

Значение на *Aegilops triuncialis* L. за формиране на нови селекционни линии пшеници *Triticum* spp.

Автор(и): гл. ас. д-р Божидар Кьосев, Институт по растителни генетични ресурси "Константин Малков" – Садово; гл. ас. д-р Евгения Вълчинова, ИРГР – Садово; гл. ас. д-р Албена Пенчева, ИРГР – Садово; доц. д-р Манол Дешев, ИРГР – Садово; доц. д-р Гергана Дешева, ИРГР – Садово

Дата: 01.02.2025 **Брой:** 2/2025



Резюме

България е една от страните на Балканския полуостров с разнообразие от видовете от рода *Aegilops*. Те са източник на гени за устойчивост към биотични и абиотични стресови фактори на средата, които въведени в генома на твърдата и обикновената пшеница, чрез хибридизация, могат да подобрят устойчивостта им. Интересът към тези видове е обоснован и от възможността за използването им, и в селекцията за разширяване на генетичната основа на твърдата и обикновена пшеница. Дивият родственик на пшеницата, *Aegilops triuncialis* L., е едногодишно тревисто растение известно, като триунциево диво жито. То е тетраплоиден вид ($2n = 4x = 28$) с геномна конструкция UUCC. Видът е широко разпространен в България, където има и проявено силно генетично вариране на растителните му форми. Това дава основание за по-дълбоко проучване на генетичните възможности на *Aegilops triuncialis* L., разпространен в страната, и неговите качества за целите на селекцията при пшеницата.

Страни на разпространение: Афганистан, Албания, Алжир, България, Гърция, Иран, Ирак, Испания, Италия, Казахстан, Кипър, Киргизстан, Крим, Кувейт, Ливан-Сирия, Либия, Мароко, Пакистан, Палестина, Португалия, Италия (Сардиния, Сицилия), Таджикистан, Тунис, Турция, Туркменистан, Узбекистан, Страните от бивша Югославия. (Словения, Северна Македония, Хърватия, Сърбия, Черна гора, Косово и Босна).

Вида е интродуциран в: Германия, Калифорния, Мериленд, Ню Йорк, Пенсилвания.



Ботаническо описание и морфология

Зимно едногодишно туфесто тревисто растение, формиращо от няколко до много продуктивни братя. В основата си стъблата са полуполегати, а по-късно се издигат до изправени. Дължината на стъблата обикновено е 15-45 cm. Листата са линейно ланцетни, голи или окосмени, широки 2-3 mm, с дължина 5-10 cm. Най-долните и най-горните листа са по-къси, отколкото останалите по стъблото. Между листното влагалище и петурата има късо ципесто езиче и окосмени ушички. Съцветието е сложен клас, леко стесняващ се към върха с дължина 3-6 cm (без осилите) и дебелина 3-5 mm, състоящ се от 3-6 фертилни класчета разположени некомпактно и алтернативно по главната ос на класа. Класчетата са седящи, 7-10 mm дълги и около 3-4 mm широки. Върхното класче е смалено, по-късо и по-тънко, дълго около 7 mm и широко около 3 mm. В едно класче има 3-5 цветчета, от които долните 3-4 обикновено са плодородни, но може да има до пет плодородни цветчета, които дават 5 семена на класче. Плевите на страничните класчета са яйцевидно-продълговати, дълги 7-10 mm, зелени до пурпурнозелени във фаза изкласява и цъфтеж, с набраздена повърхност и неравномерно широки жилки (7-9), вдълбани в повърхността, повече или по-малко успоредни, 2-3 осила, като един от тях е с дължина 10- 60 mm. Външните плевици на плодните цветчета са 7-10 mm дълги, продълговати, с пет жилки, и с форма на лодка и прегънати по дължина във върхната част. Външната плевица е по-дълга от плевата. Осили на външните плевици има само по страничните класчета и са три броя с дължина 5-6 mm. Палейата е с 2 жилки и със струпани килове. Вътрешната плевица е тясно яйцевидно-елипсовидна, с 1 осил с дължина 5-6 mm, Плодникът е между прилепнали външни и вътрешни плевици. Обикновено най-горното класче на класа е слабо развито, със осили еднакво дълги, или по-дълги от класа. При плодоносене, обикновено класа се откъсва в основата и пада цял, като понякога остават само рудиментарните 1-2 стерилни класчета, закрепени към стеблото. Когато класа се разпада на отделни класчета, класчето се отделя заедно с членчето от страни.

