

УДК 581.1:633.11

О.В. Бычкова, Л.П. Хлебова

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ  
ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ**

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет»

e-mail: [olga4ka\\_asu@mail.ru](mailto:olga4ka_asu@mail.ru)

Проведена физиологическая оценка засухоустойчивости яровой твердой пшеницы по способности прорасти на растворах с высоким осмотическим давлением. Изучена всхожесть, оценены морфометрические показатели проростков и зародышевых корней. Выделены наиболее информативные признаки для оценки засухоустойчивости у сортов с различной степенью устойчивости к недостатку влаги.

*Ключевые слова:* твердая пшеница, осмотический стресс, засухоустойчивость, всхожесть, зародышевые корни, физиологическая оценка.

O.V. Bychkova, L.P. Khlebova

**PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT OF DROUGHT RESISTANCE  
IN SPRING DURUM WHEAT**

Altai State University

e-mail: [olga4ka\\_asu@mail.ru](mailto:olga4ka_asu@mail.ru)

Physiological assessment of drought resistance in spring durum wheat for their ability to grow in solutions of high osmotic pressure was carried out. Germination, morphometric parameters of seedlings and germinal roots were studied. We selected the most informative features to evaluate drought resistance in cultivars with different levels of resistance to the lack of moisture.

*Keywords:* durum wheat, osmotic stress, drought resistance, germination, germ roots, physiological assessment.

**ВВЕДЕНИЕ**

Алтайский край один из основных производителей злаков, в том числе пшеницы (Розова, Зиборов, 2010). Однако сложность и непредсказуемость погодных условий в период вегетации, затрудняют получение высокого и стабильного урожая. Генетический потенциал возделываемых сортов реализован лишь на 25-40 %, из-за пониженной устойчивости растений к стрессовым факторам, в том числе к засухе.

Степень устойчивости яровой твердой пшеницы к отдельному и совместному действию неблагоприятных факторов зависит от биологических особенностей сорта. Усилия многих исследователей направлены на изучение природы засухоустойчивости различных сортов яровых пшениц (Розова, Янченко, Мельник, 2003; Балацкий, Войсковой, Кривенко, 2010; Варавкин, Таран, 2014)

Сельскохозяйственное производство в засушливых регионах нашей страны требует сорта и гибриды зерновых культур, обладающих высокой

пластичностью, продуктивностью и засухоустойчивостью, обеспечивающие стабильную по годам урожайность зерна. Эффективная селекционная работа в этом направлении возможна на основе знания и использования физиологических механизмов, обеспечивающих растение устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды (Ионова, 2011). Для ускорения селекционного процесса необходимы надежные методы оценки образцов по конкретным признакам устойчивости к абиотическим факторам (Драгавцев, 1978).

Так как засухоустойчивость это сложное и динамичное свойство, обусловленное у пшеницы, с одной стороны, способностью сочетать наилучшим образом ритм своих жизненных процессов с ходом агроклиматических факторов, с другой – наличием регуляторных систем, стабилизирующих обменные реакции при неблагоприятных условиях (Изучение засухоустойчивости мирового ..., 1991), то для ее оценки используют различные методы.

В последние годы для оценки засухоустойчивости материала наряду с прямыми методами применяют и косвенные. Эти методы основаны на использовании не самой устойчивости к недостатку влаги, а какого-либо другого биологического свойства, обуславливающего высокую засухоустойчивость, или базируются на сравнении морфо-физиологических характеристик и биохимических показателей растений при помещении их в селективируемые условия (Терек, Яворська, Величко и др., 2005). Наиболее используемыми методами оценки растений к дефициту влаги является проращивание семян на высоко осмотических растворах сахарозы (Олейникова, Осипов, 1976). Метод основан на способности семян различных сортов пшеницы неодинаково прорасти в растворах с высоким осмотическим давлением.

Целью нашей работы являлась физиологическая оценка образцов яровой твердой пшеницы, используемых в селекционных программах Алтайского НИИ сельского хозяйства.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Изучали сорта и линии яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.), различающиеся по устойчивости к недостатку влаги: сорт Оазис и линия Г-752 имеют высокую устойчивость к засухе, сорт Памяти Янченко и линия 1480-Д обладают средней устойчивостью, и линии 12S1-14, 12S2-24 характеризуются как формы, с наименьшей устойчивостью к недостатку атмосферной и почвенной влаги.

