

**СПОСОБНОСТ ЗА ОСМОРЕГУЛАЦИЯ ПРИ ТВЪРДА ПШЕНИЦА, ОТДАЛЕЧЕНИ ВИДОВЕ И ХИБРИДИ МЕЖДУ ТЯХ  
OSMOTIC ADJUSTMENT ABILITY IN DURUM WHEAT, DISTANT SPECIES AND THEIR HYBRIDS****Виолета Божанова\*, Боряна Хаджииванова  
Violeta Bozhanova\*, Borjana Hadzhiivanova**Институт по памука и твърдата пшеница, Чирпан  
Cotton and Durum Wheat Research Institute, Chirpan**\*E-mail: violetazb@gmail.com****Резюме**

Седем образеца от отдалечени видове от род *Aegilops* и род *Triticum*, пет генотипа твърда пшеница и 19 хибридни линии, получени от тяхното кръстосване, са оценявани по способността им за регулация на осмотичното налягане чрез използване на косвен метод. Включените в изследването родители съществено се различават по този показател, като варирането на коефициента на депресия е в рамките между 5.8% за образеца от *Ae. tauschii*, с най-добра способност за осморегулация, до 64.2% при образеца *Tr.dicoccoides* – с най-слаба. Осем от изпитваните хибридни линии се отличават с по-добра осморегулация в сравнение с най-толерантните на засушаване твърди пшеници, като линията 25 (Възход x *Tr.dicoccoides* F<sub>1</sub>) показва най-нисък коефициент на депресия.

**Abstract**

The osmotic adjustment ability in seven patterns of species from *Aegilops* and *Triticum*, five durum wheat genotypes and nineteen hybrid lines, derived from their crossing were estimated using an indirect method. The parents involved in the experiment differ considerably in the above mentioned trait and the variation of the depression coefficients is between 5.8% in *Ae. tauschii* with the best osmoregulation ability and 64.2% in *Tr.dicoccoides* the weakest. Eight of the studied hybrid lines possess a better capacity for osmoregulation than most drought tolerant durum wheat genotypes. Hybrid line 25 (Vazchod x *Tr.dicoccoides*) F<sub>1</sub> manifests the lowest depression coefficients among the hybrids.

**Ключови думи:** твърда пшеница, способност за осморегулация, сухоустойчивост, отдалечена хибридизация.**Key words:** durum wheat, osmotic adjustment ability, drought resistance, alien hybridisation.**ВЪВЕДЕНИЕ**

Регулацията на осмотичното налягане е един от най-важните клетъчни адаптационни механизми, настъпващ само при започващо обезводняване. За да се минимизира загубата на вода от клетките и за да се поддържат клетъчните функции, при воден дефицит в клетките се натрупват разтворими вещества. Чрез този основен клетъчен отговор, възникващ при засушаване, се избягва дехидратирането на клетките и понижаването на добива (Blum, 2005).

Растенията, отличаващи се с по-добра способност за осморегулация, показват по-добър растеж и по-висок добив в условия на засушаване. Генотипни различия в способността за осморегулация са докладвани досега при различни култури (Morgan et al., 1986; Blum, 1989; Morgan, 1992).

Обикновено генотиповете се характеризират по отношение на регулацията на осмотичното налягане чрез показателите осмотичен потенциал и относително

водно съдържание в листата, които са много трудоемки и не са приложими за оценка на голям брой селекционни линии (Божанова и др., 2009). Като заместител на тези методи се използват косвени методи - методът за измерване на дължината на колеоптила в условия на осмотичен стрес и методът за отчитане на осмотичната регулация на ниво поленови зърна, и двата предложени от Morgan (Morgan, 1988; Morgan, 1999) и използвани и в по-съвременни изследвания на сухоустойчивостта (Moud and Yamagishi, 2005; Moud and Maghsoudi, 2008).

Провеждането на интензивен скрининг между образци от отдалечени диви и културни видове на сем. *Gramineae* позволява откриване на толерантни към засушаване генотипове, които може да бъдат включени в селекционните програми за създаване на генетично разнообразие по този признак. Stankova et al. (1995) и Zaharieva et al. (2003) установяват, че видовете от род *Aegilops* са привлекателни като източници на гени за

устойчивост на биотични и абиотични стресови въздействия.