Плодът е гръбкоремно сплескано зърно с бразда по цялата коремна дължина, овласено на върха. Цветът на зърното е червен. Размножава се със семена.

Фенология: Цъфтеж (Април-Август), плододаване (Май-Август)

Местообитания: Необработвани и силно увредени места - пустеещи земи, крайпътни зони, сухи, пясъчливи, тревисти склонове, пасища. Разпространен на територията на цяла България при надморска височина: 500 - 1200 m.

Екология: Най-малко засегнат или застрашен вид.

Таксономия: Кралкса ботаническа градина

Синоними: *Aegilopodes triuncialis* (L.) Å.Löve, *Aegilops elongata* Lam., *Aegilops triuncialis* subsp. *eutriuncialis* Eig, *Aegilops triuncialis* subsp. *typica* Zhuk., *Aegilops triuncialis* var. *typica* Eig, *Triticum triunciale* (L.) Raspail, *Aegilopodes triuncialis* subsp. *persica* (Boiss. ex Hohen.) Å.Löve, *Aegilops aristata* Req. ex Bertol., *Aegilops buschirica* Roshev., *Aegilops echinata* C. Presl, *Aegilops persica* Boiss. ex Hohen., *Aegilops squarrosa* L., *Aegilops squarrosa* subsp. *eusquarrosa* Eig, *Aegilops squarrosa* subsp. *typica* Zhuk., *Aegilops squarrosa* var. *typica* Eig, *Aegilops triaristata* Req. ex Bertol., *Aegilops triuncialis* var. *albescens* Popova, *Aegilops triuncialis* var. *assyriaca* Eig, *Aegilops triuncialis* subsp. *bozdagensis* Cabi & Dogan, *Aegilops triuncialis* var. *breviaristata* Hack., *Aegilops triuncialis* f. *brunnea* (Popova) K. Hammer, *Aegilops triuncialis* var. *brunnea* Popova, *Aegilops triuncialis* subsp. *caput-medusae* Zhuk., *Aegilops triuncialis* var. *constantinopolitana* Eig, *Aegilops triuncialis* subsp. *fascicularis* Zhuk., *Aegilops triuncialis* var. *ferruginea* Popova, *Aegilops triuncialis* f. *ferruginea* (Popova) K. Hammer, *Aegilops triuncialis* var. *flavescens* Popova, *Aegilops triuncialis* f. *flavescens* (Popova) K. Hammer, *Aegilops triuncialis* var. *glabripica* Eig, *Aegilops triuncialis* subvar. *glauca* Miczyn., *Aegilops triuncialis* subvar. *hirsuta* (H. Lindb.) Jahand. & Maire, *Aegilops triuncialis* f. *hirsuta* H. Lindb., *Aegilops triuncialis* var. *hirta* Zhuk., *Aegilops triuncialis* subvar. *hispida* Miczyn., *Aegilops triuncialis* var. *leptostachys* Bornm., *Aegilops triuncialis* var. *muricata* Zhuk., *Aegilops triuncialis* var. *nigriaristata* Flaksb., *Aegilops triuncialis* var. *nigroalbescens* Popova., *Aegilops triuncialis* f. *nigroalbescens* (Popova) K.Hammer., *Aegilops triuncialis* var. *nigroaristata* Flaksb., *Aegilops triuncialis* var. *nigroferruginea* Popova., *Aegilops triuncialis* f. *nigroferruginea* (Popova) K.Hammer., *Aegilops triuncialis* var. *nigroflavescens* Popova., *Aegilops triuncialis* f. *nigroflavescens* (Popova) K.Hammer., *Aegilops triuncialis* var. *nigrorubiginosa* Popova., *Aegilops triuncialis* f. *nigrorubiginosa* (Popova) K.Hammer., *Aegilops triuncialis* subsp. *Orientalis* Eig., *Aegilops triuncialis* subsp. *Persica* (Boiss. ex Hohen.) Zhuk., *Aegilops triuncialis* var. *persica* (Boiss. ex Hohen.) Eig., *Aegilops triuncialis* var. *pubispica* Eig., *Aegilops triuncialis* var. *rubiginosa* Popova., *Aegilops triuncialis* f. *rubiginosa* (Popova) K.Hammer., *Aegilops triuncialis* subvar. *subglabra* (H.Lindb.) Jahand. & Maire., *Aegilops triuncialis* f. *subglabra* H. Lindb., *Triticum persicum* (Boiss. ex Hohen.) Aitch. & Hemsl., *Triticum squarrosus* (L.) Raspail.