Лабораторную диагностику засухоустойчивости растений проводили по способности семян прорасти на 5%-ом растворе сахарозы. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Заранее отобранные и отсортированные семена обрабатывали 0,1% раствором перманганата калия для обеззараживания. Для проращивания использовали метод рулонов. Проращивали в термостате при температуре 21°C в течение 5 суток. На пятые сутки определяли следующие показатели: всхожесть, количество и длину

главных зародышевых корней, длину проростков (рис. 1). Измерение проводили с использованием линейки, с точностью до 1 мм. Семена, имеющие большую сосущую силу, чем сосущая сила внешнего раствора, характеризовали как устойчивые к экстремальному фактору. Высокий процент проросших семян характеризовал способность сорта прорасти в почве при очень маленьких запасах влаги.

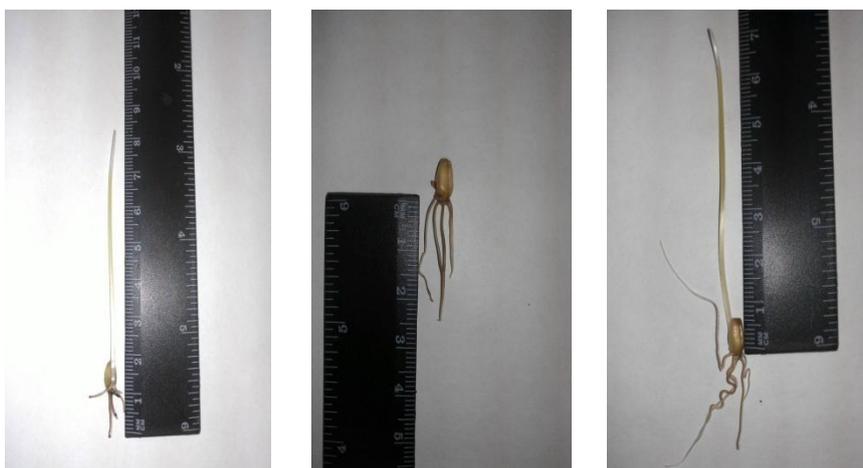


Рис. 1. Измерение длины главных зародышевых корней и проростка

Опыт проводили в трех повторениях, статистическую обработку осуществляли с помощью прикладных программ Microsoft Excel.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Семена каждого сорта представляют собой популяцию, в которой одни способны прорасти при более высоком, другие – при более низком осмотическом давлении. Следовательно, чем больше в популяции первых семян, тем больше количество проросших при одной средней концентрации. Высокая сосущая сила семян обуславливает не только лучшее прорастание при недостатке влаги, но и формирование более мощной первичной корневой системы, что немаловажно при формировании засухоустойчивого взрослого растения.

На рис. 2 представлена лабораторная всхожесть исследуемых сортов и линий яровой твердой пшеницы на 5-е сутки после начала эксперимента. В условиях отсутствия осмотика (контроль) уровень признака оказался достаточно высоким и в среднем составил 95,5%. Минимальное значение обнаружено у линии 12S2-24 ( $90,0 \pm 1,9\%$ ), максимальное – у линии Г-752 ( $97,8 \pm 1,9\%$ ). У остальных образцов всхожесть была выше или на уровне среднего значения. Согласно статистическим расчетам ( $НСР=6,52$ ), контрольная группа является достаточно однородной по изучаемому параметру, исключение составляет лишь линия 12S2-24, существенно отличающаяся от всех изученных форм.

