

优质酿造糯高粱新品种晋糯4号选育报告

张晓娟^{1,2}, 张一中^{1,2}, 范昕琦^{1,2}, 梁 笃^{1,2}, 郭 琦^{1,2}, 赵娟莹^{1,2}, 王绘艳^{1,2}, 柳青山^{1,2}

(1. 山西农业大学高粱研究所, 山西 晋中 030600;

2. 高粱遗传与种质创新山西省重点实验室, 山西 晋中 030600)

摘要: 为选育适宜北方地区种植的糯高粱品种, 山西农业大学高粱研究所通过种质资源收集与创新, 聚合多个优良性状选育出目标亲本系, 以自选不育系11476A作母本、自选恢复系L2R作父本, 成功选育出优质糯高粱新品种晋糯4号。2013—2014年参加全国高粱品种糯高粱组区域试验, 晋糯4号平均折合产量6 575.6 kg/hm², 较对照品种增产12.5%, 较参试品种平均折合产量增产6.9%。2015年参加全国高粱品种糯高粱组生产试验, 晋糯4号平均折合产量6 355.5 kg/hm², 较对照品种川糯梁15号增产12.7%。该品种生育期116 d, 株高173.2 cm, 穗长31.4 cm, 穗粒重65.9 g, 千粒重23.1 g。籽粒含粗蛋白79.4 g/kg、粗淀粉747.4 g/kg (其中支链淀粉占比高达99.5%)、单宁13.0 g/kg、粗脂肪36.2 g/kg。具有顶土能力强、广适性好、丰产、支链淀粉含量高等优点, 是优良的糯高粱酿造品种, 适合在我国北方大面积推广种植。

关键词: 糯高粱; 新品种; 晋糯4号; 选育

中图分类号: S514

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2026)04-0322-05

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2026.04.006

高粱作为我国重要的粮食作物和酿酒工业的核心原料, 在白酒酿造领域占据着不可替代的地位^[1-2]。据统计, 我国约80%的高粱被应用于酿酒产业^[3], 如茅台等中国名优白酒, 其酿造工艺均以高粱为主要原料^[4]。研究表明, 酿酒高粱的品质特性主要体现在出酒率和酒体风味两个方面, 这些特性与籽粒中淀粉 (包括总淀粉和支链淀粉)、蛋白质、脂肪及单宁等关键成分的含量密切相关, 其中淀粉组分中的总淀粉含量及其支链淀粉比例, 对最终酒品的质量和产量具有决定性影响^[5-6]。糯高粱具备较高的膨胀率与淀粉利用率, 在酱香型与浓香型白酒酿造中可实现出酒率提升与酒质优化双重效果^[7-9]。且高粱中籽粒支链淀粉含量高, 可在酿造工艺中显著促进其吸水糊化过程, 促进酿酒流程顺利进行^[10-12]。蒋力力等^[13]、Adameczyk等^[14]提出, 优质酒用高粱通常蛋白质含量应为70~90 g/kg, 脂肪含量不宜超过40 g/kg, 单宁含量以14~17 g/kg为宜。尤其在酱香型白酒酿造中, 对糯高粱的淀粉组成有明确要求, 即总淀粉含量需达700 g/kg以上, 其中支链淀粉占比需达

90%以上。经测试分析, 晋糯4号高粱的各项品质指标均符合上述标准, 其支链淀粉占比更是达到99.5%, 表现出优异的出酒率与风味特性, 是一种理想的优质酿酒原料。

当前, 南方糯高粱主产区糯高粱品种存在良种普及率低、机械化程度低、生产成本高等亟待解决的突出问题^[15-16], 制约了南方糯高粱产业的可持续发展。主要表现为主栽品种较为单一, 遗传多样性不足; 普遍存在植株过高, 导致抗倒伏能力较弱; 现有品种的农艺性状与机械化收获要求匹配度不高; 品种抗病性能也有待提升^[17]。目前, 北方地区糯高粱种植规模有限, 而将南方主栽品种直接引种至北方地区又面临诸多挑战, 一是生育周期延长, 难以适应当地气候条件; 二是环境适应性差, 抗逆性表现不佳; 三是产量潜力无法充分发挥^[18]。这种区域适应性差异, 使得糯高粱产业严重受阻。

