DOI:10.19462/j.cnki.zgzy.20250521014

玉溪市酿酒高梁品种(系)引进筛选试验

张一弓[1] 郭琦[2] 梁笃[2] 赵娟莹[2] 王绘艳[2] 张晓娟[2]
范昕琦[2] 柳青山[1] 李建增[3] 张艳军[4]
([1]山西农业大学,太原 030031;[2]山西农业大学高粱研究所,晋中 030600;
[3]云南省农业科学院经济作物研究所,昆明 650205;[4]云南省玉溪市农业科学院,玉溪 653100)

摘要:为了筛选出适宜云南省玉溪地区推广种植的酿酒高粱新品种,加快优异高粱品种的示范推广,于2023年从山西农业大学引进9个酒用糯高粱品种(系),以红缨子为对照,进行品种(系)筛选比较试验。结果表明,晋糯梁20号穗型中散、株高适中,千粒重高、抗病性强,淀粉含量高,每667m^{2}产量可达736.0kg,较红缨子增产52.2%;晋糯梁10号、晋糯梁12号、晋糯梁9号产量分别为732.0kg、717.8kg、701.8kg,较红缨子增产51.4%、48.4%、45.1%,田间抗病性强,品质优良,综合表现优异。晋糯梁20号、晋糯梁10号、晋糯梁12号、晋糯梁9号在玉溪地区展现出优良的农艺性状和显著的增产潜力,适合进一步扩大示范种植范围。

关键词:酿酒高粱;品种(系);筛选;产量;品质

Introduction and Screening Trial of Brewing Sorghum Varieties (Lines) in Yuxi City

ZHANG Yigong[1], GUO Qi[2], LIANG Du[2], ZHAO Juanying[2], WANG Huiyan[2], ZHANG Xiaojuan[2], FAN Xinqi[2], LIU Qingshan[1], LI Jianzeng[3], ZHANG Yanjun[4]
(*[1]Shanxi Agricultural University, Taiyuan 030031; [2]Sorghum Research Institute, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030600, Shanxi; [3]Industrial Crops Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205; [4]Yuxi Academy of Agricultural Sciences, Yuxi 653100, Yunnan*)

高粱(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)是我国传统的特色作物,具有较强的抗旱、耐涝、耐盐碱等抗逆特性,能够在干旱、盐碱及贫瘠的边际土地上生长,被视为最具开发前景的作物之一[1]。我国优质白酒是酿酒高粱和传统工艺的完美结合,高粱作为白酒的酿造原料有着不可替代的作用[2]。中国名酒生产实践和白酒酿造试验研究均表明,使用不同的高粱品种酿造白酒,在酒体品质上存在很大差异,不同类型白酒对酿酒高粱的需求也不相同。根据籽粒中淀粉结构组成,高粱可分为粳高粱和糯高粱。糯高粱的淀粉主要由支链淀粉构成,在酿造过程中经高温蒸煮后,吸水性强、容易糊化,是优质的酿酒原料,茅台、郎酒、泸州老窖、洋河大曲等都是以糯高粱为主要原料进行酿造[3–5]。

云南地区气候温和,雨量充沛,种植高粱历史悠久。云南历来是白酒生产和消费大省,多民族融合酒文化内涵丰厚。大力发展酿造高粱产业,建设高粱原粮基地保障优质原料的稳定供应,是目前国内大部分酿造企业的必由之路,通过实行订单农业,高粱优质优价,能够稳定带动农民增收。如茅台集团在贵州的仁怀县、遵义县和金沙县等红色老区建设专用高粱基地,种植茅台专用有机高粱红缨子,有力地带动了当地农民致富增收[6]。汾酒、五粮液、郎酒等名酒企业也根据酿造工艺和酿酒效果需要,

基金项目:山西省科技援助合作项目(202204041101048)
通信作者:张艳军

确定了酿酒高粱专用品种，以订单农业建设原粮基地[7]。订单生产的酿酒高粱原粮品质优、价格高，且基地多建设在农业生产条件较为落后的老区、山区，因此酿酒高粱产业在区域性的脱贫攻坚和产业振兴中发挥了重要作用。

