

Н.Н. Анисимова, научный сотрудник;
Е.В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
зерновых культур им.И.Г.Калиненко
(347740, г.Зерноград, Научный городок, д.3; Ionova-ev@yandex.ru)

ОСТАТОЧНЫЙ ВОДНЫЙ ДЕФИЦИТ РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

Представлены данные по величине остаточного водного дефицита (ОВД) ярового ячменя в разные фазы органогенеза и условия выращивания. Установлены сорта с минимальным приростом (4,3-9,2%) остаточного водного дефицита в фазу молочной спелости зерна по сравнению с фазой цветения (Леон, Зерноградский 244, Щедрый, Сокол). Приведена корреляционная связь показателей остаточного водного дефицита растений ярового ячменя с величиной урожайности в условиях модельной засухи $r=0,81$ оптимальной водообеспеченности $r = 0,22$. Установлено влияние водного стресса на величину продуктивности и на элементы структуры урожая (масса и число зерен с главного колоса, масса 1000 семян, густота продуктивного стеблестоя). Отмечено снижение числа продуктивных стеблей на 1 м² при воздействии водного стресса. Максимально этот показатель по отношению к контролю снизился у сортов Зерноградский 1331 (на 32%) и Зерноградский 1438 (на 29%), а минимальное снижение густоты продуктивного стеблестоя отмечено у сортов Тонус, (на 1%), Ратник (на 2%) и Ясный (на 2%). Выявлено значительное снижение числа зерен в колосе по сравнению с контролем у сортов Зерноградский 1210 (на 26%), Зерноградский 1331 (на 15%). Максимальное снижение массы зерна с главного колоса отмечено у сорта Зерноградский 1331 (на 60%) и максимальное снижение массы 1000 семян (на 55%) зафиксировано у этого сорта. Высокий уровень продуктивности в условиях модельной засухи отмечен у сортов Сокол (81,4 г/м²), Щедрый (74,0 г/м²), Леон (78,7 г/м²).

Ключевые слова: ячмень яровой, водный дефицит, продуктивный стеблестой, масса зерна, масса 1000 семян, число зерен с главного колоса, урожайность зерна.

N.N. Anisimova, researcher;
E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences,
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; Ionova-ev@yandex.ru)

WATER DEFICIT OF SPRING BARLEY PLANTS AS ONE OF THE DROUGHT TOLERANCE TRAITS

The article gives the data about the amount of water deficit (WD) of spring barley in different periods of genesis under various growing conditions. There have been selected the varieties ('Leon', 'Zernogradsky 244', 'Zhedry', 'Sokol') with a minimum increase of water deficit (4,3-9,2%) in the period of milky-wax ripeness of grain compared with a period of flowering. It has been given a correlation of spring barley water deficit with amount of yield under the conditions of trial drought $r = 0,81$ and optimal water supply $r = 0,22$. We established that water stress influences on the amount of productivity and on the elements of yield (number and mass of seeds per main spicklet, mass of 1000 seeds, productive stem density). We found out that water stress decreases a number of productive stems per 1 m^2 . The varieties 'Zernogradsky 1331' and 'Zernogradsky 1438' showed a maximum reduce of the trait (on 32% and 29% respectively). The varieties 'Tonus', 'Ratnik' and 'Yasny' showed a minimum reduce of productive stem density (on 1%, 2% and 2% respectively). The varieties 'Zernogradsky 1210' and 'Zernogradsky 1331' showed a significant reduce of the number of seeds per spicklet (on 26% and 15% respectively). The variety 'Zernogradsky 1331' showed a maximum reduce of the number of seeds per main spicklet (on 60%) and a maximum decrease of mass of 1000 seeds (on 55%). The varieties 'Sokol', 'Zhedry' and 'Leon' showed a high quantity of productivity under the conditions of trial drought ($81,4 \text{ g/m}^2$, $74,0 \text{ g/m}^2$, $78,7 \text{ g/m}^2$ respectively).

Keywords: *spring barley, water deficit, productive stem density, grain mass, mass of 1000 seeds, number of seeds per main spicklet, grain productivity.*

Введение. В последние годы ведутся фундаментальные исследования, направленные на выяснение причин и механизмов действия стрессов. Вместе с тем следует отметить, что оптимальные границы повреждения и устойчивости сортов, новых линий и форм зерновых и других культур на разных этапах роста и развития к водному и температурному стрессам, оцениваемым по физиологическим и биохимическим параметрам, изучены еще недостаточно. Получение таких данных является важным для создания сортов с эффективным типом водопотребления в засушливых регионах нашей страны.