Целта на настоящото изследване е да се направи бърз скрининг на селекционни линии, получени в резултат на отдалечена хибридизация, и техните родители – някои видове от родовете *Aegilops* и *Triticum* и генотипове твърда пшеница по признака способност за осморегулация като показател за сухоустойчивост.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОД

В изследването са включени 19 хибридни линии, получени от кръстосването на твърда пшеница с видове от род *Aegilops* и *Triticum*, от различни генерации от F<sub>1</sub> до F<sub>5</sub>, беккросни линии BC<sub>1</sub>, BC<sub>2</sub> и техните родители (7 образеца от отдалечени видове и 5 генотипове твърда пшеница), които са детайлно описани в таблица 1. Растенията от F<sub>1</sub> и BC<sub>1</sub> поколенията са отглеждани при оранжерийни условия, а тези от по-напредналите генерации - при полски. В разпадащите се популации са отбирани растения с фенотип на твърда пшеница.

Методиката за отчитане на депресията в растежа на кълнове в резултат на осмотичен стрес е описана подробно в предишна публикация (Божанова и др., 2006). Експериментът е извършен в три повторения за всеки вариант и генотип, като за всяко повторение са измервани по 20 кълна. Коефициентът на депресия се изчислява в проценти по формулата на Blum et al. (1980).

$\% \text{ депресия} = [(A-B)/A] \times 100$ , където:

A е средната дължина на корена/прорастъка в контролен вариант, mm;

B - средната дължина на корена/прорастъка при осмотичен стрес, mm.

Достоверността на разликите между средните аритметични на коефициентите на депресия при изследваните генотипове е установена чрез тест за множество сравняване по Duncan, като за целта е използвана пакет-програмата Statistika-6, Stat Soft.

### РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Методът за измерване на нарастването на колеоптила в условия на воден дефицит е разработен от Morgan (Morgan, 1988) и се основава на факта, че генотиповете, които имат по-добър потенциал за осморегулация, са в състояние да поддържат по-добър тургор и свързаните с него физиологични процеси като поддържане на по-интензивно нарастване на клетките по време на воден дефицит. Използваният от нас метод за отчитане на депресията в растежа на корените и прорастъците на ниво кълн се базира на този метод. Осмотичният стрес, симулиран чрез добавяне на 1M разтвор на захароза, приложен след фаза покълване, инхибира нарастването на кълновете при всички включени в експеримента генотипове. При повечето от изследваните генотипове водният дефицит потиска в

по-голяма степен нарастването на надземната част – прорастъка, в сравнение с корена. Стойностите на признаците дължина на корените, дължина на прорастъка, отношение между корените и прорастъците при нормална водообезпеченост и при осмотичен стрес и коефициентите на депресия в растежа на корените и прорастъците, като израз на способността за осмотична регулация на ниво цяло растение, на родителските генотипове и хибридни комбинации и статистическата доказаност на разликите са посочени в таблица 1.

Включените в изследването родители - образци от различни видове на сем. Житни и сортове твърда пшеница, съществено се различават по способността си за осморегулация. Варирането на коефициента на депресия е в рамките между 5.8% за образеца от *Ae. tauschii*, който показва най-добра способност за осморегулация, до 64.2 % при образеца *Tr. dicoccoides* – с най-слаба. Сортовете твърда пшеница A-233 и „Белослава” с коефициенти на депресия 21.7% и 22.9% се отличават със сравнително добро ниво на осморегулация (Божанова и др., 2009). Образците от *Ae. umbellulata*, *Tr. timopheevii*, *Tr. spelta* и *Tr. carthlicum* показват по-ниско ниво на осморегулация и съответно по-слаба сухоустойчивост в сравнение с останалите почувствителни към обезводняване сортове твърда пшеница – „Гергана”, „Възход” и Д-6189.

Сухоустойчивостта на образци от род *Aegilops*, в това число и *Ae. tauschii*, е докладвана и от други автори въз основа на физиологични показатели като относително водно съдържание (RWC), воден потенциал в листата (LWP) (Damania et al., 1992). Установено е повишаване на сухоустойчивостта при синтетична хексаплоидна пшеница, получена от кръстосването на *Tr. durum* и *Ae. tauschi* (Valkoun, 2001).

Изпитваните хибридни линии показват различна способност за осморегулация. Осем от тях се отличават с по-добра осморегулация в сравнение с най-толерантните на засушаване твърди пшеници: две линии – 14 и 16, от кръстоската между твърда пшеница и *Tr. carthlicum*, две линии – 20 и 29, от хибридизирането с *Tr. spelta*, линия 21 - с *Tr. monococcum*, линия 26 - с *Tr. timopheevii*, линия 30 – с *Triticale*. При линията 25 (Възход x *Tr. dicoccoides* F<sub>1</sub>) е измерен най-нисък коефициент на депресия от всички изследвани хибридни линии. Този резултат е трудно да бъде обяснен, като се има предвид, че дивият образец, участващ като бащин родител в кръстоската, показва най-висок коефициент на депресия. Възможното обяснение е появата на голям хетерозисен ефект в това F<sub>1</sub> поколение, водещ до понижаване на коефициента на депресия, т.е. до по-високо ниво на осморегулация и констатиран от нас в изследвания за установяване наследяването на този признак (Bozhanova and Dechev, 2010).