Значение на вида:

Aegilops triuncialis L., известен още, като триунциево диво жито, е тетраплоиден вид с геномна формула UUCC ($2n = 4x = 28$) и хромозомен брой ($x = n = 7$). Установено е, че U генома в този вид е способствал за формирането на културните пшеници (Peng et al. 2011). *Aegilops triuncialis* L. е

устойчив на различни стресови фактори, като засушаване и засоляване. Вида може да бъде подходящ кандидат за кръстосване с хлебни пшеници, както и за формиране на нови селекционни линии притежаващи високи нива на толерантност към засушаване (Colmer et al. 2006). Това е една от основните причини да се изследва генетичното разнообразие в образците от *Aegilops triuncialis* L., което предоставя полезна информация в насока подобряване на различни показатели при обикновената хлебна пшеница. Кръстоски между пшеница и близък див сродник като *Aegilops triuncialis* L. се изследват от селекционери и биолози, за да се установят подходящите връзки.

В изследване на чувствителността на различни видове към прилагане на озон (O_3) към вегетацията на растенията, се установява, че растенията на *Aegilops triuncialis* L. са от най-слабо засегнатите и слабо чувствителни към приложени високи дози от озон (O_3), които са токсични за клетките на растенията (Bermejo et al., 2003).

Видът *Aegilops triuncialis* L. е широко разпространен от Азия до Европа, и е добре познат и проучен, като цяло, но наскоро изследователи на този вид открили и описали нов подвид, наречен *Aegilops triuncialis* L. subsp. *bozdagensis* Cabi and Dogan. Отличителна черта при този новооткрит подвид, е, че при външните и вътрешните плеви на страничните класчета липсват осили, и така се различава от другите два отдавна познати подвида *Aegilops triuncialis* subsp. *persica* и *Aegilops triuncialis* subsp. *triuncialis*. Разпространението на новия подвид е ограничено в югозападния регион на Анадола (Evren et al., 2018; Karatassiou et al., 2021).

Генотипове на вида могат да предоставят възможни източници на физико-химични качества за използване в бъдещи селекционни изследвания. Установено е, че вида би могъл да участва в селекцията за увеличаване на нутриентите в зърната, броя и масата на зърната, както и в селекцията за по-ранен цъфтеж (Meimberg et al., 2010). Селекцията за устойчивост към ръжди включва конвенционални и молекулярни инструменти, като картиране на локуси за определени качества. *Aegilops triuncialis* L. се използва и за развиване на нови генетични източници и разбиране на генетичното разнообразие за диверсифициране на резистентността към ръжди (Tomar et al. 2014). Известен е основен ген Lr58, отговорен за създаване на условия за резистентност към листна ръжда при пшеницата, който ген е бил прехвърлен от носителя си *Aegilops triuncialis* L. в обикновена хлебна пшеница, и е бил картиран на 2BL хромозомата (Kuraparthi et al. 2007).

