

ЛАБОРАТОРНЫЙ СКРИНИНГ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И ИХ СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. ЛЕВАКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0002-5400-669X, E-mail: levakova.olga@bk.ru

ИНСТИТУТ СЕМЕНОВОДСТВА И АГРОТЕХНОЛОГИЙ – ФИЛИАЛ
ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ»

Одним из лимитирующих факторов роста, развития и получения высоких урожаев ячменя является засуха. В связи с этой проблемой, в статье представлены результаты исследований по изучению засухоустойчивости в лабораторных условиях и стрессоустойчивости, стабильности урожайности в полевых условиях Рязанской области сортов и сортообразцов ярового ячменя. Материалом исследований являлись 5 сортов ярового ячменя – Яромир, Надежный, Знатный, Златояр, Рафаэль (ГСИ) и 9 селекционных линий, перспективных для дальнейшего их использования. Установлено, что в результате лабораторных опытов по способности прорасти в условиях осмотического стресса семян ярового ячменя проявляются значительные сортовые различия исследуемых образцов. Выявлено, что самую высокую способность противостоять водному стрессу показали сорт Яромир и линии 181/3-12h 897, 31/4-12h 90, имеющие тип засухоустойчивости выше среднего (52-68 %). Но многие исследуемые сорта и линии можно отнести к «засухотолерантным», так как они, приостанавливая рост во время ранне-весенней засухи, возобновляют его сразу же после выпадения осадков, что позволяет им быстро компенсировать недостаток влаги и сохранить высокий уровень продуктивности. Об этом свидетельствуют полученные в полевых условиях урожайные данные, где выделены сорта Знатный, Рафаэль и селекционная линия 30/3-12h 983, обладающие высокой пластичностью и стабильностью в условиях Рязанской области. Об этом свидетельствуют следующие показатели: низкий коэффициент вариации, высокий индекс стабильности и показатель уровня стабильности сорта.

Ключевые слова: ячмень, сорт, линия, засухоустойчивость, стабильность, адаптивность.

LABORATORY SCREENING OF THE DRY RESISTANCE OF VARIETIES AND PROSPECTIVE LINES OF SPRING BARLEY AND THEIR STABILITY HARVESTING IN THE FIELD CONDITIONS OF THE RYAZAN REGION

O.V. Levakova

INSTITUTE OF SEED INDUSTRY AND TECHNOLOGY – BRANCH OF FEDERAL
STATE BUDGET SCIENTIFIC INSTITUTION «FEDERAL RESEARCH CENTER OF
AGRICULTURAL ENGINEERING VIM»

Abstract: *One of the limiting factors of growth, development and obtaining high yields of barley is drought. In connection with this problem, the article presents the results of studies on drought resistance in the laboratory and stress resistance and stability of yield in the field of varieties and varieties of spring barley. The research material was 5 varieties of spring barley- Yaromir, Reliable, Noble (GSI), Zlatoyar (GSI), Raphael (GSI) and 9 breeding lines promising for*

their further use. As a result of laboratory experiments on the ability to germinate under osmotic stress of spring barley seeds, significant varietal differences of the studied samples are manifested. Yaromir variety and lines 181/3-12h 897, 31/4-12h 90 showed the highest ability to resist water stress, having a type of drought resistance above average (52-68 %). But many of the studied varieties and lines can be attributed to "drought tolerant", as they, suspending growth during the early spring drought, resume it immediately after precipitation, which allows them to quickly compensate for the lack of moisture and maintain a high level of productivity. This is evidenced by the yield data obtained in the field, where the varieties Noble and Raphael, breeding line 30/3-12h 983, which have high plasticity and stability in the Ryazan region, were isolated. This is evidenced by the following indicators: low coefficient of variation, high stability index and PUSS index.

Keywords: barley, variety, line, drought resistance, stability, adaptability.

Главным неблагоприятным фактором в условиях Рязанской области в последние годы является обезвоживание почвы в весенне-летний период, особенно в период всходов зерновых культур. Одним из важных факторов получения нестабильных урожаев - периодически повторяющаяся почвенная и воздушная засуха, которая проявляется на начальном этапе органогенеза – фазе прорастания семян. В условиях такой засухи большая роль отводится зародышевым корням, которые определяют закладку и рост узловых корней. Исследованию засухоустойчивости ярового ячменя посвящено большое количество публикаций [1,2]. Известно, что стрессоустойчивость реализуется под влиянием экстремальных факторов среды. Однако, изучение данной проблемы в полевых условиях осложняется нестабильностью воздействия абиотических факторов, разной степенью их напряженности и включением механизмов компенсаторных реакций, которые приводят к искажению величины показателя.