为促进云南省高粱产业的规模化、标准化发展，2023年山西农业大学、云南省农业科学院经济作物研究所和玉溪市农业科学院结合玉溪市的气候特点和"云酒"酿造工艺，有针对性地选择适宜亲本组配杂交种，在云南进行引种试验，旨在筛选出产量水平高、酿造品质优良、综合抗性好的酒用糯高粱品种（系），实现高粱品种生态适应性和云酒酿造工艺符合度的有机结合，为云南酿酒企业提供优质原料，带动农民种植高粱增收致富，促进云酒产品创新和产业升级。

1 材料与方法

1.1 试验区概况 试验于2023年5–10月进行，地点位于玉溪市农业科学院下属的高原特色现代农业科研试验示范基地（贾井基地）。该基地位于玉溪市红塔区，地处24°16′53″N、102°29′47″E，海拔1647.2m，属亚热带高原季风气候，年平均气温16.4℃，年降水量900~1000mm，土壤类型为红壤，具有典型的高原特色农业生态环境特征[8]。试验田地势平坦，土壤为壤土，排灌条件方便，前作为蚕豆。供试地0~20cm土壤养分有机质含量40.2g/kg，碱解氮含量161.0mg/kg，有效磷含量65.2mg/kg，速效钾含量253.0mg/kg，pH值6.26。试验田土壤为酸性，有机质含量高、肥力高。

1.2 供试品种 参试品种（系）共9个，包括晋糯3号、红糯16号、晋糯梁9号、晋糯梁10号、晋糯梁12号、晋糯梁16号、晋糯梁18号、晋糯梁19号、晋糯梁20号，均由山西农业大学高粱研究所选育并供种。对照品种为红缨子，由贵州茅台酒厂（集团）红缨子农业科技发展有限公司选育并供种。

1.3 试验设计 本试验采用随机区组设计，每个品种（系）设置3次重复，小区面积50m^2，行长10m。行距0.65m，株距0.15m，密度为6500~7000株/667m^2。

1.4 田间管理 5月10日采用人工播种，播种沟深5~7cm，施入基肥（有机肥和复混肥），打塘播种，每塘播2~3粒种子后覆土盖种，覆土2~3cm。播种前每667m^{2}条施有机肥120kg、复混肥（N：P_2O_5：K_2O=15：15：15）10kg于播种沟中，打塘穴播、覆土；苗4~5叶时，结合松土兑水追施尿素（提苗肥）1次，用量为5kg；拔节期第2次追肥，用量为尿素（N，46.0%）10kg、复混肥50kg、硫酸钾（K_2O，50.0%）20kg，结合提沟培土深施覆土。高粱生长期间每667m^{2}施肥量为N 15.9kg、P_2O_5 9.0kg、K_2O 19.0kg。整个生育期病虫害防治2次，其他管理同常规大田。

1.5 调查项目 参试高粱品种（系）的物候期、农艺性状、抗病性及产量性状的调查与测定方法，均参照NY/T 3923—2021《农作物品种试验规范 粮食作物》执行。物候期记录播种期、出苗期、拔节期、抽穗期、开花期和成熟期等关键生育阶段。高粱成熟时，调查记载穗型、穗形、壳色、粒色、株高、茎粗、穗长、穗粒数、单穗粒重、千粒重等。当高粱籽粒进入成熟期后，去除边行进行收获，立即进行晾晒、风干并称重，按14%的含水量计算折合每667m^{2}产量。委托农业农村部谷物及制品质量监督检验测试中心（哈尔滨）检测分析高粱籽粒品质，检测项目包括粗淀粉（干基）含量、粗脂肪（干基）含量、粗蛋白（干基）含量、单宁（干基）含量、支链淀粉含量（占淀粉重）。