**Таблица 1.** Депресия в растежа на кълнове под действието на осмотичен стрес (1М захароза) при хибриди, получени от кръстосването на твърда пшеница с отдалечени видове и техните родители

**Table 1.** Growth depressing in seedling, cultivated in solution with increasing osmotic pressure in durum wheat interspecific hybrids and their parents

| Генотип<br>Genotype   | Дължина на кълновете<br>Length of seedlings |              |            |                                   |              |            | Коефициент на депресия<br>Depression Coefficient % |                     |
|---|---|--------------|------------|-----------------------------------|--------------|------------|--|---------------------|
|   | Контрола<br>Control                         |              |            | Осмотичен стрес<br>Osmotic stress |              |            | К<br>R   | П<br>S              |
|   | К<br>R<br>cm                                | П<br>R<br>cm | К/П<br>R/S | К<br>R<br>cm                      | П<br>R<br>cm | К/П<br>R/S |  |                     |
| 1. <i>Aeg. tauschii</i> (D)   | 37.2  | 29           | 1.28       | 29                                | 27.3         | 1.1        | 22   | 5.8 <sup>a</sup>    |
| 2. <i>Aeg. umbellulata</i> (U)                                      | 38.3  | 22.7         | 1.69       | 23.5                              | 15.5         | 1.5        | 38.6   | 31.7 <sup>gh</sup>  |
| 3. <i>Tr. dicoccoides</i>   | 38  | 53           | 0.72       | 16.5                              | 19           | 0.87       | 56.6   | 64.2 <sup>l</sup>   |
| 4. <i>Tr. monoccocum</i> (A)  | 39.4  | 50.8         | 0.76       | 23.2                              | 35.9         | 0.64       | 41.1   | 29.3 <sup>g</sup>   |
| 5. <i>Tr. timopheevii</i> (AG)                                      | 51.4  | 58.8         | 0.87       | 36.4                              | 39.2         | 0.93       | 29.2   | 33.3 <sup>gh</sup>  |
| 6. <i>Tr. spelta</i> (ABD)  | 46.4  | 52.3         | 0.88       | 18.8                              | 35           | 0.53       | 59.5   | 33.1 <sup>gh</sup>  |
| 7. <i>Tr. carthlicum</i> (AB)                                       | 51.6  | 51.2         | 1.0        | 30.6                              | 30.6         | 1.0        | 40.7   | 40.2 <sup>l</sup>   |
| 8. <i>Tr. durum</i> A -233 (AB)                                     | 39  | 23           | 1.7        | 33.5                              | 18           | 1.9        | 14.1   | 21.7 <sup>e</sup>   |
| 9. <i>Tr. durum</i> Гергана   | 43  | 24.5         | 1.8        | 28.5                              | 16.7         | 1.7        | 33.7   | 31.8 <sup>gh</sup>  |
| 10. <i>Tr. durum</i> Възход   | 49.8  | 50.1         | 0.99       | 47.5                              | 35.8         | 1.3        | 4.6  | 28.5 <sup>d</sup>   |
| 11. <i>Tr. durum</i> Белослава                                      | 46.1  | 42           | 1.1        | 41.4                              | 32.4         | 1.3        | 10.2   | 22.9 <sup>ef</sup>  |
| 12. <i>Tr. durum</i> Д-6189   | 79.6  | 63.7         | 1.3        | 45                                | 45.1         | 1.0        | 43.3   | 29.2 <sup>g</sup>   |
| 13. 7346 x <i>Tr. dicoccoides</i>                                   | 54.5  | 53.4         | 1.0        | 31.3                              | 41.1         | 0.76       | 42.6   | 23 <sup>ef</sup>    |
| 14. 7383 x <i>Tr. carthlicum</i> 27                                 | 41.6  | 52.1         | 0.79       | 37.2                              | 46           | 0.80       | 10.6   | 11.7 <sup>bc</sup>  |
| 15. 7383 x <i>Tr. carthlicum</i> 30ч                                | 48.8  | 54.7         | 0.89       | 35.4                              | 42           | 0.84       | 27.5   | 23.2 <sup>ef</sup>  |
