

关于黑小麦的用途与应用可能性

Автор(и): ас. Ивелина Сакаджиева, Институт по земеделие и семезнание "Образцов чифлик" – Русе

Дата: 05.05.2025 Брой: 5/2025



摘要

本文综述并分析了有关小黑麦 (*×Triticosecale* Wittmack) ——人类创造的第一种植物——的利用和应用数据。文章考察了保加利亚的育种活动，重点阐述了小黑麦在饲料、种子和生物乙醇生产方面的优势与潜力，以及其在食品工业中的应用。

在现代农业中，建立环境友好型生产的驱动力、保护可再生资源的趋势以及亲近自然的生活方式，导致人们对种植古老和稀有作物的兴趣重新燃起。这些作物虽不直接与粮食生产相关，但可用于制造生态、天然和可生物降解的产品 (Berenji, 2008; Serafimov et al., 2020) 。

小黑麦 (\times *Triticosecale* Wittmack) 是小麦 (*Triticum* sp.) 与黑麦 (*Secale cereale* L) 之间的属间杂交种, 它结合了小麦的高产潜力和黑麦的抗病性。小黑麦 (*Triticale*) 的名称来源于其两个亲本组分的拉丁名——*Triticum* (小麦) 的第一部分和 *Secale* (黑麦) 的第二部分。首次杂交由英国植物学家 Wilson 于 1870 年完成 (Tsvetkov, 1989)。

小黑麦存在八倍体 ($2n=8x=56$)、十倍体 ($2n=10x=70$)、六倍体 ($2n=6x=42$) 和四倍体 ($2n=4x=28$) 形式, 其中早期形式主要为八倍体, 因为它们结合了普通小麦和黑麦的基因组 (Sechniach and Sulima, 1984)。

八倍体形式的特点是育性低, 主要用作将所需性状从亲本物种转移到 42 染色体形式的桥梁 (Tsvetkov, 1989)。十倍体小黑麦的特点是活力降低、每穗结实率极低且倾向于恢复到较低染色体数目 (Kirchev, 2019)。随着 Derzhavin 于 1938 年创造出第一个六倍体小黑麦, 未来育种工作的基础得以奠定 (Tsvetkov, 1989)。随后, 许多研究人员利用四倍体小麦 *Triticum durum* 和 *Triticum turgidum* 以及黑麦物种 *Secale cereale* 和 *Secale montanum* 创造了许多初级六倍体 (Stoyanov, 2018)。

第一批四倍体小黑麦形式是通过将 6x 小黑麦与二倍体黑麦 ($2n=14$) 杂交获得的, 但尽管其细胞学稳定性更好, 同样存在育性不足的问题 (Tsvetkov, 1989)。

改善 42 染色体小黑麦形式育性的新阶段, 是基于 6x 和 8x 小黑麦之间杂交开发次级六倍体形式。由于其遗传稳定性和对非生物及生物因子的耐受性, 这种杂交种在实践中已成为最成功的类型 (Daskalova, 2021)。



在保加利亚，小黑麦的种植历史超过50年。对该作物的育种工作始于1963年。1965年，在普罗夫迪夫高等农业研究所，通过杂交小麦品种Bezostaya 1与保加利亚黑麦栽培品种S-2，获得了第一个初级八倍体小黑麦AD-SOS 3；两年后，在托舍沃将军镇附近的多布罗贾小麦和向日葵研究所，创造了第一个六倍体小黑麦T-AD (Popov and Tsvetkov, 1970)。

迄今为止，已有19个小黑麦品种被列入保加利亚共和国官方品种名录：Kolorit, Atila, Akord, Bumerang, Respect, Doni 52 等。许多新培育的品种具有高产、抗生物和非生物胁迫、籽粒饱满、蛋白质和赖氨酸含量高、抗倒伏和抗落粒等特点。该作物育种的最新成就是四个冬性六倍体小黑麦品种——Galadriel, Rumeliets, Andronik 和 Helion1，由托舍沃将军镇的多布罗贾农业研究所培育。

小黑麦主要用作饲料，但它在烘焙和糖果工业中具有极佳的前景。小黑麦最宝贵的品质之一是其高蛋白质含量（11–23%），平均比小麦高1.5%，比黑麦高3.5%。

根据Myer和Lozano del Río (2004) 以及Meale和McAllister (2015) 的研究，小黑麦籽粒中蛋白质氨基酸的高含量主要是由于非必需蛋白质氨基酸相对于必需氨基酸的比例增加。脯氨酸和谷氨酸的含量增加最为显著。这一点很重要，因为脯氨酸与谷物的耐旱性有关，而谷氨酸是麸质（面筋）的组成部分——麸质是谷物蛋白质，在很大程度上决定了面粉的工艺和烘焙品质。赖氨酸的含量也极其重要，它是决定谷物作物籽粒蛋白质生物价值的限制性必需氨基酸（表1）。

Таблица 1. Хранителен състав на тритикале, пшеница и ръж (100g сухо вещество)

