

节节山羊草在育种计划中的重要性

Автор(и): гл. ас. д-р Божидар Кьосев, Институт по растителни генетчини ресурси "Константин Малков" – Садово; доц. д-р Гертана 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



摘要

保加利亚是巴尔干半岛上拥有多种山羊草属 (*Aegilops*) 物种的国家之一。这些物种是抗生物和非生物环境胁迫因子基因的来源，当这些基因被引入硬粒小麦和普通小麦的基因组时，可以提高其抗性。对这些物种的兴趣还源于它们在育种中用于拓宽硬粒小麦、普通小麦乃至大麦遗传基础的可能性。小麦的野生近缘种——圆柱山羊草 (*Aegilops cylindrica* Host.)，是一种一年生草本植物，被称为节节麦。它是一种四倍体物种 ($2n = 4x = 28$; CCDD)，起源于其祖先马克氏山羊草 (*Aegilops markgrafii* (Greuter) Hammer) ($2n = 2x = 14$; CC) 和粗山羊草 (*Aegilops tauschii* Coss) ($2n = 2x = 14$; DD)。该物种在保加利亚分布广泛，这为更广泛地研究该国分布的圆柱山羊草基因型的遗传潜力及其性状提供了依据，旨在服务于小麦和大麦育种。

分布国家: 阿富汗、保加利亚、捷克共和国、斯洛伐克、希腊、匈牙利、伊朗、伊拉克、日本、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、克里米亚、黎巴嫩-叙利亚、北高加索、俄罗斯西北部和南部欧洲部分、巴基斯坦、巴勒斯坦、罗马尼亚、塔吉克斯坦、土耳其、土库曼斯坦、乌克兰、乌兹别克斯坦以及前南斯拉夫国家（斯洛文尼亚、北马其顿、克罗地亚、塞尔维亚、黑山、科索沃和波黑）。



该物种已被引入: 美国（各州——阿拉巴马州、亚利桑那州、阿肯色州、加利福尼亚州、科罗拉多州、爱达荷州、伊利诺伊州、印第安纳州、爱荷华州、堪萨斯州、肯塔基州、路易斯安那州、密歇根州、密苏里州、蒙大拿州、内布拉斯加州、内华达州、新墨西哥州、纽约州、北达科他州、俄亥俄州、俄克拉荷马州、俄勒冈州、南达科他州、田纳西州、德克萨斯州、犹他州、弗吉尼亚州、华盛顿州）、俄罗斯中欧部分、塞浦路斯、法国、奥地利、德国、英国、意大利、韩国、墨西哥、宾夕法尼亚州、波兰和突尼斯，在这些地方它被视为入侵性杂草。

(<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.108330>) , (van Slageren, 1994; Danin and Scholz, 1994) 。

植物学描述与形态学

冬季一年生丛生草本植物，形成数个至多个可育分蘖。单株植物可形成超过100个分蘖。秆基部半匍匐，后期变为上升至直立。



秆长通常为20–40厘米，但（不包括芒）可达80厘米高。叶片线状披针形，无毛或被柔毛，宽2–5毫米，长3–15厘米。秆上最下部和最上部的叶片短于其他叶片。叶鞘与叶片之间有一短膜质叶舌和具柔毛的叶耳。花序为窄圆柱形穗状花序，稍向顶端渐细，长6–12厘米（不包括芒），粗3–5毫米，由4–12个（通常6–8个）可育小穗沿穗主轴紧密且交替排列组成。小穗无柄，长9–10毫米，宽约3毫米。顶端小穗圆锥形，较短且较细，长约7毫米，宽约2毫米。一个小穗内有3–5朵小花，其中下部1–2朵通常可育，但也可能有最多五朵可育小花，从而每小穗产生5粒籽粒。侧生小穗的颖片卵状伸长，长7–10毫米，抽穗和开花时呈绿色至紫绿色，表面具条纹，脉（9–13条）宽窄不均，凹陷于表面，或多或少平行，具二齿，一齿短而钝，另一齿形成长达18毫米的芒。可育小花的外稃长9–10毫米，窄椭圆形，舟形，上部纵向折叠。顶端小穗的外稃具突出的中芒，长4–8厘米，基部有2个锐齿，成熟时分支少于颖片的芒。不育顶端小花的外稃芒强烈退化。内稃窄卵状椭圆形，具2条锐利、具条纹的龙骨状突起，末端呈尖头。颖果长6–7毫米，位于紧密贴附的外稃和内稃之间。通常穗的最上部小穗有3–4条芒，短于穗。果期时，穗除基部1–2个坚韧的小穗外，会解离成其组成小穗。



