 DOI: https://doi.org/10.12349/rwae.v7i2.10896

Selection and Comprehensive Evaluation of Fruit Radish Varieties for Multiple Cropping afterWheat Harvest in Hetao Irrigation Area

Sainan Zhao Lei Yang* Jing Liu Hongmei Ban Xiaohong Zhang

Bayannur Institute of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Bayannur, Inner Mongolia, 015000, China

Abstract

Hetao Irrigation Area, a comparative trial was conducted on 4 newly introduced varieties ('Bing Tang Xin', 'Ouya Cuitian', 'Degao Boluomi', 'Zhongxi Tianyu') with 'Ziyu' as the control, focusing on growth period, agronomic traits, yield and quality. The results showed that the growth periods of all tested varieties ranged from 65 to 70 d, enabling normal maturity under local conditions. 'Ziyu' had the highest yield (7514.3 kg·667 m^{-2}) with average sugar content of 6.4%, exhibiting sweet, crisp and juicy taste and high field uniformity. 'Ouya Cuitian' achieved the highest single plant marketable weight (1.04 kg) with yield of 6978.0 kg·667 m^{-2}, sugar content of 6.23% and water content of 86.4%, showing abundant juice and crisp texture. Under the conditions of this experiment, these two varieties demonstrated superior comprehensive performance and are recommended as dominant candidate varieties for demonstration and extension of fruit radish multiple cropping after wheat harvest in Hetao Irrigation Area.This paper systematically summarizes the growth period matching, resource use efficiency and comprehensive benefits of various new varieties under multiple cropping systems, providing critical scientific support for the targeted popularization of breakthrough varieties and the optimization of subsequent breeding objectives (such as shortening growth duration and improving heat tolerance).

Keywords

Hetao Irrigation Area; multiple cropping after wheat; fruit radish; variety selection; yield and quality

河套灌区麦后复种水果萝卜品种筛选与综合评价

赵赛男 杨蕾* 刘静 班红梅 张晓虹

巴彦淖尔市农牧业科学研究所，中国·内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘 要

为筛选适宜河套灌区麦后复种的水果萝卜品种，以“紫玉”为对照，对新引进的“冰糖心”“欧雅脆甜”“德高博萝蜜”“中禧甜郁”4个品种开展生育期、农艺性状、产量及品质比较试验。结果表明，5个品种生育期均为65~70 d，均可在当地正常成熟。‘紫玉’亩产最高（7514.3 kg），平均含糖量6.4%，口感甘甜多汁，田间整齐度高；“欧雅脆甜”单株商品重最高（1.04 kg），亩产6978.0 kg，含糖量6.23%，含水量86.4%，汁水丰沛、脆爽。在本试验条件下，上述2个品种综合表现较好，建议作为河套灌区麦后复种水果萝卜的优势备选品种进行示范推广。该论文系统总结了不同新品种在复种模式下的生育期匹配、资源利用效率及综合效益，为攻关品种的精准推广和后续育种目标的优化（如缩短生育期、增强耐热性等）提供了关键科学依据。

关键词

河套灌区；麦后复种；水果萝卜；品种筛选；产量品质

1 引言

巴彦淖尔位于北纬 40 度黄金种植带，是世界三大优质小麦产地之一。黄河流经河套地区时泥沙含量不高，为农业生产提供了大量灌溉水源，而且这里土壤肥沃、昼夜温差大、3000 小时以上的年日照时长和无霜期长、灌溉设施齐全等优越条件，是小麦生长的理想环境。河套灌区是我国重要的优质春小麦生产基地，2021-2025 年小麦种植面积分别为 53.13 万亩、51.8 万亩、71.25 万亩、39.29 万亩和 57.57 万亩。由于小麦的收益较其他粮食作物、经济作物较小，农民种植积极性不高，所以巴彦淖尔市大力推广麦后复种燕麦草、秋菜等，增加农民收益，春小麦于 7 月中旬收获后至初霜期（9 月下旬）存在约 70~80 d 的光热资源闲置期，温光条件呈现