Хранителен компонент	Тритикале	Ръж	Пшеница
Протеин	12-15	9-12	11-14
Лизин	0.35	0.30	0.25
Валин	0.55g	0.50	0.50
Треонин	0.40	0.35	0.33
Аргинин	0.65	0.60	0.60
Хистидин	0.35	0.30	0.30
Триптофан	0.15	0.13	0.12

近年来，小黑麦越来越多地用于放牧、青贮、干草和饲料谷物生产。冬性和春性小黑麦类型都有潜力满足反刍动物对青饲料的需求。小黑麦的饲料质量通常略低于春大麦和玉米，但高于燕麦 (Baron et al., 2015)。

小黑麦籽粒在生物乙醇生产中的应用与传统谷物作物相比具有诸多优势。根据Rosenberger等人 (2002) 进行的一项研究，与小麦和黑麦相比，小黑麦是一种更具成本效益的作物。高水平的内源性淀粉酶（主要是 α -淀粉酶）的存在对于将淀粉糖化为可发酵糖至关重要 (Kučerova, 2007; Davis-Knight and Weightman, 2008)。

近年来，针对小黑麦籽粒的烘焙品质进行了大量研究。数据表明它适合用于该领域，但其利用率尚未达到最佳水平。根据Peña（2004）的研究，其籽粒的物理特性和化学成分介于小麦和黑麦之间（表2）。

Таблица 2. Хранителен състав на тритикале, пшеница и ръж (сухо вещество), %

Култура	Протеин %	Нишесте %	Екстракт - етер%	Пепел %	Фибри %	Захари %
Тритикале	10.3-15.6	53-63	1.1-1.9	1.8-2.9	2.3-3.0	4.3-7.6
Пшеница	11.0-12.8	58-62	1.6-1.7	1.7-1.8	3.0-3.1	2.6-3.3
Ръж	13.0-14.3	54.5	1.8	2.1	2.6	5.0

Peña和Amaya（1992）进行了一项研究，他们发现当小麦和小黑麦在磨粉前以75:25的比例混合时，所得面粉量与单独研磨小麦相当。纯小黑麦面粉可用于生产黑麦型面包，而无需混合小麦和黑麦籽粒。Lorenz（1972）指出，用小黑麦制作的白面包型黑麦面包完全适合食用。小黑麦面粉的特点是麸质含量低，淀粉酶含量高（这是黑麦的典型特征），这也是其烘焙品质较低的原因。如果遵守其制备过程中的某些技术要求（低速混合和缩短发酵时间），可以从一些小黑麦品种中获得质量可接受的面包（Rakowska 和 Haber 1991）。

小黑麦也用于制备膳食甜点。通过将燕麦和小麦麸皮（20–40%）与小黑麦面粉结合，生产出高纤维棒，这种产品在零售渠道中越来越受欢迎（Onwulata et al., 2000）。

结论

小黑麦在籽粒和生物量产量方面具有更高的生产潜力，对不同生长条件适应性强，抗锈病和白粉病，籽粒蛋白质含量和蛋白质中赖氨酸含量更高，对酸性土壤耐受性增强，具有更强大的根系使其能够克服极端干旱，并且对土壤肥力要求低，这使得该作物可以在低产土壤上种植。

由于其较高的蛋白质和赖氨酸含量，小黑麦是适合纳入家禽、猪和反刍动物日粮的作物。小黑麦面粉的特点是麸质含量低，淀粉酶含量高。小黑麦籽粒在乙醇生产中的应用与传统谷物作物相比具有诸多优势。

参考文献

1. Daskalova N. (2021) 小黑麦 (*×Triticosecale* Wittmack) 中的染色体替换 —— 育种中遗传多样性的一个因素。 *作物科学*, 58 (2), 13-27。
2. Kirchev Hr. (2019) 小黑麦——专著。 *Uchy media and design*, 普罗夫迪夫。

3. **Marinov-Serafimov P., Golubinova I., Petrova R., Harizanova-Petrova B., Petrovska N., Vulkova V., Blagoeva E., Pavlovski K.** (2020) 技术用高粱的利用和应用可能性。 *巴尔干山区农业杂志*, 23 (6), 149-161。
4. **Sechniach L.K., Sulima Yu.G.** (1984) 小黑麦。莫斯科, Kolos出版社。
5. **Stoyanov Hr.** (2018) 小黑麦 (*×Triticosecale* Wittm.) 对非生物胁迫的响应。 *博士论文*, 托舍沃将军镇, 保加利亚。
6. **Tsvetkov S.** (1989) 小黑麦。 *Zemizdat*, 索非亚。
7. **Baron V. S., Juskiw P.E., Aljarrah M.** (2015) 小黑麦作为饲料: 载于 *François Eudes 《小黑麦》*, 加拿大农业与农业食品部, 10, 189-212。
8. **Berenji J.** (2008) 扫帚学——过去、现在和未来。载于: *第十五届国际农业博物馆大会论文集*<