Поэтому, повышение засухоустойчивости зерновых культур имеет огромное значение для земледельческих районов нашей страны. Важная роль в увеличении урожайности и улучшении качества зерновых культур принадлежит селекции на засухоустойчивость. А это, в свою очередь, ставит перед селекционерами задачу создания сортов ярового ячменя, засухоустойчивых в течение всего периода вегетации. Поэтому, дальнейшее успешное возделывание данной культуры неразрывно связано с внедрением новых сортов [3]. В связи с этим, возрастает потребность к лабораторной экспресс-диагностике засухоустойчивости сортов, которая на ранних этапах онтогенеза оправдана тем, что растения в фазе проростков наиболее чувствительны к стрессам и различия, проявляющиеся между сортами в этот период, сохраняются как генетический признак и у взрослых растений.

Цель исследований – изучение реакции перспективных линий и сортов ярового ячменя к искусственно создаваемым стрессам и выявление высокоадаптивных, экологически пластичных и стабильных форм в условиях Рязанской области, рассчитанных по признаку «урожайность зерна».

Материал и методика исследований

В серии лабораторных опытов в 2016-2018 гг. и полевых исследований 2014-2018 гг. материалом исследования служили 5 сортов ярового ячменя – Яромир, Надежный, Знатный, Златояр, Рафаэль (ГСИ) и 9 линий собственной селекции, перспективных для дальнейшего их использования. В качестве стрессоров использовали сахарозу.

Для определения засухоустойчивости образцов согласно методическому руководству [4], отбирали здоровые, нормально выполненные семена, которые перед проращиванием обработали раствором антисептика. Опыт закладывали в чашках Петри в 3-х кратной повторности. Концентрация осмотического раствора сахарозы соответствовала давлению 14 атмосфер (15,8 г). В контрольном варианте использовали дистиллированную воду. Семена проращивали в термостате при температуре 21 °С. Подсчеты количества проросших семян проводили на 3, 5 и 7 день после закладки опыта. Процент прорастания определяли количеством семян, давших корешок самой минимальной длины. Используемая методика оценки засухоустойчивости позволяет разделить образцы на следующие группы: 1 –

неустойчивые (0-20 %); 2 – слабоустойчивые (21-40 %); 3 – среднеустойчивые (41-60 %); 4 – устойчивость выше средней (61-82 %); 5 – высокоустойчивые (81-100 %).

В наших исследованиях учитывалась урожайность ячменя в деляночных посевах площадью 12 м², повторность 4-х кратная. Норма высева 5,0 млн всхожих семян на гектар.

Результаты исследований

В результате лабораторных опытов по способности прорасти в условиях осмотического стресса семян ярового ячменя проявляются значительные сортовые различия исследуемых образцов. Отмечено, что у выделенных нами в процессе селекционной работы перспективных линий и сортов неустойчивых к засухе образцов (0-17 %) отмечено не было, впрочем, как и высокоустойчивых образцов (69-85 %).

Данные таблицы 1 показывают, что самую высокую способность противостоять водному стрессу показали сорт Яромир и линии 181/3-12h 897, 31/4-12h 90, имеющие тип засухоустойчивости выше среднего – 52-68 %. Большая часть исследуемых образцов относилась к среднеустойчивому типу засухоустойчивости – 35-51 %. Оставшаяся группа образцов имела слабую устойчивость к засухе (18-34%). Самую большую всхожесть семян при осмотическом стрессоре показала линия 31/4-12h 90 – 59,7 %, а самую меньшую всхожесть – линия 20/4-11h 723 – 23,3 %.

