

Значение на *Aegilops cylindrica* Host. - Цилиндричното диво жито в селекционните програми

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

Дата: 17.03.2025 **Брой:** 3/2025



Резюме

България е една от страните на Балканския полуостров с разнообразие от видове *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, могат да подобрят устойчивостта ѝ. 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, а дори и при ечемика. Дивият родственик на пшениците *Aegilops cylindrica* Host., е едногодишно тревисто растение, известно като **цилиндрично диво жито**. То е тетраплоиден вид ($2n = 4x = 28$; CCDD), произхождащ от предците си *Aegilops markgrafii* (Greuter) Hammer ($2n = 2x = 14$; CC) и *Aegilops tauschii* Coss ($2n = 2x = 14$; DD). Този вид е широко разпространен в България, което дава основание за по-широко проучване на генетичните възможности на генотиповете *Aegilops cylindrica* Host., разпространени в страната и техните качества, за целите на селекцията при пшеницата и ечемика.

Страни на разпространение: Афганистан, България, Чехия, Словакия, Гърция, Унгария, Иран, Ирак, Япония, Казахстан, Киргизстан, Крим, Ливан-Сирия, Северен Кавказ, Северо-западна и Южна Европейска Русия, Пакистан, Палестина, Румъния, Таджикистан, Турция, Туркменистан, Украйна, Узбекистан, и страните от бивша Югославия (Словения, Северна Македония, Хърватия, Сърбия, Черна гора, Косово и Босна).



Видът е интродуциран в: САЩ (щати - Алабама, Аризона, Арканзас, Калифорния, Колорадо, Айдахо, Илинойс, Индиана, Айова, Канзас, Кентъки, Луизиана, Мичиган, Мисури, Монтана, Небраска, Невада, Ню Мексико, Ню Йорк, Северна Дакота, Охайо, Оклахома, Орегон, Южна Дакота, Тенеси, Тексас, Юта, Вирджиния, Вашингтон). Централноевропейска Русия, Кипър, Франция, Австрия, Германия, Великобритания, Италия, Корея, Мексико, Пенсилвания, Полша, и Тунис, където се смята за инвазивен плевел. (<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.108330>), (van Slageren, 1994; Danin and Scholz, 1994).

Ботаническо описание и морфология

Зимно едногодишно туфесто тревисто растение, формиращо от няколко до много продуктивни братя. Изолирани растения могат да формират повече от 100 братя. В основата си стъблата са полуполегати, а по-късно се издигат до изправени.



Дължината на стъблата обикновено е 20-40 cm, но могат да достигнат до 80 cm височина (без осилите). Листата са линейно ланцетни, голи или окосмени, широки 2–5 mm, с дължина 3-15 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 тесен цилиндричен клас, леко стесняващ се към върха с дължина 6-12 cm (без осилите) и дебелина 3-5 mm, състоящ се от 4-12 (обикновено 6-8) фертилни класчета разположени компактно и алтернативно по главната ос на класа. Класчетата са седящи, 9-10 mm дълги и около 3 mm широки. Върхното класче е конусовидно, по-късо и по-тънко, дълго около 7 mm и широко около 2 mm. В едно класче има 3-5 цветчета, от които долните 1-2 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 пурпурно-зелени във фаза изкласява и цъфтеж, с набраздена повърхност и неравномерно широки жилки (9-13), вдълбани в повърхността, повече или по-малко успоредни, двузъби, единият от зъбите е къс и тъп, а другият се образува като осил, дълъг до 18 mm. Външните плевици на плодните цветчета са 9-10 mm дълги, тясно елипсовидни, с форма на лодка и прегънати по дължина във върхната част. Външните плевици на върхните (апикалните) класчета имат изпъкнал централен осил, дълъг 4-8 cm, с 2 остри зъба в основата, и в зряла възраст са по-малко разклонени от осилите на плевите. Осилите на външните плевици на стерилните върхни цветчета са силно редуцирани. Вътрешната плевица е тясно яйцевидно-елипсовидна, с 2 остри, набраздени кила, завършващи с остър връх. Плодникът е дълъг 6-7 mm, между прилепнали външни и вътрешни плевици. Обикновено най-горното класче на класа е с 3-4 осила, по-къси от класа. При плодоносене класа се разпада на съставните му класчета с изключение на 1-2 жилави класчета в основата.



Плодът е гръбо-коремно сплеснато зърно с бразда по цялата коремна дължина. Цветът на зърното е червен. Размножава се със семена.