1.6 数据分析 试验数据通过Excel 2017进行整理与汇总，并利用SPSS 21.0对产量数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 生育期 由表1可知，参试品种（系）播种期均为2023年5月19日，出苗期略有差异，晋糯梁9号、晋糯梁12号、晋糯梁16号出苗较快，播种后6~7d已出苗；晋糯3号和红糯16号出苗最慢，播种后10d才出苗；其余品种（系）出苗均在5月28日。晋糯梁20号拔节期和抽穗期最早，分别为7月8日、7月25日，较对照早4d、5d；红糯16号最迟，分别为7月20日、8月2日，较对照晚8d、3d。参试品种（系）的成熟期在9月23日至10月10日之间，间隔期较长，因此分为两次收获，收获期为10月1日和10月15日；晋糯梁16号成熟期最早，全生育期为119d，比对照少1d；晋糯3号、红糯16号成熟期最晚，全生育期达到133d，比对照多13d，除此之外，晋糯梁9号全生育期也为133d；其他品种（系）的成熟期多分布在9月25日至10月6日之间，全生育期介于122~131d之间。

2.2 农艺性状 由表2可知，参试品种（系）中穗型中紧型、中散型、散型品种（系）分别为5个、3个、2个；有7个品种（系）的穗形是纺锤形，晋糯梁9号为杯形，晋糯梁16号为伞形，红缨子（CK）为帚形。10个参试品种（系）中，红缨子（CK）株高最高，为247.9cm；晋糯梁18号最矮，为114.9cm，其余品种（系）株高在116.9~168.3cm之间，“晋糯”系列品种（系）株高均比对照矮。晋糯梁10号茎最粗，为34.54mm，红缨子（CK）最细，为15.97mm，其余品种（系）茎粗在18.06~23.01mm之间。穗长最长的品种（系）是红糯16号，为32.3cm，最短的是晋糯梁12号，为26.5cm；除红糯16号和晋糯3号的穗长比对照长外，其余品种（系）均比对照短。穗柄直径在6.56~13.29mm之间，红缨子（CK）的穗柄最细，晋糯梁12号的穗柄最粗。

2.3 产量性状 由表3可知，从产量构成因素来看，单穗粒重以晋糯梁20号最高，达128.4g，其次是晋糯梁10号，为113.5g，晋糯梁19号最低，仅86.6g，其他品种（系）的单穗粒重在87.6~106.4g之间。千粒重以晋糯3号最高，达32.6g，其次是晋糯梁10号，为32.5g，晋糯梁16号最低，仅23.5g，其他品种（系）的千粒重在24.5~31.6g之间。穗粒数以晋糯梁9号最多，达4184粒，其次是晋糯梁16号，为4072粒，红糯16号最低，仅2790粒，其他品种（系）的穗粒数在2926~4063粒之间。

红糯16号、“晋糯”系列品种（系）的产量变幅为576.3~736.0kg/667m^2，均较红缨子（CK）显著增产。晋糯梁20号每667m^{2}产量最高，达736.0kg，较对照增产52.2%；晋糯梁10号产量排名第二，达732.0kg，较对照增产51.4%；晋糯梁12号产量排名第三，达717.8kg，较对照增产48.4%；晋糯梁9号产量排名第四，达701.8kg，较对照增产45.1%；晋糯梁

表1 不同高粱品种（系）的生育进程

品种（系）	播种期（月/日）	出苗期（月/日）	拔节期（月/日）	抽穗期（月/日）	开花期（月/日）	成熟期（月/日）	收获期（月/日）	生育期（d）
晋糯3号	5/19	5/30	7/18	7/31	8/4	10/10	10/15	133
红糯16号	5/19	5/30	7/20	8/2	8/6	10/10	10/15	133
晋糯梁9号	5/19	5/26	7/10	7/26	7/31	10/6	10/15	133
晋糯梁10号	5/19	5/28	7/10	7/26	8/1	10/6	10/15	131
晋糯梁12号	5/19	5/26	7/10	7/29	8/3	9/25	10/1	122
晋糯梁16号	5/19	5/27	7/15	8/1	8/5	9/23	10/1	119
晋糯梁18号	5/19	5/28	7/10	7/31	8/4	10/6	10/15	131
晋糯梁19号	5/19	5/28	7/15	7/28	8/2	10/6	10/15	131
晋糯梁20号	5/19	5/28	7/8	7/25	7/30	10/6	10/15	131
红缨子（CK）	5/19	5/28	7/12	7/30	8/4	9/25	10/1	120