Таблица 1

Устойчивость сортов и линий ярового ячменя к моделируемой в лабораторных условиях засухе

Название сорта, линии	Засухоустойчивость по годам, %			Средняя	Тип засухоустойчивости
	2016	2017	2018		
Яромир	54,6	46,3	58,9	53,3	Выше средней
Надежный	38,6	32,4	37,0	36,0	Среднеустойчивый
Знатный (ГСИ)	36,8	32,7	39,4	36,3	Среднеустойчивый
Златояр (ГСИ)	23,4	25,6	20,8	23,3	Слабоустойчивый
Рафаэль (ГСИ)	38,2	33,3	42,9	38,1	Среднеустойчивый
20/4-11h 723	18,3	16,0	29,5	21,3	Слабоустойчивый
60/2-09h 714	27,9	25,6	36,6	30,0	Слабоустойчивый
30/3-12h 983	37,4	36,1	38,2	37,2	Среднеустойчивый
141/1-09h 746	27,5	23,9	32,5	28,0	Слабоустойчивый
48/3-12h 1016	36,7	30,2	47,8	38,2	Среднеустойчивый
4/3-12h 933	39,6	36,1	41,5	39,1	Среднеустойчивый
27/3-12h 977	26,2	18,6	31,6	25,5	Слабоустойчивый
181/3-12h 897	54,7	48,2	54,2	52,4	Выше средней
31/4-12h 90	53,6	47,9	77,5	59,7	Выше средней
Среднее	36,7	32,4	42,0		
CV, %	32,6	31,3	33,7		

Многие исследуемые сорта и линии можно отнести к «засухотолерантным», так как они, приостанавливая рост во время ранне-весенней засухи, возобновляют его сразу же после выпадения осадков, что позволяет им быстро компенсировать недостаток влаги и сохранить высокий уровень продуктивности. Об этом свидетельствуют полученные в полевых условиях урожайные данные.

Так, на основании анализа проведенных полевых исследований урожайности исследуемых образцов за 5 лет, было установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу имел сорт Рафаэль (-2,15). Самую низкую полевую стрессоустойчивость имели линии 4/3-12h 933, 181/3-12h 897 (- 4,36) (табл. 2).

Самый высокий показатель генетической гибкости $(Y1+Y2)/2$ был у сорта Знатный и линии 48/3-12h 1016 – 7,96 и 7,99 т/га, соответственно.

Средний (10-20 %) коэффициент вариации урожайности наблюдался у сорта Знатный и селекционных линий: 35/1-09h 662, 30/3-12h 983, 20/4-11h 723, 48/3-12h 1016. Все остальные линии и сорта имели значительные показатели (20-30 %) коэффициента вариации.

Таблица 2

Показатели урожайности, экологической пластичности и стабильности сортов и линий ярового ячменя, ср. (2014–2018 гг.)

Название сорта, линии	Стрессо-устойчивость У2-У1	Генетическая гибкость сорта У1+У2	Коэффициент вариации (CV), %	Средняя урожайность за 5 лет, т/га (Xi)	Размах варьирования урожайности (min-max), т/га
		2			
Яромир, стандарт	-3,17	7,82	20,9	7,46	6,44-9,61
Надежный	-3,14	7,54	21,3	7,4	5,89-9,03
Златояр (ГСИ)	-3,1	7,31	21,1	7,21	5,76-8,86
Знатный (ГСИ)	-3,53	7,96	19,0	7,7	6,19-9,72
Рафаэль (ГСИ)	-2,15	6,58	15,4	6,77	5,5-7,65
141/14-09h 746	-3,64	7,4	22,9	7,24	5,58-9,22
4/3-12h 933	4,36	7,05	31,7	6,52	4,54-8,90
30/3-12h 983	-3,08	7,2	16,0	7,3	5,66-8,74
27/3-12h 977	-3,25	7,14	22,7	7,23	5,51-8,76
181/3-12h 897	-4,36	6,82	26,2	6,88	5,88-9,0
48/3-12h 1016	-3,63	7,99	20,5	7,75	6,17-9,80
31/4-12h 990	-3,23	7,55	20,4	7,15	5,93-9,16
20/4-11h 723	-2,98	6,81	18,5	6,66	5,32-8,30

При средней урожайности (Xi) сорта Яромир (взятого за стандарт) — 7,46 т/га большую урожайность показали сорт Знатный (7,7 т/га) и линия 48/3-12h 1016 (7,75 т/га).

В наших условиях минимальное значение размаха урожайности показал сорт Рафаэль – 26,9 %. Высокий размах урожайности имели селекционные линии 4/3-12h 933, 181/3-12h 897 – 49,0 и 48,4 %, соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Показатели адаптивности, стабильности и отзывчивости сортов и линий ярового ячменя, ср. (2014–2018 гг.)