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

Местообитания: Необработвани и силно увредени места, напр. пустеещи земи, крайпътни зони, сухи, песъчливи, тревисти склонове, пасища. Разпространен на територията на цяла България при надморска височина: 0 - 1750 m.

Екология: Най-малко засегнат или застрашен вид.

Таксономия на вида:

Кралска ботаническа градина (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:384583-1>)

Видът *Aegilops cylindrica* Host. принадлежи към отдел *Magnoliophyta* Cronquist, Takht. & W. Zimm. ex Reveal (Покритосеменни), клас *Liliopsida* Batsch (Едносемеделни), разред *Poales* Small, семейство *Poaceae* Barnhart (Житни), род *Aegilops* L. (Диво жито).

Синоними: *Aegilops caudata* subsp. *cylindrica* (Host) Hegi; *Aegilops caudata* var. *cylindrica* Fiori; *Aegilops caudata* var. *hirsuta* Hegi; *Aegilops cylindrica* f. *brunnea* (Popova) K. Hammer; *Aegilops cylindrica* f. *brunusica* van Slageren & Eldarov; *Aegilops cylindrica* f. *ferruginea* (Popova) K. Hammer; *Aegilops cylindrica* f. *fuliginosa* (Popova) K. Hammer; *Aegilops cylindrica* f. *gahvayii* Aminov & Eldarov; *Aegilops cylindrica* f. *garamtil* Aminov & Eldarov; *Aegilops cylindrica* f. *prokhanovii* (Tzvelev) K. Hammer; *Aegilops cylindrica* f. *pullusica* van Slageren & Eldarov; *Aegilops cylindrica* f. *rubiginosa* (Popova) K. Hammer; *Aegilops cylindrica* subsp. *aristulata* Zhuk.; *Aegilops cylindrica* subsp. *pauciaristata* (Eig) Chennav.; *Aegilops cylindrica* unr. *pubescens* Kloos; *Aegilops cylindrica* var. *albescens* Popova; *Aegilops cylindrica* var. *aristulata* (Zhuk.) Tzvelev; *Aegilops cylindrica* var. *brunnea* Popova; *Aegilops cylindrica* var. *ferruginea* Popova; *Aegilops cylindrica* var. *flavescens* Popova; *Aegilops cylindrica* var. *fuliginosa* Popova; *Aegilops cylindrica* var. *gobustanica* van Slageren & Eldarov; *Aegilops cylindrica* var. *hirsuta* (Hegi) Hegi; *Aegilops cylindrica* var. *kastorianum* Karat.; *Aegilops cylindrica* var. *khizii* Aminov & Eldarov; *Aegilops nova* Winterl ex Borbás; *Aegilops cylindrica* var. *longiaristata* Lange; *Aegilops cylindrica* var. *multiaristata* Jansen & Wacht.; *Aegilops cylindrica* var. *pauciaristata* Eig; *Aegilops cylindrica* var. *prokhanovii* Tzvelev; *Aegilops cylindrica* var. *pubescens* Jansen; *Aegilops cylindrica* var. *rubiginosa* Popova; *Aegilops cylindrica* var. *rumelica* Velen.; *Aegilops cylindrica* var. *typica* Eig.; *Aegilops squarrosa* var. *cylindrica* (Host) Mutel; *Cylindropyrum cylindricum* (Host) Á.Löve; *Cylindropyrum cylindricum* subsp. *pauciaristatum* (Eig) Á.Löve; *Triticum caudatum* subsp. *cylindricum* (Host) Asch. & Graebn.; *Triticum cylindricum* (Host) Ces., Pass. & Gibelli; *Triticum cylindricum* var. *rumelicum* (Velen.) Stoj. & Stef.; *Cylindropyrum cylindricum* subsp. *cylindricum*; *Triticum cylindricum* Cesati, Pass. & Gib.

Значение на вида *Aegilops cylindrica* Host.