表2 不同高粱品种（系）的农艺性状

品种（系）	穗型	穗形	壳色	粒色	株高（cm）	茎粗（mm）	穗长（cm）	穗柄直径（mm）
晋糯3号	中紧	纺锤	褐色	红色	168.3	22.61	32.2	11.84
红糯16号	中紧	纺锤	褐色	红色	137.9	21.26	32.3	12.11
晋糯梁9号	中紧	杯形	褐色	红色	116.9	23.01	29.6	13.07
晋糯梁10号	中散	纺锤	红色	红色	155.3	34.54	31.5	11.58
晋糯梁12号	中紧	纺锤	红色	红色	120.9	22.20	26.5	13.29
晋糯梁16号	散	伞形	红色	红色	135.1	18.06	28.4	11.97
晋糯梁18号	中散	纺锤	红色	红色	114.9	22.62	31.5	13.15
晋糯梁19号	中紧	纺锤	褐色	红色	128.0	22.49	27.3	11.67
晋糯梁20号	中散	纺锤	褐色	红色	144.4	21.41	31.1	11.82
红缨子（CK）	侧散	帚形	红色	红色	247.9	15.97	31.6	6.56

18号产量排名第五，达689.5kg，较对照增产42.6%。其余品种（系）的产量在576.3~668.7kg/667m^{2}之间，较对照增产19.2%~38.3%。

表3 不同高粱品种（系）的产量性状

品种（系）	单穗粒重（g）	千粒重（g）	穗粒数	产量（kg/667m^2）	比对照±（%）	位次
晋糯3号	98.5	32.6	3021	668.7d	38.3	6
红糯16号	87.6	31.4	2790	576.3g	19.2	9
晋糯粱9号	102.5	24.5	4184	701.8c	45.1	4
晋糯粱10号	113.5	32.5	3492	732.0ab	51.4	2
晋糯粱12号	106.4	28.7	3707	717.8b	48.4	3
晋糯粱16号	95.7	23.5	4072	612.8f	26.7	8
晋糯粱18号	100.3	28.5	3519	689.5c	42.6	5
晋糯粱19号	86.6	29.6	2926	650.8e	34.6	7
晋糯粱20号	128.4	31.6	4063	736.0a	52.2	1
红缨子（CK）	88.6	24.5	3616	483.6h	–	10

同列不同小写字母表示在0.05水平上存在显著差异

2.4 抗病性 西南地区是我国高粱的主产区，主要病害有丝黑穗病、锈病等。由表4可知，参试品种（系）的丝黑穗病田间发病率均在5.0%以下，表现为高抗，其中红糯16号、晋糯粱16号、红缨子（CK）的发病率分别为1.2%、3.2%、4.5%，其他品种（系）田间未见发病。各品种（系）丝黑穗病接种发病率表现不一，晋糯3号、晋糯粱9号、晋糯粱12号、晋糯粱18号、晋糯粱19号、晋糯粱20号的接种发病率在5.0%以下，表现为高抗；晋糯粱10号的接种发病率为7.1%，表现为抗病；红糯16号的接种发病率为15.8%，表现为中抗；晋糯粱16号和红缨子（CK）的接种发病率分别为25.2%、22.4%，表现为感病。晋糯粱19号锈病病级为2级，表现为抗；红糯16号锈病病级为3级，表现为中抗；晋糯粱16号、红缨子（CK）锈病病级为4级，表现为感病；其余品种（系）的锈病病级均为1级，没有发生明显叶部病害，表现为高抗。

表4 不同高粱品种（系）的抗病性

品种（系）	丝黑穗病田间发病率（%）	丝黑穗病接种发病率（%）	锈病（级）
晋糯3号	0	2.0	1
红糯16号	1.2	15.8	3
晋糯粱9号	0	3.1	1
晋糯粱10号	0	7.1	1
晋糯粱12号	0	0	1
晋糯粱16号	3.2	25.2	4
晋糯粱18号	0	0	1
晋糯粱19号	0	1.4	2
晋糯粱20号	0	2.5	1
红缨子（CK）	4.5	22.4	4