| 16. 7383 x <i>Tr. carthlicum</i> 30б                                | 31.6  | 25.7         | 1.23       | 30.1                              | 24.6         | 1.23       | 4.7  | 4.3 <sup>a</sup>    |
| 17. 7383 x <i>Tr. carthlicum</i> 29                                 | 32.7  | 51.4         | 0.64       | 31.6                              | 16.9         | 1.87       | 3.4  | 67.1 <sup>l</sup>   |
| 18. 7383 x <i>Tr. carthlicum</i> б                                  | 58.3  | 50           | 1.17       | 46.5                              | 28.5         | 1.63       | 20.2   | 43.0 <sup>l</sup>   |
| 19. 7383 x <i>Tr. carthlicum</i> ч.                                 | 57.3  | 47.3         | 1.2        | 28                                | 34.3         | 0.82       | 51.1   | 27.5 <sup>fg</sup>  |
| 20. (В-од x 6189) F1 x <i>Tr. spelta</i> F4 x Възход В1             | 53  | 43.1         | 1.23       | 43.4                              | 34.2         | 1.27       | 18.1   | 20.6 <sup>e</sup>   |
| 21. (В-од x 6189) F1 x <i>Tr. monoccocum</i>                        | 48  | 48.2         | 1.0        | 39.4                              | 30.7         | 1.28       | 16.3   | 18 <sup>de</sup>    |
| 22. (Г-на x Белослава) F1 x <i>Tr. spelta</i> F5                    | 62.2  | 50.3         | 1.24       | 49                                | 35.2         | 1.39       | 21.3   | 30.1 <sup>g</sup>   |
| 23. (Г-на x В-од) F1 x <i>Aeg. tauschii</i> В1                      | 60.3  | 50.6         | 1.19       | 39.4                              | 32.2         | 1.22       | 34.7   | 36.4 <sup>hi</sup>  |
| 24. (Г-на x В-од) F1 x <i>Tr. timopheevii</i>                       | 57.5  | 47.3         | 1.22       | 34                                | 22.2         | 1.53       | 41   | 53.1 <sup>k</sup>   |
| 25. Възход x <i>Tr. dicoccoides</i> F1                              | 62.6  | 54           | 1.16       | 48.5                              | 49.2         | 0.99       | 22.5   | 8.9 <sup>ab</sup>   |
| 26. (В-од x 6189) F1 x <i>Tr. timopheevii</i> x <i>Tr. durum</i> В1 | 53  | 43.1         | 1.23       | 43.4                              | 34.2         | 1.26       | 18.1   | 20.6 <sup>e</sup>   |
| 27. 6189 x <i>Tr. dicoccoides</i>                                   | 63.8  | 53.9         | 1.18       | 14.8                              | 9.5          | 1.56       | 76.8   | 82.4 <sup>n</sup>   |
| 28. 6467 x Преслав В1   | 59.3  | 46.7         | 1.27       | 16.5                              | 10.8         | 1.53       | 72.2   | 76.9 <sup>m</sup>   |
| 29. (П-с x Б-ва) F1 x <i>Tr. spelta</i> F4 x Възход В1/3            | 52.8  | 41.9         | 1.26       | 43.7                              | 35.9         | 1.21       | 17.2   | 14.3 <sup>bcd</sup> |
| 30. 6189 x Triticale  | 60.7  | 49.3         | 1.23       | 48.4                              | 41.9         | 1.15       | 20.3   | 15 <sup>cde</sup>   |
| 31. Б-ва x <i>Aeg. umbellulata</i> F1 x <i>Tr. durum</i> В1         | 63.3  | 47           | 1.35       | 36                                | 32.5         | 1.11       | 43.1   | 30.9 <sup>gh</sup>  |

K – корен, П – прорастък; R - roots, S – Shoot

Три хибридни линии - 13, 15, 17, са с коефициенти на депресия, съизмерими с тези на генотиповете твърда пшеница с най-високо ниво на осморегулация, а всички останали девет линии – с коефициенти, по-високи от най-чувствителните генотипове твърди пшеници, използвани в изследването. Хибридни линии 27 – от кръстосването с *Tr. dicoccoides*, 28 – с *Tr. aestivum*, и 24 – с *Tr.*

*timopheevii*, показват най-високи коефициенти на депресия и следователно са с най-слаба способност за осморегулация.

