

DOI:10.11686/cyxb2021255

http://cyxb.magtech.com.cn

吴欣明, 方志红, 池惠武, 等. 30个青贮玉米在雁门关地区品种评比试验. 草业学报, 2022, 31(1): 205—216.

WU Xin-ming, FANG Zhi-hong, CHI Hui-wu, et al. Comparison of 30 maize (*Zea mays*) varieties for food and feed in the Yanmenguan area. Acta Prataculturae Sinica, 2022, 31(1): 205—216.

30个青贮玉米在雁门关地区品种评比试验

吴欣明¹, 方志红¹, 池惠武¹, 贾会丽¹, 刘建宁¹, 石永红^{1*}, 王学敏²

(1. 山西农业大学草业学院, 山西太原 030032; 2. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193)

摘要:本研究旨在利用30个不同生态区玉米品种筛选出适合雁门关地区种植的青贮玉米品种。采用随机区组试验设计,测定并分析各品种农艺性状、生物产量、营养品质,同时用聚类分析法将30个供试品种分成4个类群并分析总结每一类群的主要特性。结果表明:1)以渝青3号和曲辰9号为代表的青贮专用型玉米品种表现为生物产量和干草产量较高,穗位高较高,持绿性表现较好,但营养品质低于粮饲通用型玉米。2)以屯玉661和先玉1225为代表的粮饲通用型玉米表现为干草产量低,但淀粉含量较高,其超过30%。3)生物学产量与绿叶数、绿叶重、株高、茎粗、茎重和穗重呈显著正相关。根据田间表现和综合评价结果,曲辰9号、晋单65、先单405为适宜在雁门关地区推广种植的青贮玉米品种。

关键词:青贮玉米;雁门关地区;产量;农艺性状;品质

Comparison of 30 maize (*Zea mays*) varieties for food and feed in the Yanmenguan area

WU Xin-ming¹, FANG Zhi-hong¹, CHI Hui-wu¹, JIA Hui-li¹, LIU Jian-ning¹, SHI Yong-hong^{1*}, WANG Xue-min²

1. College of Grassland Science, Shanxi Agricultural University, Taiyuan 030032, China; 2. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China

Abstract: The aim of this study was to select varieties of silage maize (*Zea mays*) suitable for cultivation in the Yanmenguan area from 30 maize varieties from different ecological zones. The 30 varieties were planted with a randomized block experiment design, and the agronomic traits, biological yield, and nutritional quality of each variety were measured and analyzed. The 30 tested varieties were divided into four groups in a cluster analysis, and the main characteristics of each group were analyzed and summarized. It was found that: 1) Two silage maize varieties, Yuqing No. 3 and Quchen No. 9 had higher biomass and hay yield, a high value for ear height, and better stay-green performance than that of other varieties, but these two varieties had lower nutritional quality than the grain and forage maize varieties. 2) The grain and forage maize varieties Tunyu 661 and Xianyu 1225 showed low hay yield, but high starch content (>30%). 3) The biological yield was significantly positively correlated with the number of green leaves, green leaf weight, plant height, stem diameter, stem weight, and ear weight. Based on field performance and multi-trait evaluation results, Quchen No. 9, Jindan 65, and Xiandan 405 were identified as the most suitable silage maize varieties for cultivation in the Yanmenguan area.

Key words: silage maize; Yanmenguan area; yield; agronomic traits; quality

收稿日期:2021-06-28;改回日期:2021-09-16

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-34)和国家农作物种质资源库-牧草种质资源库(NICGR-63)资助。

作者简介:吴欣明(1971-),男,山西临汾人,副研究员,硕士。E-mail: wuxinming05@163.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: shiyh007@126.com