山西农业大学高粱研究所糯高粱育种团队在新品种选育工作中, 明确了以中晚熟、品质优、高产稳产和抗逆性强为核心目标的育种技术策

收稿日期: 2025-07-18; 修订日期: 2026-02-04

基金项目: 山西省科技合作交流专项项目 (202304041101055); 山西省重点研发计划 (2022ZDYF109-2); 山西省科技重大专项计划“揭榜挂帅”项目 (202101140601027)。

作者简介: 张晓娟 (1978—), 女, 山西平遥人, 副研究员, 主要从事糯高粱杂种优势利用的研究工作。Email: zxjxh518@163.com。

通信作者: 柳青山 (1968—), 男, 山西和顺人, 研究员, 主要从事高粱遗传育种及其推广工作。Email: 673673@126.com。

略。围绕该选育方向,开展了国内外优异种质资源的收集与综合评价工作,创制出聚合多个优良性状的亲本材料,并进一步以优质不育系11476A为母本、恢复系L2R为父本进行杂交组配,最终育成了综合性状优异的糯高粱杂交种晋糯4号。该品种具有幼苗顶土能力强、广适性好、丰产、支链淀粉含量丰富等显著优势。晋糯4号的成功培育不仅改变了我国北方欠缺专用糯高粱品种的现状,同时该品种具有支链淀粉含量丰富等突出品质优点,更为酿酒企业提供了理想的生产原料,对推动高粱产业发展提供了坚实支撑。2017年,晋糯4号进行了农业部非主要农作物品种登记,登记编号为GPD高粱(2017)140009。

1 亲本来源及选育过程

1.1 亲本来源

母本11476A是由山西农业大学高粱研究所利用性状优良且顶土能力强的lgBR5M874B和品质优良但出苗顶土能力较弱的45B进行有性杂交选育而成的优良不育系,具有顶土力强、穗大株型好、配合力高等优点。选育过程中从F₂代开始在群体中采用籽粒横切面碘化钾显色法进行糯性鉴定,从中筛选出具有糯质特性、大穗型、红粒性状且农艺性状表现优异的单株材料,经过连续6个世代的系谱法选育和性状稳定后,通过A2型细胞质雄性不育系转育技术成功培育而成。父本恢复系L2R是由山西农业大学高粱研究所35R和60R为亲本,通过人工杂交并结合后代筛选,其中在F₂~F₃代选择糯质、中散穗型的优良单株,通过连续系统自交7个世代单株,稳定成系选育而成。

1.2 选育过程

该品种的选育过程充分体现了现代作物育种中目标性状定向聚合的技术路线,2008年冬季在海南试验基地以11476A为母本、L2R为父本组配而成。“11476A×L2R”杂交组合首次于2009年在山西农业大学高粱研究所试验基地参加杂交种鉴定试验,2010—2011年经过连续2轮品种比较试验,展现出显著的品种优势。2013—2014年参加全国高粱品种糯高粱组区域试验,并在全国多点试验中表现突出。2015年,该品种顺利完成国家级区域试验及生产试验的全部审定程序,于2015年12月正式通过国家鉴定,并命名为晋糯4号。

2017年,晋糯4号进行了农业部非主要农作物品种登记,登记编号为GPD高粱(2017)140009。自2016年起,晋糯4号开启了全国范围的示范种植和推广应用。截至2024年,该品种已在全国主要高粱产区实现规模化推广应用,其优异的农艺性状和稳定的产量表现赢得了种植户的广泛认可,为我国高粱产业高质量发展作出了重要贡献。选育过程见图1。

