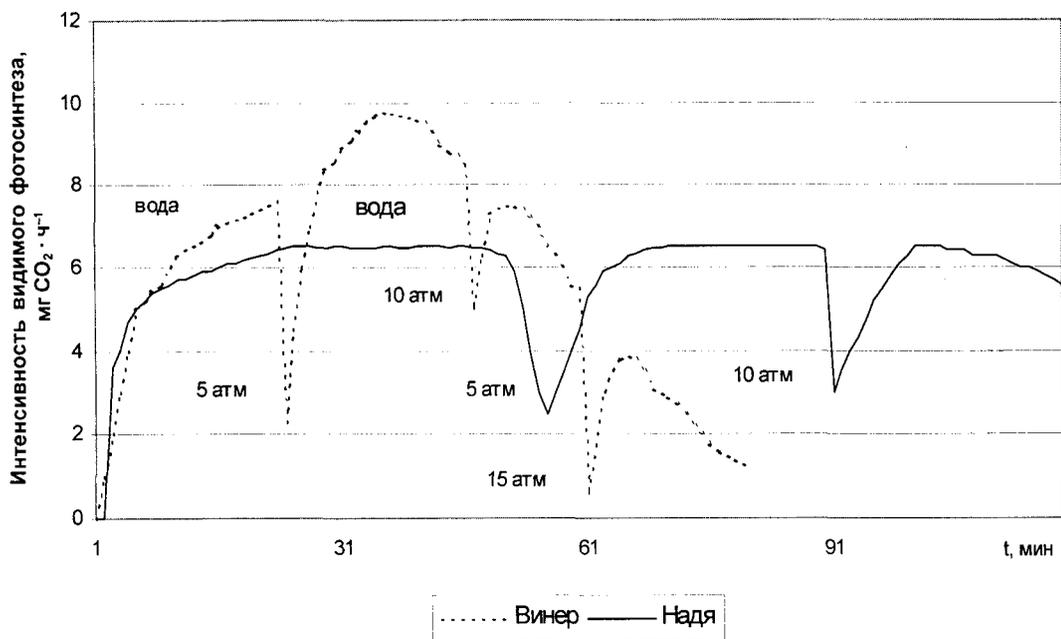


Рис. 4. Интенсивность видимого фотосинтеза сортов Винер и Надя, мг CO<sub>2</sub> · ч<sup>-1</sup>

относятся к числу наиболее засухоустойчивых. Можно сделать вывод, что данные газометрические методики позволяют выделить в групповом испытании при разных видах воздействий наиболее засухоустойчивые сорта.

### Выводы

1. По способности растений противостоять корневой засухе испытываемые сорта можно ранжировать следующим образом: наиболее устойчивыми к засухе являются сорта Винер и Михайловский. Сорт Раушан имеет степень устойчивости выше среднего уровня. Среднюю устойчивость к засухе имеют сорта Надя, Носовский 9, Московский 3, БИОС 1, Гонар. Слабоустойчивые к засухе сорта — Московский 121 и Зазерский 85.

2. Разработанные методики и экспериментальное оборудование для измерения интенсивности фотосинтеза позволяют проводить испытания растений

различных сортов ярового ячменя с целью выявления их устойчивости к дефициту почвенной влаги.

3. В отличие от общепринятой, разработанные нами методики позволяют наблюдать переходные режимы при воздействии стресс-фактора на растение. В природных условиях эти режимы нельзя зафиксировать, так как воздействие стресс-фактора растянуто во времени и поэтому имеет слабую интенсивность. В наших опытах воздействие одномоментное и происходит в течение короткого промежутка времени, что позволяет зафиксировать реакцию растений на воздействие засухи более точно.

4. В ходе эксперимента обнаружена сортовая специфика фотосинтетической реакции растений при воздействии, имитирующем дефицит почвенной влаги.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.М. Водный режим растений и влияние на него засухи. Казань, 1948. — 2. Тарчевский И.А. Фотосинтез и

засуха. Казань, 1964. — 3. Третъяков Н.Н. и др. Особенности физиологических процессов и формирование элементов продуктивности сортов ярового ячменя // Изв. ТСХА, 1993. Вып. 2. С. 158-171. — 4.

Третъяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. М: Колос, 1990. — 5. Шматъко И.Г., Григорюк А.И., Шведова О.Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. Киев, 1989.

*Статья поступила  
15 мая 2005 г.*

#### SUMMARY

This article is about how to work out new methods of determining spring barley varieties drought-resistance. Two new gasmetric methods to determine drought-resistance level of varieties were used. Experimental results showed that both the above-mentioned methods and proper equipment let carry out experiments to reveal varieties resistance to soil water shortage. Having conducted the experiment with varieties, specific character of plants photosynthetic reaction has been found out under conditions imitating water deficit (shortage).