【基金项目】内蒙古优势特色小麦育种联合攻关项目（项目编号：YZ2023008）。

【作者简介】赵赛男（1990–），女，中国内蒙古巴彦淖尔人，硕士，农艺师，从事作物栽培与育种研究。

【通讯作者】杨蕾（1987–），男，蒙古族，中国内蒙古巴彦淖尔人，硕士，副研究员，从事小麦育种研究。

“一季有余、两季不足”的特点[1]。利用此空闲期复种短生育期蔬菜，是提高土地产出率、增加农民收入的有效途径。目前，河套灌区复种模式主要以“粮 - 饲”和“粮 - 菜”为主。为打好粮食安全保卫战，进一步壮大蔬菜产业、丰富农产品供给，切实提高种粮与复种蔬菜综合经济效益，特开展麦后复种蔬菜相关研究。水果萝卜是兼具食用、种植、经济价值的优质果蔬兼用作物，相比传统萝卜及其他复种作物，优势十分突出，果肉脆嫩清甜，含糖量达 6%–8%，几乎无辛辣味，含水量 85%–90%，可直接生食当水果，也能凉拌、榨汁、腌制，还可加工成脆片、萝卜干等休闲食品，适配家庭餐桌、商超零售、食品加工等多种场景。同时富含维生素 C、维生素 E、膳食纤维及钾、钙、硒等矿物质，膳食纤维能促进肠道蠕动，维生素 C 可增强免疫力，且热量低、饱腹感强，是老少皆宜的健康食材。为丰富河套灌区麦后复种蔬菜种类，提高种植综合效益，本试验引进 4 个水果萝卜新品种开展品种筛选，旨在为当地麦后复种提供科学依据与品种储备。小麦是巴彦淖尔地区主要种植的粮食作物之一，复种是中国传统的农业种植制度，也是保障粮食稳定增产的重要途径[2]。河套灌区种植春小麦光温资源具有“一季有余效益不高、两季不足下茬低效”的生产问题，从小麦收获到入冬前存在 2-3 个月的土地闲置期，此时河套灌区正值雨季且热量有余，可以利用这段时间内的光、温、水、土资源种植作物。

巴彦淖尔市农牧业科学研究所研究并推广的河套灌区麦后引种水果萝卜新模式，可以实现土地高效利用、农民增收、产业升级与生态优化的多赢，兼具经济、社会、生态与科研多重价值。

本试验选取了巴彦淖尔市农牧业科学研究所筛选出的优质、高产品种紫玉萝卜做对照，新引进生育期相近且畅销的 4 个品种，进行适宜河套地区麦后复种水果萝卜品种筛选。

2 材料与方法

2.1 试验材料

参试水果萝卜品种共 5 个：‘紫玉’（南京市蔬菜科学研究所育成，对照）、‘冰糖心’（青岛胶研种苗有限公司）、‘欧雅脆甜’（河南欧兰德种业有限公司）、‘德高博萝蜜’（德州市德高蔬菜种苗研究所）、‘中禧甜郁’（河南中禧农业科技有限公司）。

2.2 试验方法

2.2.1 试验地概况与种子处理

试验于 2025 年 7—10 月在巴彦淖尔市农牧业科学研究所杭锦后旗园子渠试验站进行，前茬为春小麦。播种前 4~7 d，采用种子编织机将种子按株距 20 cm、每穴 1 粒的标准编织入种子带中[3]。

2.2.2 播前准备与播种

小麦收获后深松土壤 30~35 cm，旋耕整地后镇压待播。开沟底施复合肥（18-18-18）50 kg · (667 m²)⁻¹，铺设滴灌带。大区试验设计，在滴灌带两侧 10 cm 处铺设种子带，形成小行距 20 cm、大行距 80 cm 的种植模式。播种后喷施精异丙甲草胺乳油进行土壤封闭除草。

2.2.3 田间管理

水果萝卜种植过程中灌水和施肥是关键管理环节，水肥管理不当，会造成萝卜开裂、烂根、病害发生严重及糠心问题[4]。7 月 31 日滴出苗水，此后每 7 d 滴灌 1 次。苗期以湿润种穴周围土壤为度，肉质根膨大期增加灌水量。生育前期随水追施平衡水溶肥（17-17-17）12.5 kg · (667 m²)⁻¹；肉质根膨大期追施高氮高钾水溶肥（18-5-23）12.5 kg · (667 m²)⁻¹，配施硝酸钙 2.5 kg · (667 m²)⁻¹。膨果期前采用高效氟吡甲禾灵防治苗期杂草，后期人工拔除大草。根据田间虫口密度（百株幼虫 8-10 头，或每株有卵 2-3 粒）开展田间防虫作业。地下害虫主要有蛴螬、蝼蛄、金针虫等，地上害虫主要为小菜蛾、菜青虫等，全生育期防治 2 次。出苗水和膨果前期随水防治地下害虫。8 月下旬至 9 月底，叶面喷施中微量元素水溶肥 3 次。