Название сорта, линии	Размах урожайности (d), %	Коэффициент адаптации (КА)	Индекс стабильности (L')	Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), %
Яромир, стандарт	37,3	1,05	3,6	100
Надежный	35,9	1,04	3,5	96,3
Златояр (ГСИ)	35,0	1,06	3,4	91,1
Знатный (ГСИ)	36,3	1,08	4,1	117,4
Рафаэль (ГСИ)	26,9	0,96	4,4	110,7
141/14-09h 746	39,5	1,01	3,2	86,1
4/3-12h 933	49,0	0,9	2,1	50,9
30/3-12h 983	34,4	0,99	4,6	124,8
27/3-12h 977	37,1	0,98	3,2	86,0
181/3-12h 897	48,4	0,96	2,6	66,5
48/3-12h 1016	37,0	1,06	3,8	109,5
31/4-12h 990	35,3	1,0	3,5	93,0
20/4-11h 723	45,6	1,0	3,6	89,1

Самый высокий индекс стабильности отмечен у сортов Знатный (4,1), Рафаэль (4,4) и линии 30/3-12h 983 (4,6). Самый низкий индекс стабильности имела линия 4/3-12h 933 (2,1).

Коэффициент адаптивности за годы исследований варьировал от 0,88 до 1,08. Из 13 изучаемых сортов и линий только 8 (61,5 %), в среднем за 5 лет, имели коэффициент адаптивности свыше 1. Самый высокий коэффициент адаптивности имел сорт Знатный – 1,08. Из изучаемых линий выделилась линия 48/3-12h 1016 – 1,06.

Отбор на адаптивность с учетом стабильности требует определенного селекционного критерия. В качестве оценки оптимального сочетания у генотипов высокой и стабильной устойчивости к стрессовому фактору, по нашему мнению, подходит показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), в селекционном плане более объективно отражающего действительную пластичность сорта по устойчивости к биотическому фактору.

По показателю ПУСС выделились сорта Знатный, Рафаэль и селекционная линия 30/3-12h 983, имеющие значение этого показателя более 100 %.

Заключение

На основании проведенных исследований следует, что выведение новых перспективных засухоустойчивых сортов ячменя является весьма актуальной задачей в селекции. Самую высокую способность противостоять водному стрессу показали сорт Яромир и линии 181/3-12h 897, 31/4-12h 90, имеющие тип засухоустойчивости выше среднего. Анализ данных полевых исследований выявил сорта Знатный, Рафаэль и селекционную линию 30/3-12h 983, обладающие высокой пластичностью и стабильностью в условиях Рязанской области. Об этом свидетельствуют следующие показатели: низкий коэффициент вариации, высокий индекс стабильности и показатель уровня стабильности сорта.

Литература

1. Кокина Л.П., Щенникова И.Н., Зайцева И.Ю. Оценка коллекционных образцов ярового ячменя на устойчивость к осмотическому стрессу // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2018. – том 66. - № 5. – С. 40-44. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.66.5.40-44.
2. Ныска И.Н., Петренко В.П. Экспресс-метод оценки ярового ячменя на устойчивость к засухе // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2017. - № 7. – С. 22-24.
3. Левакова О.В. Изучение исходного материала ярового ячменя в целях использования его в селекционном процессе для Центрального региона РФ // *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2018. – № 2 – С. 61-65. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10018
4. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство / под общ. ред. Г.В. Удовенко. – Л. – 1988. – 227 с.

References

1. Kokina L.P., Shchennikova I.N., Zaitseva I.Yu. Otsenka kollektсионnykh obraztsov yarovogo yachmenya na ustoichivost' k osmoticheskomu stressu [Assessment of collection samples of spring barley for resistance to osmotic stress]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. - 2018. - Vol. 66. - no. 5. - pp. 40-44. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.66.5.40-44. (In Russian)
2. Nyska I.N., Petrenkova V.P. Ekspress-metod otsenki yarovogo yachmenya na ustoichivost' k zasukhe [Express method for assessing spring barley for drought resistance]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2017, no.7, pp. 22-24. (In Russian)
3. Levakova O.V. Izuchenie iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya v tselyakh ispol'zovaniya ego v selektsionnom protsesse dlya tsentral'nogo regiona RF [The study of the source material of spring barley in order to use it in the breeding process for the central region of the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2, pp. 61-65. DOI: 10.24411/2309-348Kh-2018-10018 (In Russian)
4. Diagnostika ustoichivosti rastenii k stressovym vozdeistviyam: metodicheskoe rukovodstvo pod obshch. red. G.V. Udovenko [Udovenko G.V. ed. Diagnosis of plant resistance to stress: a methodological guide]. L, 1988, 227 p. (In Russian)