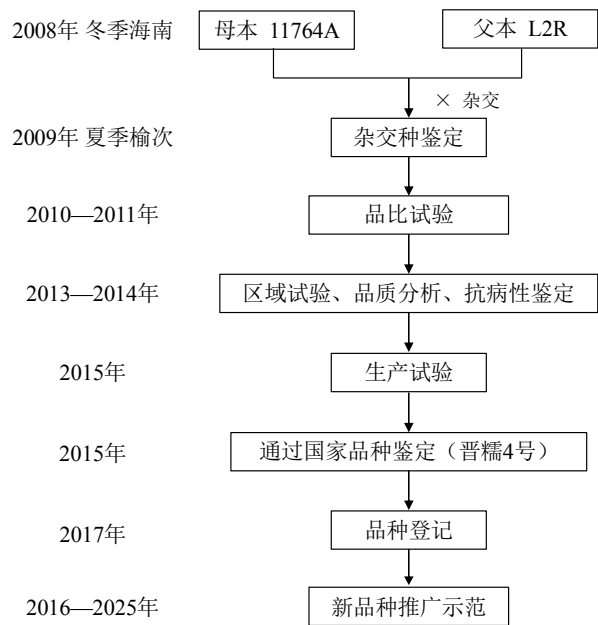


图1 晋糯4号选育过程

2 产量表现

2.1 品鉴试验

2009年在山西农业大学高粱研究所东白试验基地进行的品种鉴定试验中,晋糯4号平均折合产量达7 527.0 kg/hm²,较对照品种晋杂12号增产8.2%,增产效果显著,居36个参试品种(系)的第2位。

2.2 品比试验

2010—2011年,在山西农业大学高粱研究所东白试验基地进行的品种比较试验中,晋糯4号2 a平均折合产量达7 947.0 kg/hm²,较对照品种晋杂12号平均增产9.1%,居11个参试品种(系)第2位。其中,2010年平均折合产量达7 687.5 kg/hm²,较对照品种晋杂12号增产8.6%,居11个参试品种(系)第2位;2011年平均折合产量8 206.5 kg/hm²,较对照品种晋杂12号增产幅度达9.5%,居11个参试品种(系)第2位。

2.3 区域试验

在2013—2014年进行的全国高粱品种糯高粱组区域试验中,晋糯4号表现出稳定的增产优势(表1)。2 a平均折合产量达6 575.6 kg/hm²,较对照品种增产12.5%,较参试品种平均折合产量增产6.9%。该品种具有良好的产量稳定性和广适性。其中,2013年晋糯4号平均折合产量达6 791.8 kg/hm²,较对照品种泸糯13号增产8.1%,在9个参试品种(系)中列第3位,较对照品种泸糯13号增产的试验点有4个。2014年晋糯4号平均折合产量为6 359.4 kg/hm²,较对照品种川糯梁15号增产17.5%,较参试品种平均折合产量增加5.6%,居7个参试品种(系)第3位。

表1 晋糯4号在2013—2014年全国高粱品种糯高粱组区域试验中的产量

时间	试验地点	平均折合产量 / (kg/hm ²)		增产率 /%
		晋糯4号	泸糯13号 (CK ₁) 川糯梁15号 (CK ₂)	
2013年	四川泸州	6 900.0	6 421.5	7.5
	重庆永川	5 530.5	5 170.5	7.0
	湖南长沙	7 170.0	7 504.5	-4.5
	四川宜宾	5 662.5	6 094.5	-7.1
	湖北武汉	6 693.0	6 307.5	6.1
贵州贵阳	8 794.5	6 184.5	42.2	
2014年	四川泸州	6 382.5	5 982.0	6.7
	重庆永川	6 100.5	5 770.5	5.7
	湖南长沙	6 087.0	4 836.0	25.9
	湖北武汉	6 499.5	3 964.5	63.9
	贵州贵阳	6 727.5	6 498.0	3.5