Определение параметров водообмена в онтогенезе растений способствует выяснению их реакции на неблагоприятные факторы внешней среды [1]. В процессе роста растения часто подвергаются изменяющимся стрессовым ситуациям, в результате чего расширяются адаптационные возможности организма. Формирование приспособительных свойств связано чаще с количественной стороной метаболических процессов, чем с качественной. Эти

изменения носят вначале фенотипический характер, но впоследствии могут стать причиной генетического закрепления полученных организмом новых свойств. Поэтому поиск новых приспособительных свойств организма и является одной из первоочередных задач наших исследований.

Материалы и методы. В условиях модельной засухи вегетационного опыта («засушник») изучалось 22 образца ярового ячменя. На площадке устанавливают стеллажи размерами 2,2*4 м. Засыпают землей. Делают однометровые рядки с расстоянием между ними 0,15 м.

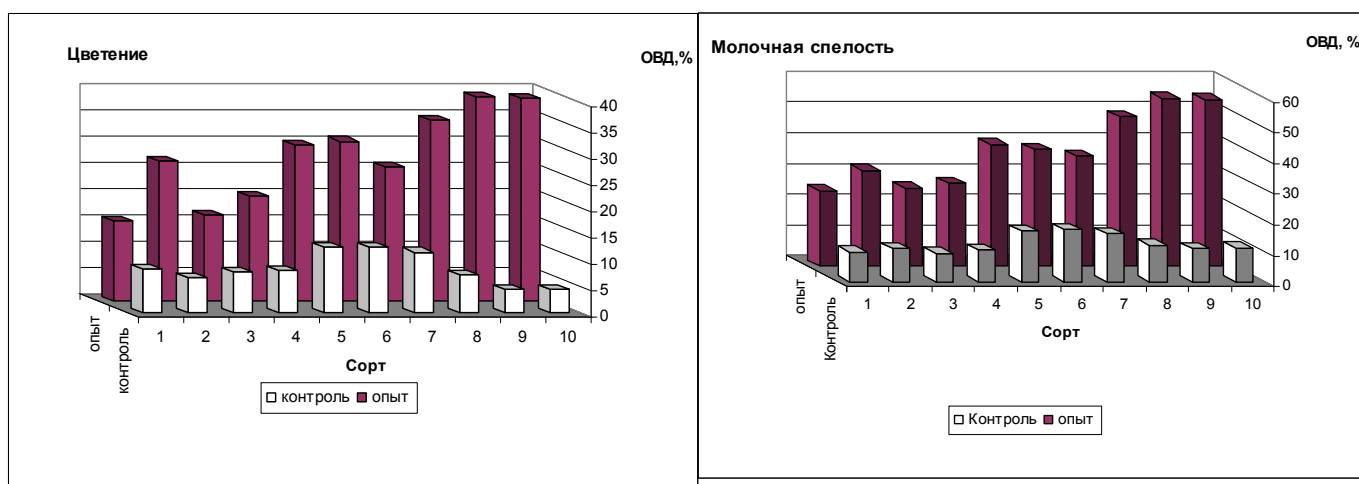
Делянка трехрядковая. Площадь делянки $S=1\text{м} \cdot 0,15 \cdot 3=0,45\text{м}^2$

Образец высевают как в опыте, так и в контроле в четырехкратной повторности.

До четвертого этапа органогенеза (закладка и формирование колосковых бугорков) растения ярового ячменя выращивают в одинаковых условиях как в контроле, так и в опыте. После наступления четвертой фазы органогенеза доступ осадков к растениям, выращиваемым в опыте, прекращается, а в контроле рост их осуществляется при оптимальном увлажнении. Работы, проводимые в засушнике, основываются на методе В.В. Маймистова (1984).

Исследования по определению остаточного водного дефицита (ОВД) проводили по методу Л.С. Литвинова [3].

Результаты. Важным показателем, который необходимо учитывать при оценке уровня засухоустойчивости сортов, является водный баланс растений в утренние часы. Водный дефицит листьев ярового ячменя ранним утром (4 часа), когда происходит наиболее полное восполнение дневных потерь воды, составил в условиях модельной засухи («засушник») в фазу цветения 15,4 - 39,1%, а в фазу молочной спелости зерна – 24,5 - 54,6% (рис. 1).