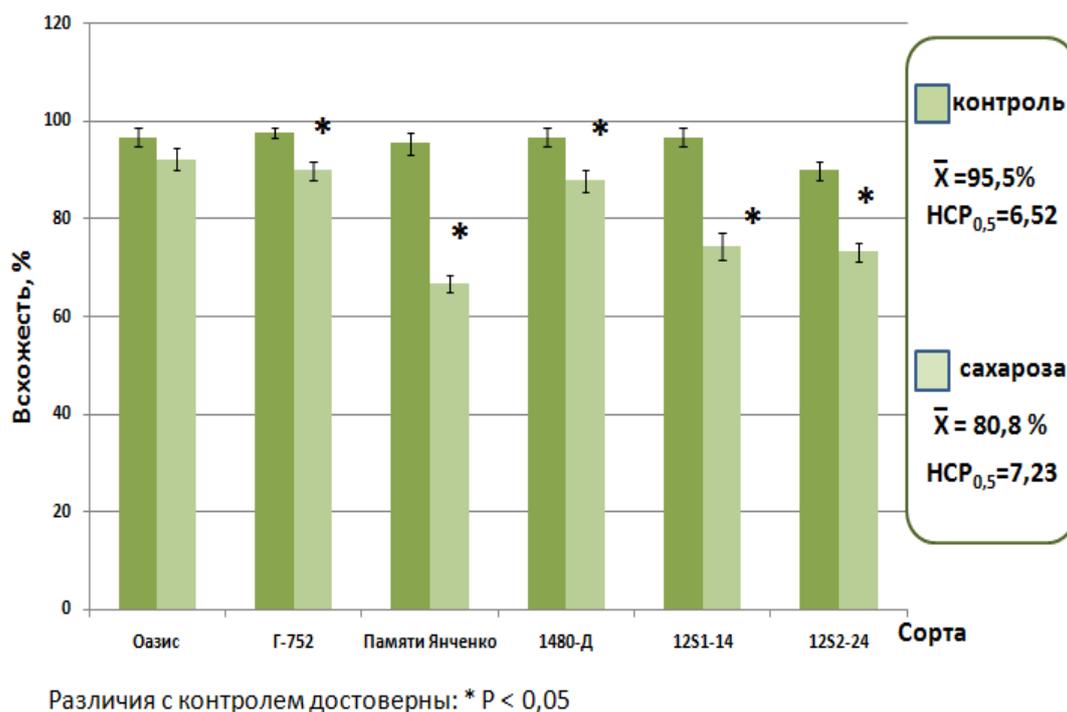


Рис. 2. Лабораторная всхожесть яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) на 5-е сутки, %

При проращивании образцов на 5%-ом растворе сахарозы средняя всхожесть снизилась на 14,7% по сравнению с контрольной и составила 80,8%, варьируя от 66,9±1,7 (Памяти Янченко) до 92,2±2,2% (Оазис). Значения признака, полученные в условиях стресса, согласно наименьшей существенной разнице (7,23), распределились между 2 группами. Сорт Оазис и линии Г-752 и 1480-Д, относящиеся к высоко и средне засухоустойчивым, не различались между собой и показали всхожесть семян выше групповой средней. Сорт Памяти Янченко и линии 12S2-24 и 12S1-14, для которых установлен более низкий показатель, существенно отличались от предыдущей группы. Два последних образца характеризуются низкой полевой засухоустойчивостью. Следует отметить, что все образцы, за исключением сорта Оазис, при проращивании в условиях осмотического стресса достоверно отличались от контроля.

Таким образом, показатель «всхожесть» является информативным для дифференцирования в лабораторных условиях форм, относящихся к различным категориям устойчивости, что дает возможность выявлять устойчивые к недостатку влаги генотипы яровой твердой пшеницы.

Количество зародышевых корней у сортов и линий яровой твердой пшеницы при проращивании на дистиллированной воде варьировало в пределах: от 2,7±0,3 (12S1-14) до 3,7±0,3 штук (Оазис), составляя в среднем 3,2 (рис. 3). Согласно математическим расчетам, группа исследуемых образцов оказалась довольно однородной по изучаемому показателю (HCP=0,802),

различие обнаружено лишь при сравнении двух форм – сорт Оазис и линия 12S1-14.