近些年,随着畜牧养殖规模和质量提升,不仅要求青贮玉米(*Zea mays*)具有较高的产量,同时也要具有优良的营养品质,即青贮玉米需要具备:纤维素及木质素含量低,可溶性碳水化合物、粗蛋白、粗脂肪和淀粉含量高的品质性状^[1]。已有学者在不同地区开展粮饲兼用型玉米筛选研究,郭庆瑞等^[2]在山西大同对30个粮饲兼用型玉米品种比较表明,适宜推广的品种有金岭青贮10号、大丰26号、先玉508和晋单65号;在全株玉米干物质含量为30.0%~35.0%、籽粒乳线为40%~50%时为最佳收获期。娄芬等^[3]在毕节地区对38个青贮玉米品种比较结果表明,2个品种适宜推广,糯玉米饲用价值优于普通玉米,在贵州部分地区推广糯玉米与普通玉米接茬双季种植模式潜在经济价值大。近年来随着品种选育技术的不断进步,玉米的育成品种也越来越多,仅2019—2020年玉米国审品种多达1349个^[4]。其中一些玉米品种是粮饲通用型品种,不但籽粒的营养物质丰富,秸秆还具有良好的饲用价值。目前已有学者在雁门关地区开展了青贮玉米品种的筛选研究,但数量较少。孙志强等^[5]对16个玉米品种农艺性状和青贮品质进行比较分析,结果表明,粮饲通用型品种晋单65、屯玉168,青贮专用型品种京科青贮516和强盛30的综合表现较好,可作为青贮玉米品种在山西省北部地区推广种植。目前,青贮玉米已成为雁门关地区粮改饲主推产业,但多年来,该地区青贮玉米品种多,很多企业和农民在选择青贮玉米品种时较为困惑。本研究利用适宜该地区生长的30个国内育成青贮玉米品种,分析评价玉米品种的农艺性状、生产性能等主要指标,旨在为雁门关地区粮饲兼用型青贮玉米生产提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验品种与供种单位

本研究30个参试品种由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所提供,其中11份为青贮专用型玉米品种,其余为粮饲通用型玉米品种(表1)。

1.2 试验时间与地点

试验于2020年5月15日—2020年9月20日在山西省朔州市朔城区山西农业大学朔州基地开展。该地属温带半干旱大陆性气候区,空气干燥,日照丰富,昼夜温差较大。年平均气温6.9℃,无霜期130 d,年降水量423 mm。土壤质地为沙壤土,前茬作物为黍(*Panicum miliaceum*)。

1.3 试验设计与田间管理

试验采用随机区组设计,每个试验小区面积为30 m²(5 m×6 m),每个品种3个重复。穴播,每穴1~2粒种子,播深3~5 cm,行距0.6 m,株距0.25 m,每小区定植200株,即66670株·hm⁻²。2020年5月15日播种,第2天开始滴灌。5月27日出苗,6月20日喷施硝烟莠去津除草,于6月25日灌溉前条施复合肥(N-P₂O₅-K₂O比例为29:14:8,总养分≥51%)330 kg·hm⁻²和尿素(总氮≥46.4%)409.5 kg·hm⁻²。为避免造成试验误差,保证试验的准确性,一切管理措施(如定苗、除草、松土、浇水、施肥等)在当天完成;待玉米达到乳熟中期至蜡熟期时,收割采样,进行指标测定。

1.4 农艺性状指标测定

在乳熟中末期到蜡熟初期之间测定全株玉米生物产量。每个品种每个重复随机抽取10株玉米进行测定。采样时去边行刈割,称全株鲜重,并换算成每hm⁻²鲜草产量,即:鲜草产量=10株平均鲜草产量×66670株·hm⁻²。在乳熟中期到蜡熟初期测定农艺性状,主要测定指标包括:植株高度、穗位高、茎粗、果穗长、果穗粗、果穗重、叶长、叶宽、黄叶数、绿叶数、黄叶重、绿叶重和茎重。

1)生育期调查:包括播种期,出苗期,拔节期,抽穗期,乳熟后期,以月-日表示。2)鲜草产量:于乳熟中末期至蜡熟初期在各小区全株刈割10株,留茬高度10 cm,测定单株产量。3)干草产量:每小区随机选取2株全株粉碎,105℃杀青30 min,65℃烘干至恒重,测算干草产量。4)株高:于每次刈割前测量。每个小区内随机选择生长发育正常的10株植株,测量地表至雄穗顶端的绝对高度,取平均值,以cm表示。5)叶面积:测定雌穗下叶片,用系数法计算,即叶面积=叶长×叶宽×0.75^[6],小区随机选取10株,测量每株的绿叶面积。6)叶片数:调查叶面积的同时,记载10株植株的所有绿叶数、黄叶数,计算单株绿叶片数及持绿性。7)穗位高:测取地表至果穗第1着生节处的绝对高度,以cm表示。8)茎粗:雌穗下第2~3节的茎直径,以cm表示。9)果穗长:测定果穗底部至顶部长