2.2.4 考种与数据分析

2025 年 10 月 10 日统一测产。调查各品种植株整齐度（以地上部株高落差分级：≤ 5 cm 为高，5~8 cm 为中，≥ 8 cm 为低）。每小区选 5 株测定单根重，3 点取样法测定 1 m 样段产量并折算亩产。含糖量采用手持折光仪测定肉质根上、中、下三个部位；含水量采用烘干法测定。采用 Excel 软件进行数据整理与分析。

3 结果与分析

3.1 主要农艺性状与产量表现

参试品种生育期在 65~70 d 之间，均能正常成熟。由表 1 可知，肉质根形状分为长圆柱形（3 个）和短圆柱形（2 个）。‘紫玉’根长最大，为 26.8 cm；‘冰糖心’最小，为 19.8 cm。肉质根直径变幅在 7.5~8.4 cm 之间，田间整齐度以‘紫玉’和‘冰糖心’最高。

由表 2 可知，各品种出苗率在 80.5%~91.0% 之间。‘欧雅脆甜’平均单株商品重最高，为 1.04 kg；‘紫玉’次之，为 0.99 kg。‘紫玉’亩产最高，达 7514.3 kg；‘欧雅脆甜’次之，为 6978.0 kg；‘冰糖心’最低，为 5521.9 kg。商品率介于 57.6%~61.6% 之间。

3.2 品质性状与口感评价

参试品种品质分析结果见表 3。平均含糖量在 5.23%~6.80% 之间，其中‘冰糖心’最高（6.80%），‘紫玉’次之（6.40%）；‘中禧甜郁’最低（5.23%）。各品种糖分分布均呈现上部>中部>下部的趋势。含水量在 83.6%~88.0% 之间，‘中禧甜郁’最高，‘冰糖心’最低。干物质含量与含水量呈负相关，‘冰糖心’干物质含量最高（16.4%）。

水果萝卜作为鲜食型萝卜，口感品质主要取决于含糖量和水分含量[3-4]。高含糖量赋予甜味，高含水量保证多汁脆爽

的质地。本试验以含糖量和水分为核心指标，结合感官鉴评进行口感综合评价：平均含糖量＞ 6.0% 且上、中、下各部位含糖量均＞ 5.0% 的品种口感评定为一级，其余为二级。

‘紫玉’平均含糖量 6.40%，含水量 84.9%，糖分分布均衡（6.2%~6.7%），感官表现为甘甜、多汁、脆爽、不辣，评定为一级。‘中禧甜郁’虽平均含糖量最低（5.23%），但含水量最高（88.0%），水分充足赋予其脆爽多汁的口感，且各部位含糖量均＞ 5.0%，感官表现无辣味，亦评定为一级。‘德高博萝蜜’含糖量 6.57%、含水量 87.6%，水分含量较高但汁水释放感略差，仍评为一级。‘冰糖心’含糖量最高（6.80%）但含水量最低（83.6%），且下部含糖量 6.5%、整体辣味较明显，评定为二级。‘欧雅脆甜’含糖量 6.23%、含水量 86.4%，虽略带微辣，但水分充足、脆爽突出，综合评定为二级。

表 1 各参试水果萝卜品种的肉质根性状

品种名称	肉质根形状	根长 (cm)	根直径 (cm)	整齐度	表皮地上部色	表皮地下部色	肉色
紫玉 (CK)	短圆柱	26.8	8.1	高	深紫	紫	紫心白肉
冰糖心	短圆柱	19.8	7.5	高	深紫	紫	紫心白肉
欧雅脆甜	长圆柱	26.1	8.4	中	绿	白	青绿
德高博萝蜜	长圆柱	23.3	8	低	绿	白	青绿
中禧甜郁	长圆柱	22.1	8.4	中	绿	白	青绿

表 2 各参试水果萝卜品种的产量性状

品种名称	单株商品重 (kg)	出苗率 (%)	折合亩产 (kg · (667 m²)⁻¹)	商品率 (%)	商品果亩产 (kg · (667 m²)⁻¹)
紫玉 (CK)	0.99	91	7514.3	61.6	4628.8
冰糖心	0.74	89.5	5521.9	57.6	3180.3
欧雅脆甜	1.04	80.5	6978	60.1	4193.8
德高博萝蜜	0.93	81	6350.3	59.3	3765.7
中禧甜郁	0.92	90.5	6941.9	59.2	4109.6