Като цяло всички включени в изследването генотипове – родители и хибриди, може да се разпределят в четири групи в зависимост от коефициентите на депресия на прорастъците в среда с високо осмотично съдържание. В първата група с най-

ниски коефициенти на депресия – от 4.3% до 18%, и с най-високо ниво на осморегулация, по-добро от това на изследваните генотипове твърда пшеница, попадат 22.6% от всички генотипове. Във втората група с коефициенти на депресия от 20.6 до 22.9% и със средно високо ниво на осморегулация, съизмеримо с това на най-толерантните на засушаване твърди пшеници, попадат 19.4%. Най-многобройна е групата на генотиповете със задоволително ниво на осморегулация, в която попадат и най-чувствителните към осмотичен стрес сортове твърда пшеница.

### ИЗВОДИ

В резултат на проведеното изследване са идентифицирани хибридни линии с по-високо ниво на осморегулация в сравнение с използваните генотипове твърда пшеница. Те може да се включат по-нататък в селекционната програма за повишаване на толерантността към засушаване. Необходимо е този първоначален скрининг да бъде задълбочен чрез проследяване на повече физиологични показатели и агрономически признаци, свързани с растежа и продуктивността при засушаване.

### ЛИТЕРАТУРА

- Blum, A., 1989. Osmotic adjustment and growth of barley genotypes under drought stress. – *Crop Science*, 29, 230-233.
- Божанова, В, Дечев Д. и Ш. Янев, 2006. Изследвания върху сухоустойчивостта при твърдата пшеница. – *Почвознание, агрохимия и екология*, 30, 4 кн., 40-46.
- Божанова, В., Д. Дечев, Е. Тодоровска, 2009. Използване на генотипните различия в способността за осморегулация в селекцията на твърдата пшеница. – *Field Crops Studies*, 5, 21-32.
- Bozhanova, V. and Dechev, D., 2010. Heritability of osmotic regulation ability in durum wheat. – *Agricultural Science and Technology* (in press).
- Blum, A., Sinmena B. and Ziv O., 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat. – *Euphytica*, 29:727-736.
- Blum, A., 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential - are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? – *Australian Journal of Agricultural Research*, 56, 1159-1168.
- Damania, A.B., Altunji, H. and Dhaliwal, H.S., 1992. Evaluation of *Aegilops* spp. for drought and frost tolerance. *Genetic Resources Unit Annual Report*, 1992, ICARDA, pp. 45-46.

Moud, A. and T. Yamagishi, 2005. Application of Projected Pollen Area Response to Drought Stress to Determine Osmoregulation Capability of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. – *Int. J. Agri. Biol.*, Vol. 7, № 4, 604-805.

Moud, A. and K. Maghsoudi, 2008. Application of coleoptile growth response method to differentiate osmoregulation capability of wheat cultivars. – *Research Journal of Agronomy*, 2, 36-43.

Morgan, J.M. and A.G. Condon, 1986. Water use, grain yield and osmoregulation in wheat. – *Aust. J. Plant Physiol*, 13:523-532.

Morgan, J.M., 1988. The use of coleoptile responses to water stress to differentiate wheat genotypes for osmoregulation, growth and yield. – *Ann. Bot.*, 62: 193-8.

Morgan, J.M., 1992. Osmotic components and properties associated with genotypic differences in osmoregulation in wheat. – *Australian J. Pl. Physiol.*, 19: 67-76.

Morgan, J.M., 1999. Pollen grain expression of a gene controlling differences in osmoregulation in wheat leaves: a simple breeding method. – *Australian J. Agric. Res.*, 50: 953-62.

Stankova, P., Rekika, D., Zacharieva, M., Monneveux, P., 1995. Improvement of durum wheat for multiple stress tolerance: Potential interest of *Aegilops* sp. – In: *Fibre and Cereal Crops Problems, Cotton and Durum Wheat Research Institute, Chirpan, Bulgaria*, 45-56.

Valkoun, J.J., 2001. Wheat pre-breeding using wild progenitors. – *Euphytica*, 119:17-23.

Zaharieva, M., Dimov, A., Stankova P., David, J. and P. Monneveux, 2003. Morphological diversity and potential interest for wheat improvement of three *Aegilops* L. species from Bulgaria. – *Genetic Resources and Crop Evolution*, Vol. 50, № 5.

**Авторите изказват благодарност на Фонд "Научни изследвания" за предоставеното финансиране на проект ДО 02-88/2008.**

Статията е приета на 12.07.2010 г.

Рецензент – доц. д-р Андон Василев

E-mail: vassilev@au-plovdiv.bg