表2 晋糯4号在2015年全国高粱品种糯高粱组生产试验中的产量

试验地点	平均折合产量 / (kg/hm ²)		增产率 /%
	晋糯4号	川糯梁15号 (CK)	
四川泸州	6 075.0	5 304.0	14.5
重庆永川	5 301.0	4 695.0	12.9
湖南长沙	6 573.0	6 163.5	6.6
四川宜宾	5 235.0	4 321.5	21.1
湖北武汉	7 542.0	5 601.0	34.6
贵州仁怀	4 590.0	4 914.0	-6.6
山西榆次	9 171.0	8 490.0	8.0

2.4 生产试验

在2015年的全国高粱品种糯高粱组生产试验中,晋糯4号平均折合产量达6 355.5 kg/hm²,较对照品种川糯梁15号增产12.7%,增产点率为85.7%,居3个参试品种第2位(表2)。该品种在大田生产条件下表现出良好的稳产性与增产潜力。

2.5 示范与推广

晋糯4号自2016年起,在山西省不同生态区及新疆奇台进行了示范推广。结果显示,该品种在生产上实现了较大幅度的增产。具体表现为,在长治市沁县定昌镇中陈村的山旱地,平均产量达到10 647.0 kg/hm²;在晋中市榆次区修文镇东白村的高水肥地,平均产量为11 835.0 kg/hm²;在太原市清徐县孟封镇孟封村的盐碱地,平均产量达10 611.0 kg/hm²;在新疆维吾尔自治区奇台麦类试验基地,平均产量为10 710.6 kg/hm²。晋糯4号在北方地区平均产量表现优异,达到甚至超越普通粳高粱生产水平。

3 品种特征特性

3.1 植物学特征

晋糯4号全生育期116 d,属中熟类型。幼苗叶色绿色,成株株高173.2 cm。穗纺锤形,中散穗,穗长31.4 cm。红色籽粒,褐色颖壳,穗粒重65.9 g,千粒重为23.1 g。经区域试验及生产试验表明,晋糯4号倾斜率为1.2%,倒折率为0.01%。

3.2 抗病性

晋糯4号表现出较强的抗病性特征,田间观察显示叶部病害发生程度较轻;自然发病条件下丝黑穗未见发病。2013—2014年经辽宁省国家高粱改良中心用丝黑穗病3号生理小种进行接种鉴定,在人工接菌(0.5%浓度)情况下,2 a平均发病率为29.4%,表现出较强的抗病性。

3.3 籽粒品质性状

2015年经农业部农产品质量监督检验测试中心(北京)检测结果表明,晋糯4号籽粒含粗蛋白79.4 g/kg、粗淀粉747.4 g/kg(其中支链淀粉占比高达99.5%)、单宁13.0 g/kg、粗脂肪36.2 g/kg。晋糯4号的支链淀粉高于山西省当前主栽糯高粱品种,这一特性使其成为优异的酿造高粱原料。

4 适种区域

适宜在河南、四川、贵州、重庆、湖南、湖

北、山西、甘肃、河北、江苏、辽宁、内蒙古、山东、陕西、新疆等糯高粱种植区种植。

5 旱作栽培技术要点

5.1 田间栽培与杂草防控技术要点

在我国南北方高粱种植区,要依据种植区域气候特点选择适宜的播种时间,一般种植密度为11.25万~12.75万株/hm²,播深较常规玉米播种深度略浅,约3~5 cm。采用“秋季深翻+秸秆还田+基肥秋施+春季免耕”的耕作方式,耕深不低于25 cm。推荐施用有机肥(腐熟牛羊粪为主)37 500 kg/hm²左右,配合高粱专用肥(总养分≥42%,N-P₂O₅-K₂O为25-12-5)670 kg/hm²左右。

苗前封闭除草推荐采用50%异丙甲草胺·莠去津悬浮剂2 250~3 000 g/hm²,兑水480 L进行地面均匀喷雾;苗后除草剂需待高粱苗生长到5叶期左右,选用高粱专用除草剂,避免高温时段施药,喷施时注意药剂飘移,若是倒茬地需考虑药剂对下一茬作物的影响。