丝黑穗病发病率抗性分级：0~5.0%为高抗，5.1%~10.0%为抗，10.1%~20.0%为中抗，20.1%~40.0%为感，40.0%以上表示为高感；锈病抗性表现：1级为高抗，2级为抗，3级为中抗，4级为感，5级为高感

2.5 品质性状 由表5可知，参试高粱品种（系）的粗淀粉含量在71.52%~75.67%之间，晋糯粱19号的含量最高，红缨子（CK）最低，且参试品种（系）的含量均高于对照。晋糯粱16号的粗脂肪含量最高，为4.52%，晋糯粱12号含量最低，为3.40%，其余品种（系）粗脂肪含量在3.44%~4.51%之间。粗蛋白含量为8.37%~11.46%，其中含量最高的是晋糯粱16号，含量最低的是晋糯粱9号，其余品种（系）粗蛋白含量在8.44%~9.99%之间。除晋糯粱19号外，其他品种（系）的单宁含量均在1.00%以上，其中红缨子（CK）的单宁含量为1.44%，晋糯粱16号与之相当，为1.43%。参试品种（系）的支链淀粉含量均大于90.00%，晋糯粱10号的支链淀粉含量最高，为99.98%，晋糯粱16号含量最低，为90.56%，其余品种（系）支链淀粉含量在91.25%~99.67%之间。

表5 不同高粱品种（系）的品质性状

品种（系）	粗淀粉（%）	粗脂肪（%）	粗蛋白（%）	单宁（%）	支链淀粉（%）
晋糯3号	74.38	3.44	9.56	1.01	97.20
红糯16号	74.02	4.00	9.75	1.00	96.80
晋糯粱9号	73.92	4.04	8.37	1.05	99.13
晋糯粱10号	73.99	4.15	9.83	1.07	99.98
晋糯粱12号	74.04	3.40	9.06	1.13	98.67
晋糯粱16号	71.84	4.52	11.46	1.43	90.56
晋糯粱18号	72.86	4.51	9.99	1.10	99.67
晋糯粱19号	75.67	3.98	8.44	0.85	98.10
晋糯粱20号	73.82	4.01	8.47	1.02	99.53
红缨子（CK）	71.52	3.63	9.38	1.44	91.25

3 讨论与结论

近年来，为提升“云酒”影响力，云南省工业和信息化厅在2019年发布了《关于促进白酒产业转

型发展的实施意见》，在优化布局方面，建议集中资源，重点建设以昭通、曲靖、玉溪、红河和临沧为核心的五大白酒主产区；并把“建设标准化、规模化酿酒原料基地”纳入到发展规划中，体现了云南省委、省政府对高粱原粮生产的高度重视。但云南省高粱产业发展还存在以下几个方面问题：第一，云南本地高粱种植面积小、规模散、品种杂，不能满足省内酿酒企业的需要，虽然滇南昭通、滇中玉溪等已计划在当地发展酿酒高粱生产，但还没有形成优势产业。第二，高粱生产水平有待提高，生产上仍缺乏轻简化、机械化、绿色高效配套栽培技术，还未形成高粱优质原料标准化生产技术体系[9-10]。第三，目前还没有符合云酒酿造工艺需求并适应本地区生态条件的酿酒高粱品种。高粱生长的中后期雨水多、湿度大，引进的北方紧穗型品种抗虫性差、籽粒易发霉，南方散穗型品种产量低、植株高、抗倒性差。因此，云南省迫切需要引进适宜当地种植的高粱新品种。

在玉溪市的气候条件下，本研究的10个参试品种（系）均能顺利完成生育周期，全生育期在120~133d之间。通过对参试品种（系）生长期和收获期主要农艺性状的调查比较并结合测产结果综合评价，晋糯粱20号穗型中散，株高适中，单穗粒重大、千粒重高，抗病性强，淀粉含量较高、单宁含量适中，产量可达736.0kg/667m^2，较对照增产52.2%，具有显著生产优势。晋糯粱10号红壳红粒，综合性状优良，千粒重32.5g，容重高，品质优异，产量与晋糯粱20号相当，达732.0kg/667m^2，较对照增产51.4%，表现优异。晋糯粱12号熟期早，生育期122d，矮秆大穗，千粒重28.7g，抗病性强，产量排第3位，达717.8kg/667m^2，较对照增产48.4%，性状表现突出。综合来看，晋糯粱10号、晋糯粱12号、晋糯粱20号3个品种（系）属于大粒糯高粱品种（系），在玉溪地区展现出优良的农艺性状和显著的增产潜力，适合进一步扩大示范种植范围。