果实为背腹压扁的籽粒，沿腹面全长具沟。籽粒颜色为红色。通过种子繁殖。

物候学：开花期（4月–8月），结果期（5月–8月）

生境：未开垦和严重受干扰的地点，例如休耕地、路边、干燥、沙质、草坡、牧场。分布于保加利亚全境，海拔：0–1750米。

生态学: 受影响或受威胁最小的物种。

物种分类学:

皇家植物园 (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:384583-1>)

物种圆柱山羊草 (*Aegilops cylindrica* Host.) 属于木兰门 (*Magnoliophyta* Cronquist, Takht. & W. Zimm. ex Reveal) (被子植物), 百合纲 (*Liliopsida* Batsch) (单子叶植物), 禾本目 (*Poales* Small), 禾本科 (*Poaceae* Barnhart) (禾草), 山羊草属 (*Aegilops* L.) (野生小麦)。

同义词: *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.

圆柱山羊草 (*Aegilops cylindrica* Host.) 物种的意义

圆柱山羊草 (*Aegilops cylindrica* Host.) 是耐盐性相关基因的宝贵来源。已确定圆柱山羊草中的D基因组拥有诸如AecHKT1;5、AecSOS1、AecNHX1和AecVP1等基因, 这些基因负责阻止钠离子运输到植物的根和胚芽鞘组织中 (Kiani等人, 2015)。已鉴定出两种基因型——耐盐的USL26和敏感的基因型K44 (Arabbeigi等人, 2014)。

该物种是科学家和育种家各种研究的对象，尽管在涉及种间小麦杂交的育种材料中它不是最受追捧的，但育种计划正在寻找新的来源，不仅用于改良抗性。研究表明，该物种具有从土壤中吸收Mn、Fe、Ca、Mg、K、Na、Cr、Ni、Co等必需矿物质并将其储存在籽粒中的能力（Mohammad等人，2015）。Prins等人（2016）在研究小麦族（*Triticeae*）各属种卡尔文循环酶的多样性时，指出*圆柱山羊草*作为一个具有更高同化参数的酶系统，这使其成为与改善光合作用相关基因的潜在供体。在*圆柱山羊草*中也分离出了与高分子量贮藏蛋白亚基存在相关的基因，这些基因可以替代来自面包小麦的已充分表征的类似基因，从而利用表现出更大多样性的更广泛的高分子量亚基（Wan 等人，2002；Kan 等人，2006；Sun 等人，2006；Farkhari 等人，2007；Zhang 等人，2008）。

在其他关于蛋白质及其相应负责基因的研究中，已鉴定出新的麸质遗传资源。在检测的*圆柱山羊草*种质中，发现了不同类型的低分子量亚基存在于谷蛋白中，这些谷蛋白占小麦胚乳中贮藏蛋白的60%，对面团质量起着重要作用（Wan 等人，2002；Liu 等人，2003；Khabiri 等人，2012；Xin 等人，2015）。

在对野生和栽培小麦（*小麦属*和*山羊草属*）对小麦矮缩病毒易感性变异的研究中发现，接种了小麦矮缩病毒的*圆柱山羊草*植株最初受到严重影响，但随后表现出分蘖和叶片增多，因此可能成为提高小麦矮缩病毒抗性的有用遗传资源（Nygren 等人，2015）。

小麦与*圆柱山羊草*之间的育种系也引起了全球育种家的兴趣，同样涉及降低株高以及早熟性（Yuhai 等人，2017）。其中一个供体系是TA001，它是普通面包小麦品种“烟农15”与双倍体SDAU18杂交的结果，而SDAU18本身又是*偏凸山羊草*（*Aegilops ventricosa*）与*圆柱山羊草*杂交的产物。在对该系的研究中，鉴定出至少30个负责植株矮化的基因，包括基因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和Rht-NM9。只有少数基因，如Rht1、Rht2、Rht8和Rht9，在小麦矮化育种中得到了更广泛的应用。

圆柱山羊草 不仅参与小麦育种，也参与大麦育种。其中一个例子是基于7H缺失的大麦育种系，这些系的产生涉及*圆柱山羊草*的2C染色体（