Aegilops cylindrica Host., представлява ценен източник на гени свързани със солено-устойчивост. Установено е, че D генома в *Ае. cylindrica* Host., притежава гени, като AecHKT1;5, AecSOS1, AecNHX1 и AecVP1, отговорни за изключването на транспортирането на Na йони в тъканите на коренчетата и колеоптилите на растението (Kiani et al., 2015). Идентифицирани са два генотипа – USL26, който е толерантен към засоляване, и генотип K44, който е чувствителен (Arabbeigi et al., 2014). Този вид е обект на различни изследвания от учени и селекционери, и макар да не е най-търсения в селекционните материали, включващи междувидови хибридизации на пшеници, селекционните програми търсят нови източници за подобряване, не само на устойчивост. Изследвания показват, че вида притежава способност да абсорбира от почвата основни минерали като: Mn, Fe, Ca, Mg, K, Na, Cr, Ni, Co, и да ги складира в семето (Mohammad et al., 2015). Prins et al. (2016) при изследване на

разнообразието от ензими в цикъла на Калвин, между родовете и видовете от раздел *Triticeae*, посочват *Aegilops cylindrica* Host., като ензимна система с по-високи асимилационни показатели, което ги прави потенциален донор, и на гени, свързани с подобряване на фотосинтезата. Изолирани са гени свързани с наличие на субединици от резервни протеини с високо молекулно тегло и в *Ae. cylindrica*, които биха могли да заместят, добре характеризираните, подобни гени от хлебна пшеница, което би довело до използване на по-широки вариации в субединиците с висока молекулна маса, показващи по-голямо разнообразие (Wan *et al.*, 2002; Kan *et al.*, 2006; Sun *et al.*, 2006; Farkhari *et al.*, 2007; Zhang *et al.* 2008).

При други изследвания на протеините, и съответните отговорни гени, са открити нови генни ресурси за глутен. Различни типове субединици с ниско молекулно тегло са открити в изследвани образци *Ae. cylindrica*, при глутенините, представляващи 60% от резервните протеини в ендосперма на пшениците, и играещи важна роля в качествата на тестото (Wan *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2003; Khabiri *et al.*, 2012; Xin *et al.*, 2015).

При изследване на вариации в чувствителността към вируса на пшеничното вджуджаване при диви и културни пшеници (*Triticum* sp. и *Aegilops* sp.) е установено, че растенията на *Ae. cylindrica* Host., инокулирани с пшеничен вджуджаващ вирус, първоначално са силно засегнати, но в последствие показват увеличаване на продуктивността си на братене и олистване, поради което биха могли да бъдат полезни генетични ресурси за подобряване на резистентността към пшеничния вджуджаващ вирус (Nygren *et al.*, 2015).

Селекционните линии между пшеница и *Ae. cylindrica* Host., представляват интерес за селекционери по света, също така и във връзка с редуциране на височината на растението, както и ранозрелостта (Yuhai *et al.*, 2017). Един от тези донори е линията TA001, която е следствие на хибридизация между сорта обикновена хлебна пшеница „Yannong 15” и амфиплоида SDAU18, който пък е следствие на кръстоска между видовете *Aegilops ventricosa* × *Aegilops cylindrica*. При изследване на линията са разпознати поне 30 гена отговорни за вджуджаване на растенията, включително гените Rht1, Rht3, Rht1s, RhtKrasnodari1, RhtT.aeth, RhtHighburg, Rht2, Rht10, RhtAibian1, Rht4, Rht5, Rht6, Rht7, Rht8, Rht9, Rht11, Rht12, Rht13, Rht14, Rht15, Rht16, Rht17, Rht18, Rht19, Rht20, Rht21, Rht22, Rht_R107, Rht-dp, Rht23, и Rht-NM9. Само няколко гена, като Rht1, Rht2, Rht8, и Rht9 са използвани по-широко в селекцията за вджуджаване на пшеницата.

Aegilops cylindrica Host. участва и във селекцията, освен при пшеницата, и при ечемика. Един такъв пример е селекционните линии ечемик на база 7H deletion, които са произлезли с участието на 2C хромозома на *Aegilops cylindrica* Host. (Shi *et al.*, 2000; Nasuda *et al.* 2005; Molnár *et al.*, 2016). Установено е, че същата хромозома 2C от *Ae. cylindrica* Host., има и способността да предизвиква разкъсване на хромозоми в обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.). Това качество се използва от селекционери при разработване на хибридизационни линии в селекцията, за устойчивост на фузариоза по класа. Пример за това е линията T3AS-Lr7S, съставена, чрез транслокация на хромозоми, и комплексно участие на други видове (McCain *et al.*, 1990; Farr and Rossman, 2015). Естествени междувидови хибридизации и беккросни кръстоски между *Aegilops cylindrica* Host. и *Triticum aestivum* L. могат да доведат до интрогресия на гени (Kozub *et al.*, 2004). Установено е, че такива хибриди могат да притежават хербицидна резистентност (Hegde and Waines 2004), както и резистентност към гъбични болести, и повишена толерантност към насекомни вредители (Schoenenberger *et al.*, 2006).