表 3 各参试水果萝卜品种的品质性状

品种名称	平均含糖量 (%)	上 / 中 / 下部含糖量 (%)	含水量 (%)	干物质 (%)	感官口感描述	等级
紫玉 (CK)	6.4	6.7/6.3/6.2	84.9	15.1	甘甜、多汁、脆爽、不辣	1
冰糖心	6.8	7.0/6.9/6.5	83.6	16.4	微甜、微辣	2
欧雅脆甜	6.23	6.7/6.3/5.8	86.4	13.6	多汁、脆爽、微辣	2
德高博萝蜜	6.57	6.9/6.4/6.4	87.6	12.4	汁水少、脆爽、不辣	1
中禧甜郁	5.23	5.3/5.2/5.2	88	12	脆爽、甘甜、多汁、不辣	1

4 讨论与结论

4.1 生育期与适应性

本试验中 5 个品种生育期均为 65~70 d，与河套灌区麦收后至初霜期（约 70~80 d）的光热资源匹配良好，均可在当地正常成熟。这与温瑞强等 [3] 对麦后复种水果萝卜生育期的研究结论一致，说明 65~70 d 生育期是麦后复种品种选择的关键约束条件。

4.2 产量与商品性

‘紫玉’在本试验中再次验证了其高产特性（亩产 7514.3 kg），田间整齐度高，商品外观稳定，可作为主推品种继续应用。‘欧雅脆甜’单株商品重居首位（1.04 kg），亩产 6978.0 kg，长圆柱形外观符合根长 20~25 cm、直径 5~10 cm 的商品优选标准，商品性好。经济效益估算表明，按商品果亩产 4000~4600 kg、市场收购价 1.0~1.5 元 · kg⁻¹ 计算，麦后复种水果萝卜亩产值可达 4000~6900 元，纯收益显著高于复种饲草或杂粮作物，是实现“稳粮增菜、一田双收”的高效模式。

4.3 品质综合评价

水果萝卜的核心品质指标是含糖量和水分含量 [5-6]。本试验结果表明，‘紫玉’在含糖量（6.40%）、含水量（84.9%）和感官口感三个维度均表现优异，品质综合得分最高。‘中禧甜郁’虽含糖量最低，但含水量最高（88.0%），水分充足的特性使其在脆爽多汁方面表现突出，仍获得一级评价，提示在水果萝卜品质评价中，水分含量与含糖量同等重要。‘欧雅脆甜’含糖量 6.23%、含水量 86.4%，虽略带微辣，但其汁水丰富、皮色翠绿，符合当前市场对水果萝卜外观与脆爽口感的偏好 [6-7]，尤其在凉拌菜制作中，微量辣味可丰富味觉层次，市场接受度较高。

4.4 结论

为充分验证并发挥育种联合攻关所培育的早熟、高产、多抗小麦新品种（系）的增产潜力，项目组在河套灌区开展了“新品种 + 麦后复种”的良种良法配套技术集成研究。该论文系统总结了不同新品种在复种模式下的生育期匹配、

资源利用效率及综合效益，为攻关品种的精准推广和后续育种目标的优化（如缩短生育期、增强耐热性等）提供了关键科学依据。在本试验条件下，‘紫玉’和‘欧雅脆甜’综合表现较优，建议作为河套灌区麦后复种水果萝卜的优势备选品种进行示范推广。本试验仅为 2025 年单一年度结果，‘欧雅脆甜’等品种在年际间的丰产性与稳产性尚需多年多点试验进一步验证。后续将继续引进更多水果萝卜种质资源，加强品种搭配、水肥耦合及绿色防控技术的集成研究。。

参考文献

[1] 卢涌. 2021. 河套灌区麦后复种绿肥油菜关键技术参数研究〔硕士论文〕. 武汉: 华中农业大学.

[2] 张维军，等.关于宁夏引黄灌区发展麦后复种一年两熟耕作制度的研究与建议[J].宁夏农林科技，2025,66（11）：13-15

[3] 温瑞强，刘静，等.麦后复种紫玉水果萝卜高效栽培技术[J].农村科技.2024,(3):55-56

[4] 陈柯，刘文欣，等设施滴管土壤水分调控对水果萝卜生长和产量影响[J].灌溉排水学报，2023,42（12）：22-27

[5] 张德纯, 张淑霞. 水果萝卜的品质特征及栽培技术要点. 中国蔬菜[J],2019. (8): 98-100.

[6] 王志强, 李红, 赵明. 不同萝卜品种营养品质分析与综合评价. 北方园艺[J],2022. (15): 22-28.

[7] 刘春生, 王秀英. 水果萝卜产业发展现状与市场前景分析. 长江蔬菜[J], 2020. (22): 1-4.