Интерес предизвиква и изследванията на С генома от *Aegilops triuncialis* L., неговата структура и значение. Този геном се разглежда, като важен източник за подобряване на хлебни пшеници (Molnár et al., 2015). Създават се и хибриди, чрез поточно складиране хромозоми с диплоида *Ae. markgrafii* ($2n = 2x = 14$; CC) и алотетраплоидни видове *Ae. triuncialis* ($2n = 4x = 28$; UtUtCtCt) и *Ae. cylindrica* ($2n = 4x = 28$; DCDCCCCC). Използван е генома на *Aegilops triuncialis* L., и за генериране на повече от 400 ДНК елемента, които се използват вече рутинно за физично картиране на ДНК базирани маркери. Линията BTC17 е интерспецифична производна, получена от 5U-5A заместване на хромозома 5U от *Aegilops triuncialis* L. в линията хлебна пшеница WL711 (Singh et al., 2000). Линията BTC17 се обуславя със специфични глутенини с високо молекулно тегло за подобряване на качествата на нишестето в пшеницата (Giroux and Morris, 1997). Изследване проведено през 2020 се посочва *Aegilops triuncialis* L., като един от най-толерантните видове в родовете *Triticum* и *Aegilops* в следствие на активността на гена TaHKT1;5, (Ahmadi et al. 2020). Различни изследвания показват, че *Aegilops triuncialis* L. притежава и качества за резистентност към хесенска муха, които биха могли да се прехвърлят към обикновената пшеница с прехвърлянето на H30, който се явява отговорния за това качество ген (Martin-Sanchez et al., 2003). Установено е, че хромозомата 3C на *Aegilops triuncialis* L. има гаметоцидна функция и предизвиква структурни промени в 4V хромозома на вида *Haynaldia villosa* L. (Chen et al., 2002). Хромозома 3C от *Aegilops triuncialis* L., в обикновена хлебна пшеница от сорта

Norin-26, може да предизвика вариране на структурата на хромозомите, в търсене на полезни качества във вариациите (Tsujiimoto et al., 1985; Endo et al., 1998; Endo et al., 1994; Endo et al., 1988; Endo and Gill, 1990).

Линията TR-3531, която е следствие от друга кръстоска между обикновена хлебна пшеница и *Aegilops triuncialis* L., и е носител на гена Cre7, който индуцира производството на защитни ензими в клетките на коренчетата, които сработват срещу цистовата немадода, се използва за изследвания, както и за целите на селекция (Maria et al. 2004).

Благодарности

Изследването е подкрепено финансово от Фонд Научни Изследвания, Министерство на образованието и науката, по проект КП-06-Н76/3 „Проучване на генетичното разнообразие на видовете *Aegilops* във флората на България“.

Снимки© Институт по растителни генетични ресурси "К. Малков" – Садово

Използвана литература

Ahmadi J., A. Pour-Aboughadareh, S. Fabriki Ourang, P. Khalili, P. Pocza. 2020. Unraveling salinity stress responses in ancestral and neglected wheat species at early growth stage: a baseline for utilization in future wheat improvement programs, *Physiol. Mol. Biol. Plants* 26 (2020) 537–549.

Bermejo V., B.S. Gimeno, J. Sanz, D. de la Torre, J.M. Gil. 2003 *Ecotoxicology of Air Pollution*, CIEMAT (Ed. 70), Avda. Complutense 22, Madrid 28040, Spain.

Chen, Q.Z., Qi, Z.J., Feng, Y.G., Wang, S.L., and Chen, P.D. 2002. Structural changes of 4V chromosome of *Haynaldia villosa* induced by gametocidal chromosome 3C of *Aegilops triuncialis*. *Acta Genet. Sin.* **29**: 355-358 (in Chinese with an English abstract).

Colmer TD, Flowers TJ, Munns R (2006) Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. *J Exp Bot* 57Oxford Academic:1059–1078. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj124>.

Endo T R, Gill B S. 1996. The deletion stocks of common wheat. *Heredity*, **87**, 295-307.

Endo T R, Shi F, Tsvetkov K S. 1998. Genetic induction of chromosomal structural changes of alien chromosomes in common wheat. In: *Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium*. vol. 2. Saskatoon, Canada. pp. 40-43.