Доц. д-р Гургана Дешева и гл. ас. д-р Божидар Кьосев по време на експедиция за събиране на образци *Aegilops* през 2024 г. в България.

Повишеният интерес към вида *Aegilops cylindrica* Host. като възможен донор на гени за подобряване на пшеницата и ечемика са предпоставка за много генбанки да поставят като основен приоритет в своята дейност – „*in situ*“ и „*ex situ*“ опазване на дивите родственици на културите“, в това число и посоченият по-горе вид. В България колекция от видове *Aegilops* се поддържа при условията на дългосрочно „*ex situ*“ съхранение в Националната генбанка, към Института по Растителни Генетични Ресурси в Садово. Разнообразието в колекцията *Aegilops* е представено от 14 растителни вида. Общият брой на образците *Aegilops* възлиза на 438 образца, произхождащи от 19 страни, от тях 365 образци са с български произход. Вида *Aegilops cylindrica* Host. включва 63 броя, от които 59 представляват популации, събирани от различни райони на страната ни.

През 2023 г. беше одобрен за финансиране от Фонд Научни Изследвания проект BG-175467353-2023-13-0018, КП-06 Н76/3 „Проучване на генетичното разнообразие от видове *Aegilops* във флората на България“, по който една от специфичните цели е колекциониране и съхранение (*ex situ*) на видове *Aegilops* от флората на България. Обогащаването с нова генетична плазма от видове *Aegilops*, и тяхното задълбочено проучване и осигуряване на свободен достъп до тях, чрез включването им в обменната колекция, ще доведе до по-висок научен и обществен ефект с функцията на генбанката да обслужва голям брой потребители на регионално, национално и международно ниво – учени, селекционери, НПО, екологични организации, студенти, ученици в сферата на селскостопанските и биологични науки.

Благодарности:

Изследването е финансово подкрепено 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“.

Литература

1. Arabbeigi M, Arzani A, Majidi MM, Kiani R, Sayed Tabatabaei BE, Habibi F (2014) Salinity tolerance of *Aegilops cylindrica* genotypes collected from hyper-saline shores of Uremia Salt Lake using physiological traits and SSR markers. *Acta Physiol Plant* 36:2243–2251.
2. Danin A, Scholz H, 1994. Note: *Bromus commutatus* Schrader, *Aegilops cylindrica* host, and *Vulpia persica* (Boiss. et Buhse) V. Krecz. et Bobrov, new grasses in Israel. *Israel Journal of Botany*, 42:257-259.
3. Farkhari, M., Naghavi, M.R., Pyghambari, S.A., 2007. Genetic variation of jointed goatgrass(*Aegilops cylindrical* Host.) from Iran using RAPD-PCR and SDS-PAGE of seed proteins. *Pak. J. Biol. Sci.* 10, 2868–2873.
4. Farr DF, Rossman AY, 2015. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory. ARS, USDA,. <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> (accessed 25.01.16).
5. Hegde SG, Waines JG (2004) Hybridization and introgression between bread wheat and wild weedy relatives in North America. *Crop Sci.* 44: 1145 – 1155.
6. Kan, Y., Wan, Y., Beaudoin, F., Leader, D., Edwards, K., Poole, R., Wang, D., Mitchell, R.A.C., Shewry, P.R., 2006. Transcriptome analysis reveals differentially expressed storage protein transcripts in seeds of *Aegilops* and wheat. *J. Cereal Sci.* 44, 75–84.
7. Khabiri Toraj, Rasool Asghari Zakaria, Nasser Zare, Omid Sofalian. 2012. Analysis of genetic diversity based on HMW and LMW glutenin subunits in *Aegilops cylindrica* from Northwest of Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, Vol., 4 (9), 529-533, 2012.
8. Kiani A, Arzani A, Habibi F (2015) Physiology of salinity tolerance in *Aegilops cylindrica*. *Acta Physiol Plant* 37:135. <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1881-0>.
9. Kozub, N.A., Sozinov, I.A., Sozinov, A.A., 2004. Effect of an introgression from *Aegilops cylindrica* host on manifestation of productivity traits in winter common wheat F2 plants. *Russ. J. Genet.* 40, 12–15.
10. Liu, Z., Yan, Z., Wan, Y. et al. Analysis of HMW glutenin subunits and their coding sequences in two diploid *Aegilops* species. *Theor Appl Genet* 106, 1368–1378 (2003). <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1175-y>.
11. McCain JW, Hennen JF, Ono Y, 1990. New host species and state distribution records for North American rust fungi (Uredinales). *Mycotaxon* 39: 281e300.
12. Mohammad Ali Rajabzadeh, Ehsan Ghasemkhani, Ahmadreza Khosravi. 2015. Biogeochemical study of chromite bearing zones in Forumad area, Sabzevar ophiolite, Northeastern Iran. *Journal of Geochemical Exploration*, Volume 151, Pages 41-49, <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2015.01.002>.
13. Molnár I, Vrána J, Burešová V, Cápál P, Farkas A, Darkó É, Cseh A, Kubaláková M, Molnár-Láng M, Doležel J. 2016. Dissecting the U, M, S and C genomes of wild relatives of bread wheat (*Aegilops* spp.) into chromosomes and exploring their synteny with wheat. *Plant J.* 2016 Nov;88(3):452-467. doi: 10.1111/tpj.13266.
14. Nasuda S., Y. Kikkawa, T. Ashida, A.K.M.R. Islam, K. Sato, T.R. Endo, 2005. Chromosomal assignment and deletion mapping of barley EST markers, *Genes Genet. Syst.* 80 (2005) 357–366.
15. Nygren, J., Nadeem Shad, A. K., & Westerbergh, A. (2015). Variation in susceptibility to wheat dwarf virus among wild and domesticated wheat. *PLoS One*, 10(4). Available from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121580>, e0121580_e0121580.
16. Porceddu E. and Damania A.B. 1994. Sampling strategies for conserving variability of genetic resources in seed crops. Technical Manual No. 17. ICARDA, Aleppo, Syria–University of Tuscia, Viterbo, Italy.