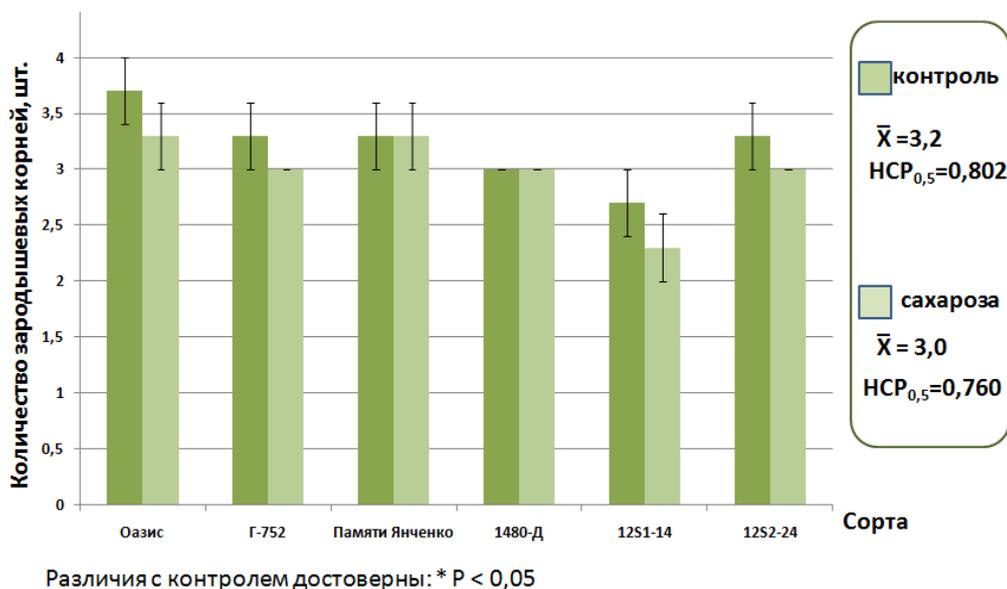


Рис. 3. Количество зародышевых корней яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.), шт

В условиях осмотического стресса среднее количество зародышевых корней достоверно снижалось по сравнению с контролем практически у всех форм, за исключением Памяти Янченко и 1480-Д. При этом максимальное и минимальное выражение признака, как и в контрольных вариантах, установлено у сорта Оазис и линии 12S1-14 –  $3,3 \pm 0,3$  и  $2,3 \pm 0,3$  шт., соответственно. Однако остальные генотипы распределялись по данному показателю достаточно хаотично. Например, высоко засухоустойчивая линия Г-752 и низко устойчивая 12S2-24 обнаружили примерно один и тот же уровень, как в контроле, так и в стрессовой ситуации.

Таким образом, признак «количество зародышевых корней» не позволяет в лабораторных условиях дифференцировать генотипы яровой твердой пшеницы относительно их стрессоустойчивого потенциала.

Длина зародышевых корней у различных сортов и линий яровой твердой пшеницы варьировала от  $3,9 \pm 0,03$  до  $5,2 \pm 0,20$  см в контроле и от  $3,6 \pm 0,03$  до  $4,9 \pm 0,1$  см в условиях физиологического стресса, составив в среднем 4,4 и 4,15 см, соответственно (рис. 4). Образцы, проращиваемые в отсутствии осмотика, характеризовались достаточно высокой вариабельностью. При этом следует выделить сорта Оазис ( $5,2 \pm 0,2$  см) и Памяти Янченко ( $4,8 \pm 0,2$  см), показатели длины корней у которых отличались от всех остальных форм (NCP=0,480). Линии 12S2-24 и 12S1-14, обладающие низкой устойчивостью к засухе, сформировали зародышевые корни наименьшей длины.

Сходную ситуацию наблюдали и в опыте, где образцы проращивали на растворе с добавлением сахарозы. Согласно НСР, генотипы распределились в 3 группы, отличающиеся между собой по изучаемому параметру. Первая группа — сорт Оазис, характеризующийся наибольшей длиной зародышевых корешков ( $4,9 \pm 0,1$  см). Вторая группа образцов со средними значениями признака — 4,1-4,4 см, куда попали линии Г-752 и 1480-Д, а также сорт Памяти Янченко. Третья группа линий, статистически отличающихся от других вариантов и обладающих наименьшими показателями длины корней, включала образцы 12S1-14 ( $3,7 \pm 0,1$  см) и 12S2-24 ( $3,6 \pm 0,03$  см). Однако, не смотря на высокую вариабельность признака, различия между показателями, полученными в контроле и опыте, существенно отличались лишь у линий 12S1-14, 12S2-24 и сорта Памяти Янченко (рис.4).