5.2 覆膜探墒播种

针对不同土壤墒情条件,采取不同播种措施,在底墒良好的情况下,可充分利用原有底墒进行抢墒早播,使出苗率提高15%~20%;在土壤表层干旱但深层水分尚能支持籽粒发芽的情况下,宜采用深开沟(8~10 cm)、浅覆土(3~4 cm)的提墒播种技术,使种子接触到下层湿润土壤;在干旱严重发生情况下,需结合灌溉进行播种,如催芽坐水播种和润墒播种等,较常规灌溉节水30%~40%。播后镇压,使土层紧实,利于提墒保墒,同时减少土壤孔隙,防止透风跑墒。此外,覆膜播种可显著促进高粱提早成熟,其中半覆膜可提前约8 d,全覆膜可提前10~14 d。该技术体系通过墒情诊断、播种方式选择和配套措施实施,可有效保障干旱条件下高粱出苗和生长发育。

5.3 收获

在高粱蜡熟末期(胚乳呈蜡质状,籽粒含水量约180~200 g/kg)适时收获。延迟收获会造成籽粒落粒严重、品质指标下降,并易受鸟害和霉变。收获后及时晾晒贮藏,脱粒完成后摊晒时厚度不超过15 cm,定时翻动保证均匀干燥。籽粒含水量降至130 g/kg以下时贮藏,做好防虫防霉措施。

5.4 常见病虫害防控

高粱常见虫害主要有高粱蚜、螟虫、黏虫等,病害有丝黑穗病、炭疽病等,严重时可导致植株枯死、倒伏和大幅减产。针对蚜虫防治,建议在点片发生期(有蚜株率30%~40%)及时施药,推荐使用5%啉虫脲乳油,或10%吡虫啉可湿性粉剂1 000~2 000倍液喷雾防治^[19-20]。丝黑穗病防治需重点做好土壤和种子处理工作,优先选择抗病性强的品种,推行作物轮作模式,并在播种前使用药剂对种子进行拌种处理。

参考文献:

- [1] 王艳秋,张 飞,朱 凯,等.高产、优质、多抗酿造用糯高粱杂交种辽糯22选育及栽培技术[J].辽宁农业科学,2024(5):87-89.
- [2] 彭之东,范 娜,白文斌.旱作丘陵区不同酿造高粱种质资源产量相关性状分析[J].寒旱农业科学,2024,3(9):828-833.
- [3] 王艳秋,张 飞,张旷野,等.春播晚熟酿造高粱不同生态区高产高效品种筛选与评价[J].山西农业大学学报(自然科学版),2021,41(6):91-98.
- [4] 丁孝营,庞春梅,刘 冰,等.糯高粱杂交种九糯5的选育及轻简化栽培技术[J].中国种业,2024(3):146-148.
- [5] 田殿梅,霍丹群,张 良,等.3种不同品种高粱发酵酒糟及基酒品质的差异[J].食品与发酵工业,2013,39(7):74-78.
- [6] 谢 嵘,任明见,李祥栋,等.贵州糯高粱品种(系)产量稳定性和区域适应性分析[J].种子,2015,34(11):110-113.
- [7] 赵 冠,党 科,官香伟,等.粳糯高粱籽粒理化性质及酿酒特性分析[J].中国酿造,2021,40(2):77-82.
- [8] 唐玉劼,辛贵民,陈冰嫄,等.糯高粱杂交种吉糯杂3号的选育及轻简化栽培技术[J].东北农业科学,2024,49(5):14-18.
- [9] 邵明波,周棱波,彭方丽,等.科技支撑贵州酒用高粱产业发展对策[J].贵州农业科学,2021,49(4):156-164.
- [10] 王小鑫,杨 芳,宁占鳌,等.不同支链淀粉含量的高粱对北方浓香型白酒品质的影响研究[J].酿酒科技,2025(4):69-72;78.
- [11] 何 好,徐 炜,甘浪飞,等.不同高粱品种对酱香型白酒生产影响的研究进展[J].酿酒科技,2025(7):106-108,124.