Endo T R, Yamamoto M, Mukai Y. 1994. Structural changes of rye chromosome 1R induced by a gametocidal chromosome. *Japanese Journal of Genetics*, **69**, 13-19.

Endo T R. 1988. Induction of chromosomal structure changes by a chromosome of *Aegilops cylindrical* L. in common wheat. *Journal of Heredity*, **79**, 366-370.

Endo T R. 1990. Gametocidal chromosomes and their induction of chromosomal mutations in wheat. *Japanese Journal of Genetics*, **65**, 135-152.

Evren, C.A.B. 'I., Ekici, B., Doğan, M., 2018. *Aegilops triuncialis* subsp. *bozdagensis* (Poaceae), a new subspecies from South-Western Turkey. *Acta Biologica Turcica* 31 (2), 56–61.

Giroux, M. J., & Morris, C. F. 1997. A glycine to serine change in puroindoline b is associated with wheat grain hardness and low level of starch-surface friabilin. *Theoretical and Applied Genetics*, 95, 857-864.

- Karatassiou, M., Giannakoula, A., Tsitos, D., Stefanou, S. 2021. Response of Three Greek Populations of *Aegilops triuncialis* (Crop Wild Relative) to Serpentine Soil. *Plants* 10 (3), 516.
- Kuraparthi V, Sood S, Chhuneja P, Dhaliwal HS, Kaur S, Bowden RL, Gill BS. 2007. A cryptic wheat-*Aegilops triuncialis* translocation with leaf rust resistance gene Lr58. *Crop Sci* 2007;47:1095-2003.
- María Jesús Montes, Isidoro López-Braña, Angeles Delibes (2004). Root enzyme activities associated with resistance to *Heterodera avenae* conferred by gene Cre7 in a wheat/*Aegilops triuncialis* introgression line J. *Plant Physiol.* 161. 493–495 (2004) <http://www.elsevier-deutschland.de/jplhp>.
- Martín-Sánchez J.A., M. Gómez-Colmenarejo, J. Del Moral, E. Sin, M.J. Montes, C. González-Belinchón, I. López-Braña, A. Delibes. 2003. A new Hessian fly resistance gene (H30) transferred from the wild grass *Aegilops triuncialis* to hexaploid wheat, *Theor. Appl. Genet.* 106, 1248–1255.
- Meimberg, H., Milan, N.F., Karatassiou, M., Espeland, E.K., McKay, J.K., Rice, K.J. 2010. Patterns of introduction and adaptation during the invasion of *Aegilops triuncialis* (Poaceae) into Californian serpentine soils. *Mol. Ecol.* 19, 5308–5319.
- Molnár, I., Vrána, J., Farkas, A., Kubaláková, M., Cseh, A., Molnár-Láng, M., Doležel, J. 2015. Flow sorting of C-genome chromosomes from wild relatives of wheat *Aegilops markgrafii*, *Ae. triuncialis* and *Ae. cylindrica*, and their molecular organization. *Ann. Bot.* 116, 189–200. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv073>.
- Peng JH, Sun D, Nevo E. 2011. Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. *Mol Breed* 28:281–301. <https://doi.org/10.1007/s11032-011-9608-4>.
- Singh, H., Tsujimoto, H., Sakhuja, P. K., Singh, T., & Dhaliwal, H. S. 2000. Transfer of resistance to wheat pathogens from *Aegilops triuncialis* into bread wheat. *Wheat Information Service*, 91, 5-10.
- Tomar SMS, Singh Sanjay K, Sivasamy M, Vinod. 2014. Wheat rusts in India: resistance breeding and gene deployment a review. *Ind J Genet Plant Breed* 2014;74(2):129-156.
- Tsujimoto H, Tsunewaki K. 1985. Gametocidal genes in wheat and its relatives. II. Suppressor of the chromosome 3C gametocidal gene of *Aegilops triuncialis*. *Canadian Journal of Genetic Cytology*, 27, 178-185.