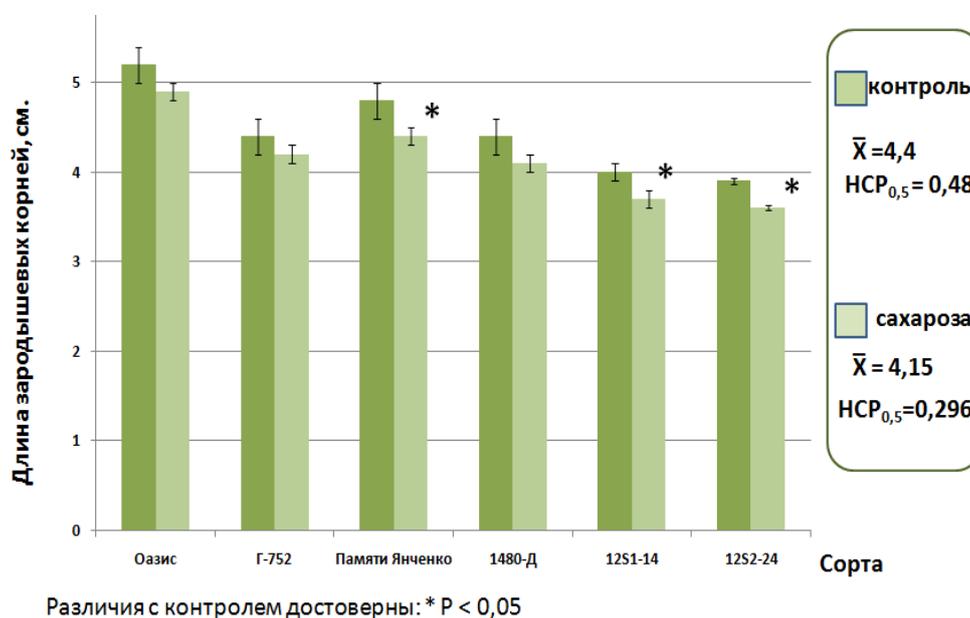


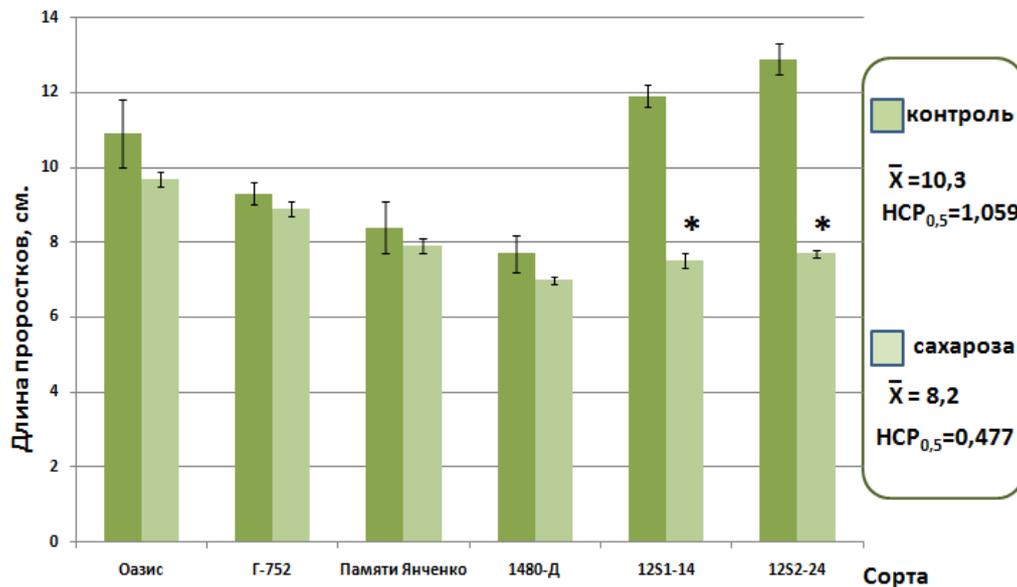
Рис. 4. Длина зародышевых корней яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.), см

Таким образом, показатель «длина зародышевых корней» является информативным для сравнения устойчивости к дефициту влаги генотипов, характеризующихся низким и средним уровнем признака.