- [12] 陈科, 赵雅欣, 龚利娟, 等. 不同品种糯高粱的品质分析[J]. 中国酿造, 2023, 42(10): 167-171.
- [13] 蒋力力, 尹艳艳, 杨军林, 等. 酿酒原料高粱对白酒品质影响的研究进展[J]. 中国酿造, 2022, 41(8): 6-11.
- [14] ADAMCZYK B, SIMON J, KITUNEN V, et al. Tannins and their complex interaction with different organic nitrogen compounds and enzymes: old paradigms versus recent advances [J]. ChemistryOpen, 2017, 6(5): 610-614.
- [15] 孙远涛, 龙文靖, 黄磊, 等. 酿造常规糯高粱金糯红91的选育[J]. 中国种业, 2025(2): 146-149.
- [16] 吴振阳, 焦少杰, 姜艳喜, 等. 优质酿造糯高粱新品种糯梁4号的选育[J]. 中国种业, 2025(1): 136-138.
- [17] 殷勇, 张林, 张德银, 等. 酿酒高粱新品种宜糯红7号[J]. 中国种业, 2021(6): 115-117.
- [18] 周福平, 柳青山, 张一中, 等. 优质糯高粱杂交种晋糯3号的选育[J]. 中国种业, 2021(2): 89-91.
- [19] 薛莲, 谢成俊, 张芮, 等. 兰州新区灌区粮饲兼用玉米优质高产栽培技术[J]. 寒旱农业科学, 2025, 4(3): 287-290.
- [20] 李侠. 黄河中下游平原高粱高产种植及病虫害防治技术[J]. 河北农机, 2024(15): 124-126.

Breeding Report on the High-Quality Brewing Glutinous Sorghum Variety Jinnuo 4

ZHANG Xiaojuan^{1,2}, ZHANG Yizhong^{1,2}, FAN Xinqi^{1,2}, LIANG Du^{1,2}, GUO Qi^{1,2}, ZHAO Juanying^{1,2},
WANG Huiyan^{1,2}, LIU Qingshan^{1,2}

(1. Sorghum Research Institute, Shanxi Agricultural University, Jinzhong Shanxi 030600, China; 2. Shanxi Key Laboratory of Sorghum Genetics and Germplasm Innovation, Jinzhong Shanxi 030600, China)

Abstract: To breed glutinous sorghum varieties suitable for cultivation in northern China, the Sorghum Research Institute of Shanxi Agricultural University developed target parental lines by pyramiding multiple elite traits through germplasm collection and innovation, and successfully bred a new high-quality glutinous sorghum variety Jinnuo 4 by using its self-developed male-sterile line 11476A as the female parent and self-developed restorer line L2R as the male parent. In the national regional experiment of glutinous sorghum varieties from 2013 to 2014, Jinnuo 4 achieved an average equivalent yield of 6 575.6 kg/ha, representing a 12.5% increase over the control variety and a 6.9% increase compared to the average yield of all tested varieties. In the 2015 national production experiment of glutinous sorghum varieties, Jinnuo 4 achieved an average equivalent yield of 6 355.5 kg/ha, representing a 12.7% increase over the control variety Chuannuoliang 15. Jinnuo 4 has a growth period of 116 days, plant height of 173.2 cm, panicle length of 31.4 cm, grain weight per panicle of 65.9 g, and a 1000-grain weight of 23.1 g. The grains contain 79.4 g/kg crude protein, 747.4 g/kg crude starch (among which amylopectin accounts for as high as 99.5%), 13.0 g/kg tannin, and 36.2 g/kg ether extract. Jinnuo 4 exhibits strong seedling emergence, wide adaptability, high yield potential, and high amylopectin content. It is an excellent glutinous sorghum variety suitable for brewing and well-adapted to large-scale cultivation in northern regions of China.

Key words: Glutinous sorghum; New variety; Jinnuo 4; Breeding