1. Леон
2. Черноградский 244

3. Щедрый
4. Сокол

5.Ратник

8.Зерноградский 1331

6.Тонус

9.Зерноградский 1438

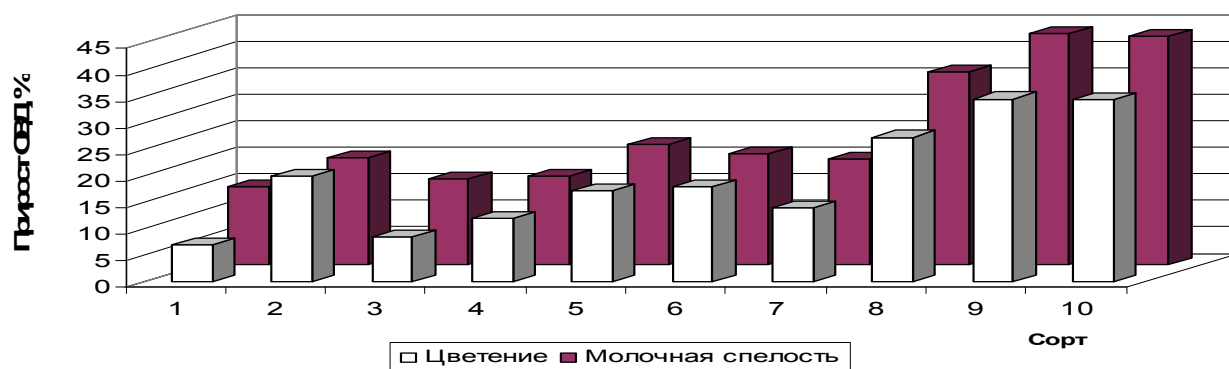
7.Ясный

10.Зерноградский 1210

Рис. 1. Изменение остаточного водного дефицита листьев ярового ячменя в условиях модельной засухи («засушник») в разные фазы органогенеза

Максимальный прирост водного дефицита листьев наблюдался у сортов Зерноградский 1210, Зерноградский 1331, Зерноградский 1438 и составил в фазу молочной спелости зерна (по сравнению с фазой цветения) 13,9 – 15,5%.

Минимальный прирост остаточного водного дефицита, отмеченный у сортов Леон, Зерноградский 244, Щедрый, Сокол был в пределах 4,3 – 9,2%. Идентичные результаты получены при сравнении значений остаточного водного дефицита листьев растений ярового ячменя опыта (засушливые условия) и контроля (оптимальные условия) (рис. 2).



1.Леон

6.Тонус

2.Зерноградский 244

7.Ясный

3.Щедрый

8.Зерноградский 1331

4.Сокол

9.Зерноградский 1438

5.Ратник

10.Зерноградский 1210

Рис. 2. Прирост остаточного водного дефицита листьев ярового ячменя опыта (30% ПВ) в сравнении с контролем (70% ПВ) в разные фазы органогенеза

Максимальному обезвоживанию подверглись сорта Зерноградский 1210, Зерноградский 1438 и Зерноградский 1331.

Прирост водного дефицита по сравнению с контролем у них составил в фазу цветения 34,4, 34,6 и 27,3%, а в фазу молочной спелости зерна 42,5, 43,4и 35,1% соответственно. С наименьшей потерей воды по двум фазам развития засуху перенесли такие сорта, как Леон, Щедрый и Сокол. Прирост водного дефицита этих сортов по сравнению с контролем составил 7, 8,6 и 11,9% соответственно.

Воздействие водного и температурного стрессов вызвало значительное увядание растений, поскольку даже с закрытыми устьицами поверхность листа не является полностью

водонепроницаемой, а при большой сосущей силе сухого и горячего воздуха она теряет небольшие, но иногда (как в наших исследованиях) критические количества воды (Зерноградский 1210, Зерноградский 1438).

В целом сортовые различия реакции на водный стресс наблюдались при выращивании растений, как в оптимальных, так и в засушливых условиях. Корреляционная связь показателей остаточного водного дефицита растений ярового ячменя с величиной урожайности в условиях засухи $r = 0,81$, а при оптимальной водообеспеченности $r = 0,22$.

Изменение структуры величины урожая ярового ячменя в зависимости от условий выращивания («засушник», 2007-2010)

СОРТ	Густота продуктивного стеблестоя, шт/м ²			Кол-во зерен с главного колоса, шт			Масса зерна с главного колоса, г			Масса 1000 семян, г			Урожайность зерна, г/м ²		
	Опыт	Контр	% к КОНТ	Опыт	Контр	% к КОНТ	Опыт	Контр	% к КОНТ	Опыт	Контр	% к КОНТ	Опыт	Контр	% к КОНТ
Ратник	337	343	98	12,8	13,7	93	0,27	0,57	47	20,94	43,66	48	54,0	153,4	35
Сокол	356	357	100	12,3	12,7	97	0,32	0,54	59	21,59	43,79	49	81,4	142,7	57
Ясный	350	358	98	14,3	15,0	95	0,24	0,57	42	18,77	37,64	50	50,0	126,7	40
Тонус	349	352	99	13,2	13,9	95	0,24	0,56	43	18,22	39,85	46	55,4	154,7	36
Щедрый	356	343	104	15,9	16,6	96	0,29	0,57	51	21,33	38,02	56	74,0	125,0	59
Леон	361	355	102	14,8	15,3	97	0,28	0,53	53	24,32	43,01	57	78,7	128,1	61
Зерноградский 1210	270	338	80	13,0	17,6	74	0,24	0,57	42	17,36	32,68	53	45,0	134,1	34
Зерноградский 244	364	364	100	13,5	14,5	93	0,29	0,60	48	23,14	42,38	55	70,7	140,1	50
Зерноградский 1438	255	360	71	12,1	13,5	90	0,24	0,58	41	18,56	37,64	49	47,0	200,1	23
Зерноградский 1331	249	366	68	12,0	14,1	85	0,26	0,65	40	19,13	42,44	45	46,7	214,8	22
НСР _{0,5}	25,75	41,16		6,39	2,59		0,067	0,117		-	-		23,12	35,85	