表 1 供试饲用玉米品种
Table 1 Varieties of silage maize

编号 No.	品种 Variety	育种单位 Breeding institutions	类型 Types	编号 No.	品种 Variety	育种单位 Breeding institutions	类型 Types
1	迪卡 159 Dika 159	中种国际种子有限公司 China seed international seed Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed	16	迪卡 625 Dika 625	孟山都科技有限责任公司 Monsanto technologies, LLC	粮饲通用 Grain and feed
2	东单 1775 Dongdan 1775	辽宁东亚种业有限公司 Liaoning dongya seed Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed	17	禾玉 36 Heyu 36	北京中农三禾农业科技有限公司 Beijing zhongnong sanhe agricultural technology Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed
3	富友 9 号 Fuyou No. 9	辽宁东亚种业有限公司 Liaoning dongya seed Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed	18	新饲玉 1 号 Xinsiyu No. 1	山西北方种业股份有限公司 Shanxi north seed industry Co., Ltd., et al	青贮-Silage 青贮-Silage
4	京科 2177 Jingke 2177	北京市农林科学院玉米研究中心等 Maize research center, Beijing academy of agriculture and forestry sciences, et al	粮饲通用 Grain and feed	19	3651	北京农学院 Beijing agricultural college	粮饲通用 Grain and feed
5	先单 405 Xiandan 405	甘肃先农国际农业发展有限公司 Gansu xianmang international agricultural development Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed	20	金岭 357 Jinling 357	内蒙古金岭青贮玉米种业有限公司 Inner Mongolia jinling silage corn seed industry Co., Ltd.	青贮-Silage 青贮-Silage
6	渝青 3 号 Yuqing No. 3	重庆市农业科学院玉米研究所 Corn research institute of Chongqing academy of agricultural sciences	青贮-Silage Silage	21	文玉 3 号 Wenyu No. 3	北京佰青源畜牧业科技发展有限公司 Beijing baiqingyuan animal husbandry technology development Co., Ltd.	青贮-Silage 青贮-Silage
7	金岭青贮 17 Jinling silage 17	内蒙古金岭青贮玉米种业有限公司 Inner Mongolia jinling silage corn seed industry Co., Ltd.	青贮-Silage 青贮-Silage	22	雅玉 8 号 Yayu No. 8	四川雅玉科技开发有限公司 Sichuan yayu technology development Co., Ltd.	青贮-Silage 青贮-Silage
8	迪卡 667 Dika 667	孟山都科技有限责任公司等 Monsanto technologies, LLC, et al	粮饲通用 Grain and feed	23	晋单 65 Jindan 65	山西省农业科学院玉米研究所 Maize research institute, Shanxi academy of agricultural sciences	粮饲通用 Grain and feed
9	渝青 386 Yuqing 386	重庆市农业科学院 Chongqing academy of agricultural sciences	青贮-Silage 青贮-Silage	24	京科 968 Jingke 968	北京市农林科学院玉米研究中心 Maize research center, Beijing academy of agriculture and forestry sciences	粮饲通用 Grain and feed
10	曲辰 9 号 Quchen No. 9	云南曲辰种业有限公司 Yunnan quchen seed industry Co., Ltd.	青贮-Silage 青贮-Silage	25	大京 926 Dajingju 26	河南省大京九种业有限公司 Henan dajingju seed industry Co., Ltd.	青贮-Silage 青贮-Silage
11	新饲玉 19 号 Xinsiyu No. 19	新疆农垦科学院作物研究所 Crop research institute of Xinjiang academy of agricultural reclamation sciences	粮饲通用 Grain and feed	26	屯玉 661 Tunyu 661	北京屯玉种业有限公司 Beijing tunyu seed industry Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed
12	新饲玉 11 号 Xinsiyu No. 11	新疆农垦科学院作物研究所 Crop research institute of Xinjiang academy of agricultural reclamation sciences	粮饲通用 Grain and feed	27	先玉 1225 Xianyu 1225	铁岭先锋种子研究有限公司 Tieling pioneer seed research Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed
13	吉阿 9 Jisi 9	吉林吉农高新技术发展股份有限公司 Jilin jinong high-tech development Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed	28	雄玉 581 Xiongyu 581	南通大熊猫种业科技有限公司等 Nantong daxiong seed technology Co., Ltd., et al	粮饲通用 Grain and feed
14	屯玉 765 Tunyu 765	北京屯玉种业有限公司 Beijing tunyu seed industry Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed	29	京科 932 Jingke 932	北京顺鑫农科种业科技有限公司等 Beijing shunxin nongke seed technology Co., Ltd., et al	青贮-Silage 青贮-Silage
15	禾玉 9566 Heyu 9566	北京中农三禾农业科技有限公司 Beijing zhongnong sanhe agricultural technology Co., Ltd.	粮饲通用 Grain and feed	30	强盛 30 Qiangsheng 30	山西强盛种业有限公司 Shanxi qiangsheng seed industry Co., Ltd.	青贮-Silage 青贮-Silage