Известно, что действие экстремальных факторов на растения, в том числе и недостаток влаги, существенно снижает интенсивность ростовых процессов не только подземной, но и надземной части растения (Жук, 2001).

Линейные размеры проростков в контроле варьировали от  $7,7 \pm 0,5$  до  $12,9 \pm 0,4$  см, средний размер по группе достигал 10,3 см (рис. 5). Следует отметить, что максимальным выражением признака характеризовались линии с низкой устойчивостью к засухе (12S1-14 и 12S2-24), а также сорт Оазис,

обладающий высокой засухоустойчивостью. У остальных образцов показатель варьировал в пределах 7-9 см, что ниже среднего значения.



Различия с контролем достоверны: \*  $P < 0,05$

Рис. 5. Длина проростков яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.), см

При проращивании форм на растворе сахарозы, максимальными линейными размерами проростка обладал сорт Оазис ( $9,7 \pm 0,2$  см), минимальными – линия 1480-Д ( $7,0 \pm 0,1$  см). Средняя длина составила 8,2 см, что оказалось ниже контрольного значения более чем на 2 см. Показатели, полученные в условиях недостатка влаги, существенно отличались друг от друга. Однако только два образца (12S1-14 и 12S2-24), относящихся к группе с низкой устойчивостью к засухе, достоверно снизили уровень признака по сравнению с контролем. Не смотря на относительно высокие показатели длины проростков в контроле, в условиях осмотического стресса данные линии показали низкие результаты, что, несомненно, скажется в будущем на продуктивности сорта.

### ВЫВОДЫ

1. Физиологическая оценка засухоустойчивости яровой твердой пшеницы посредством ростовой реакции корней и проростков на высокое осмотическое давление водного раствора позволяет дифференцировать генотипы относительно их стрессоустойчивого потенциала.

2. Наиболее информативным является признак «всхожесть», менее показательными – признаки «длина зародышевых корней» и «длина проростка». Количество зародышевых корней достаточно стабильный признак и в условиях слабого осмотического стресса не является информативным.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

Балацкий М.Ю., Войсковой А.И., Кривенко А.А., Зосименко М.В. Засухоустойчивость и солевыносливости селекционных линий озимой мягкой и твердой пшеницы при прорастании семян // Растениеводство, селекция и семеноводство, 2010. – №4 (21). – С. 55-60.

Варавкин В. А., Таран Н. Ю. Диагностика засухоустойчивости сортов пшеницы разной селекции по осморегуляторным свойствам семян // Scientific Journal «ScienceRise», 2014. – № 3/1(3). – С. 18-22.

Драгавцев В.А. Новые принципы отбора по количественным признакам в селекции // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М., 1978. – С. 5-9.

Жук О.И., Григорюк И.П. Ростовая реакция проростков озимой пшеницы на температурный стресс и обработку препаратом «Димекс» // Физиология и биохимия культурных растений, 2001. – Т. 33. – №.6. – С. 485-489.

Изучение засухоустойчивости мирового генофонда яровой пшеницы для селекционных целей // Методическое руководство ВИР. – Л., 1991. – 92 с.

Ионова Е.В. Устойчивость сортов и линий пшеницы, ячменя и сорго к региональному типу засухи.: Дисс. ... д. с-х. н. – Краснодар, 2011. – 49 с.

Олейникова Т.В., Осипов Ю.Ф. Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Ленинград: Колос, 1976. – С. 23-32.

Розова М.А., Зиборов А.И. Результаты изучения 10-11-го Казахстано-Сибирского питомника яровой твердой пшеницы в Приобской лесостепи Алтайского края // Инновационные технологии в земледелии и растениеводстве, точное земледелие, прямой посев, NO-TILL, ресурсосбережение. – Барнаул, 2010. – С. 427-430.