17. Prins A., D.J. Orr, P.J. Andralojc, M.P. Reynolds, E. Carmo-Silva, M.A.J. Parry, (2016) Rubisco catalytic properties of wild and domesticated relatives provide scope for improving wheat photosynthesis, *J. Exp. Bot.* 67 (6) (2016) 1827–1838.
18. Schoenenberger N, Guadagnuolo R, Savova-Bianchi D, Küpfer P, Felber F. Molecular analysis, cytogenetics and fertility of introgression lines from transgenic wheat to *Aegilops cylindrica* host. *Genetics*. 2006 Dec;174(4):2061-70. doi: 10.1534/genetics.106.058529.
19. Shi F., T.R. Endo, (2000) Genetic induction of chromosomal rearrangements in barley chromosome 7H added to common wheat, *Chromosoma* 109 (2000) 358–363.
20. Slageren M. van, 1993. Taxonomy and distribution of *Aegilops*. In: Biodiversity and wheat improvement [ed. by Damania, A. B.J. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 67-79.
21. Sun, X., Hu, S., Liu, X., Quian, W., Hao, S., Zhang, A., Wang, D., 2006. Characterization of the HMW glutenin subunits from *Aegilops searsii* and identification of a novel variant HMW glutenin subunit. *Theor. Appl. Genet.* 113, 631–641.
22. Wan, Y., Wang, D., Shewry, P.R., Halford, N.G., 2002. Isolation and characterization of five novel high molecular weight subunit of glutenin genes from *Triticum timopheevi* and *Aegilops cylindrica*. *Theor. Appl. Genet.* 104, 828–839.
23. Xin Li, Dong-cheng Liu, Jia-zhu Sun, Wen-long Yang, Xiao-li Guo, Dao-wen Wang, Ai-min Zhang. 2015. Characterization of novel high-molecular-weight glutenin subunits and their coding sequences in *Aegilops markgrafii*, *Journal of Cereal Science*, Volume 65, Pages 9-18, <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.05.014>.
24. Yuhai Wang, Qingdian Han, Fang He, Yinguang Bao, Dongfeng Ming, Honggang Wang. 2017. Characterization of a *Triticum aestivum*-*Aegilops* germplasm line presenting reduced plant height and early maturation. *The Crop Journal*, Volume 5, Issue 3, 185-194, <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.10.004>.
25. Zhang, Y., Li, X., Wang, A., An, X., Zhang, Q., Pei, Y., Gao, L., Ma, W., Appels, R., Yan, Y., 2008. Novel x-type high-molecular-weight glutenin genes from *Aegilops tauschii* and their implications on the wheat origin and evolution mechanism of Glu-D1-1 proteins. *Genetics* 178, 23–33.