对照品种红缨子是2024年全国农业主导品种，播种面积占全国高粱总播种面积的1/3。作为茅台集团指定的茅台酒用高粱品种，红缨子籽粒较小，果皮厚实且坚硬，颗粒饱满，能够耐受茅台酒酿造过程中多次蒸煮和翻造的复杂工艺。其支链淀粉含量超过90%，为酿酒微生物的生长、繁殖和代谢提供了良好条件，同时促进了更多芳香物质的生成。此外，红缨子单宁含量适中，有助于形成茅台酒特有的芳香化合物和多酚类物质，这些成分是塑造茅台酒独特风味的关键因素之一[11-12]。参试品种（系）中晋糯粱9号的千粒重为24.5g，粒形与红缨子接近，耐蒸煮；产量701.8kg/667m^2，较红缨子增产45.1%；株高116.9cm，抗倒伏；籽粒粗淀粉含量73.92%，单宁含量1.05%，支链淀粉含量99.13%，综合性状优于红缨子，是酿造酱香型白酒的优质品种（系）。

综上所述，本试验初步筛选出适宜玉溪地区种植的高产糯高粱品种（系）晋糯粱9号、晋糯粱10号、晋糯粱12号、晋糯粱20号，下一年将继续进行品种（系）筛选试验和部分品种（系）的大面积示范，为玉溪市大面积发展优质酒用高粱原粮基地提供科学依据。

参考文献

[1] 唐三元，谢旗. 高粱——小作物大用途. 生物技术通报，2019，35（5）：1

[2] 辛宗绪，刘志，吴宏生，朱晓东，孙鑫. 10个高粱新品种在辽西地区适应性评价. 中国种业，2021（7）：69-73

[3] 卫永太，张镔，张桂香. 中国高粱品质性状的区域性差异. 天津农业科学，2016，22（11）：138-140

[4] 陈冰嫣，李继洪，王阳，李淑杰，胡喜连，李伟，马英慧，高鸣，高士杰. 高粱（*Sorghum bicolor*（L.）Moench）种质资源研究进展. 西北农林科技大学学报：自然科学版，2013，41（1）：67-72，77

[5] 苏正，彭伟，杨博，谢玲，陈晨，龚小会. 酱香型白酒酿造工艺的研究进展. 酿酒，2024，51（6）：13-18

[6] 李顺国，刘猛，刘斐，邹剑秋，陆晓春，刁现民. 中国高粱产业和种业发展现状与未来展望. 中国农业科学，2021，54（3）：471-482

[7] 白文斌，张福跃，焦晓燕，董良利，柳青山，平俊爱. 中国高粱产业工程技术研究的定位思考. 中国农学通报，2013，29（11）：107-110

[8] 张艳军，刘佳，张钟，张翠萍，李建增，胡选江，施立安，高玉玺，罗磊，蔡述江，李怀红，饶敏. 不同品种、密度、施氮量、播种方式对糯高粱生物性状及产量的影响. 中国农学通报，2023，39（2）：1-7

[9] 吴进明，高泉，彭吉萍，刘敏慧. 云南酒业产业发展创新模式探讨. 当代经济，2014，31（5）：81-83

[10] 张建康，杨世先，马文彬，袁丽华，施正丹. 玉溪酿酒高粱生产前景. 云南农业科技，2006（S）：85-86

[11] 杜涛. “红缨子”成就茅台反哺农业新样本. 中国食品报，2024-08-20（002）

[12] 闫松显，袁河，雷元春，赵亮，罗汝叶，倪德让，王莉. 酿酒高粱籽粒微观形态分析及其果皮厚度和单宁含量的相关性. 中国酿造，2018，37（3）：67-71

（收稿日期：2025-05-21）