Розова М.А., Янченко В.И., Мельник В.М. Зависимость урожайности яровой твердой пшеницы от метеорологических факторов в Приобской лесостепи Алтайского края // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве. – Барнаул, 2003. – С. 71-74.

Терек О., Яворська Н., Величко О., Ткаченко В. Рівні параметри та вміст індолілоцтової та абсцизової кислот у проростків сої за умов гіпо- і гіпертермії в разі дії регуляторів росту івіну та емістиму с // Вестник Львовського університета, 2005. – № 40. – Р. 148-153.

**REFERENCES**

Balackii, M.Yu., Voiskovoi, A.I., Krivenko, A.A., Zosimenko, M.V. (2010).

Zasuhoustoichivost' i solevynoslivosti selekcionnyh linii ozimoi myagkoi i

- tverdoi pshenicy pri prorastanii semyan. Rasteniyevodstvo, selekciya i semenovodstvo. 4 (21), 55-60.
- Dragavcev, V.A. (1978). Novye principy otbora po kolichestvennym priznakam v selekcii. In: Genetika kolichestvennykh priznakov sel'skohozyaistvennykh rastenii. Moscow.
- Ionova, E.V. (2011). Ustoichivost' sortov i linii pshenicy, yachmenya i sorgo k regional'nomu tipu zasuhi.: Thesis of Doctoral Dissertation. Krasnodar.
- Izuchenie zasuhoustoichivosti mirovogo genofonda yarovoi pshenicy dlya selekcionnykh celei. (1991). Metodicheskoe rukovodstvo VIR. Leningrad.
- Oleinikova, T.V., Osipov, Yu.F. (1976). Opredelenie zasuhoustoichivosti sortov pshenicy i yachmenya, linii i gibridov kukuruzy po prorastaniyu semyan na rastvorah saharozy s vysokim osmoticheskim davleniem. In: Metody ocenki ustoychivosti rastenii k neblagopriyatnym usloviyam sredy. Leningrad: Kolos.
- Rozova, M.A. Ziborov, A.I. (2010). Rezul'taty izucheniya 10-11 Kazahstano-Sibirskogo pitomnika yarovoi tverdoi pshenicy v Priobskoi lesostepi Altaiskogo kraja. In: Innovacionnye tehnologii v zemledelii i rasteniyevodstve, tochnoe zemledelie, pryamoi posev, resursosberezhenie. Barnaul: Altai R&D Institute of Agriculture.
- Rozova, M.A., Yanchenko, V.I., Mel'nik, V.M. (2003). Zavisimost' urozhainosti yarovoi tverdoi pshenicy ot meteorologicheskikh faktorov v Priobskoi lesostepi Altaiskogo kraja. In: Sovremennye problemy i dostizheniya agrarnoi nauki v zhivotnovodstve i rasteniyevodstve. Barnaul.

Varavkin, V. A., Taran, N. Yu. (2014). Diagnostika zasuhoustoichivosti sortov pshenicy raznoi selekcii po osmoregulyatornym svoistvam semyan. Scientific Journal «ScienceRise». 3(3), 18-22.

Zhuk, O.I., Grigoryuk, I.P. (2001). Rostovaya reakciya prorstkov ozimoi pshenicy na temperaturnyi stress i obrabotku preparatom «Dimeks». Fiziologiya i biohimiya kul'turnyh rastenii. 33(6), 485-489.

Terek, O., Javors'ka, N., Velichko, O., Tkachenko, V. (2005). Rostovi parametri ta vmist indolilactovoï ta abscizovoï kislot u prorstkiv soï za umov gipo- i gipertermii v razi diï reguljatoriv rostu ivinu ta emistimu S. Vestnik L'vovskogo universiteta. 40, 148-153.

*Поступила в редакцию 10.09.2015*

**Как цитировать:**

Бычкова, О.В., Хлебова, Л.П. (2015). Физиологическая оценка засухоустойчивости яровой твердой пшеницы. *Acta Biologica Sibirica*, 1 (1-2), 107-116. **crossref** <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.853>

© *Бычкова, Хлебова, 2015*

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)