Наиболее важным показателем, определяющим реакцию сортов ярового ячменя на недостаток влаги, является величина его продуктивности.

Водный стресс, действующий с фазы кущения, оказал заметное влияние на формирование структуры урожая ярового ячменя. Снижение урожайности в условиях засухи складывается из снижения элементов её структуры (массы и числа зерен с главного колоса, массы 1000 семян).

Реакция растений на водный стресс и уровень снижения продуктивности сортов ярового ячменя была различной (см. таблицу).

Одной из реакций растений ярового ячменя на водный стресс является снижение числа продуктивных стеблей на 1 м². Максимальное снижение продуктивных стеблей по отношению к контролю отмечено у сортов Зерноградский 1331, Зерноградский 1438 (на 32 и 29%). Минимальное снижение густоты продуктивного стеблестоя отмечено у сортов Тонус, Ясный, Ратник на 1 – 2%. Лучшие показатели по величине продуктивного стеблестоя зафиксированы у сортов Щедрый и Леон (превышение по сравнению с контролем составило 4 и 2 % соответственно).

Значительное снижение числа зерен в колосе по сравнению с контролем отмечено у сортов Зерноградский 1210 (на 26%) и Зерноградский 1331 (на 15%), а у сортов Леон и Сокол снижение данного показателя было минимальным и составило 3%.

Наибольшее снижение массы зерна с главного колоса по сравнению с контролем отмечено у сорта Зерноградский 1331 (на 60%). В меньшей степени снижение массы отмечено у сортов Сокол (на 41%), Леон (на 47%), Щедрый (на 49%).

При воздушной и почвенной засухе максимальное снижение массы 1000 семян по сравнению с оптимальными условиями отмечено у сорта Зерноградский 1331 (на 55%), а минимальное ее снижение – у сортов Леон (на 43%), Щедрый (на 44%), Зерноградский 244 (на 45%).

В результате проведенных исследований установлено наименьшее снижение урожайности зерна в условиях модельной засухи, по сравнению с оптимальным увлажнением у сортов Щедрый (на 41%), Сокол (на 43%), Леон (на 39%), Зерноградский 244 (на 50%).

Выводы. Устойчивость к засухе в течение всей вегетации ярового ячменя зависит от водного режима растений. Чем жестче засуха, тем существеннее влияние величины ОВД на элементы структуры урожая и на урожайность в целом. Минимальный уровень продуктивности в острозасушливых условиях сформировали сорта Ясный (50 г/м²), Зерноградский 1210 (45 г/м²), Зерноградский 1331 (46,7 г/м²) Зерноградский 1438 (47 г/м²), а максимальная продуктивность отмечена у сортов Сокол (81,4 г/м²), Щедрый (74

г/м²) и Леон (78,7 г/м²). Выделившиеся по величине водного дефицита сорта обладали высоким уровнем устойчивости к засухе (Леон, Зерноградский 244, Щедрый, Сокол).

Литература

1. *Жученко, А.А.* Ресурсный потенциал производства зерна в России /А.А. Жученко. – М.: ООО «Изд.-во Агрорус», 2004. – 1109 с.
2. *Маймистов, В.В.* Физиологические основы селекции озимой пшеницы на засухоустойчивость / В.В. Маймистов. – Краснодар, 2000. – 50с.
3. *Литвинов, Л.С.* Методы оценки засухоустойчивости / Л.С. Литвинов // Семеноводство. –1988. – №6. – С.7-12.

Литература

1. *Zhuchenko, A.A.* Resource potential of grain production in Russia / A.A. Zhuchenko. – М.: ООО “Agroorus Publ.”, 2004. – 1109 p.
2. *Maymistov, V.V.* Physiologic principles of winter wheat breeding on drought resistance / V.V. Maymistov – Krasnodar, 2000. – 50 p.
3. *Litvinov L.S.* Methods of assessment of drought resistance / L.S. Litvinov// Seed-growing. – 1988. – №6. – PP.7-12.