度。10)果穗粗:测定果穗最粗位置。

1.5 营养指标测定

在测定农艺性状之后,每个重复选2株单独称重后切碎晾干,在粉碎前65℃烘干24h,粉碎后混匀称取200g,采用近红外线光谱法,使用近红外成分分析仪(Spectra star TM XL,美国)测定粗蛋白(crude protein, CP)、酸性洗涤纤维(acid detergent fiber, ADF)、中性洗涤纤维(neutral detergent fiber, NDF)、淀粉(starch, ST)、粗灰分(ash)含量。测定方法:将样品粉碎至0.28mm以上,无明显的颗粒感。将样品混匀,采用四分法将样品装入测量检测仓,装入量和检测仓杯口齐平即可(无需按压,蓬松无空隙即可)。根据检验样品选择需要的数据库和测试样品名称。

1.6 数据整理与分析

利用Excel 2013和DPS 19.05软件进行数据整理分析,采用方差分析方法并进行Duncan's多重比较,采用系统聚类法进行分类。

2 结果与分析

2.1 不同玉米品种生育期比较

参试品种播种期和出苗期均为5月15日和6月4日,拔节期时间相差10d左右。抽穗期相差15d左右。到乳熟后期分两次刈割后测定农艺性状(表2)。青贮专用型玉米除强盛30、文玉3号、京科932生长天数分别为120、120、124d外,其余均为128d,生育期较长,相对晚熟。粮饲通用型玉米富友9号、新饲玉19号、禾玉36和3651生育期为128d,其余为120d。刘颖慧等^[7]研究认为,最佳收获期在半乳线期或3/4乳线期。Ferraretto等^[8]研究发现全株玉米青贮的最佳时期在乳熟末期和蜡熟早期,此时产量最高,水分含量也比较合适(60%~70%),然而Hazim等^[9]研究发现在蜡熟期加工的青贮玉米品质最好。本研究认为粮饲通用型玉米在机械化切碎、运输及装填过程中水分散失不可避免,在保证高产的同时,应适当提早收割。

2.2 不同玉米品种生产性状与农艺性状的比较

由表3可知,曲辰9号、渝青3号鲜草产量都在80.00t·hm²以上,这两个品种与晋单65、京科2177、屯玉765、京科932、先玉1225、金岭357、京科968、屯玉661、强盛30、雄玉581差异显著($P<0.05$),其中屯玉661、强盛30、雄玉581、金岭357、京科968鲜草产量都在50.00t·hm²以下。干草产量结果表明,渝青3号、曲辰9号与强盛30和雄玉581差异显著($P<0.05$),渝青3号和曲辰9号干草产量均在20.00t·hm²以上,强盛30和雄玉581干草产量分别为14.53和13.38t·hm²。值得关注的是先单405与晋单65,干草产量分别为19.01和19.37t·hm²,其鲜草产量不算高,但干草产量仅次于渝青3号和曲辰9号。干鲜比越高则含水量越低,反之,则高。干鲜比测定结果显示,屯玉661和强盛30最高为0.36,晋单65和金岭357次之,为0.34,新饲玉19、吉饲9、禾玉36较低,分别为0.23、0.23、0.24。

株高是影响青贮玉米产量的一个重要性状。研究发现,株高与穗位高呈正相关关系,且株高相同时,穗位越高植株越容易倒伏^[10]。结果表明,渝青3号、渝青386、新饲玉11号、曲辰9号和富友9号平均株高均在300cm以上,这5个品种与吉饲9、文玉3号、京科932、雄玉581、强盛30、京科968差异显著($P<0.05$),这6个品种株高均低于265cm,较前述品种没有优势,对产量有显著影响。渝青3号、京科968、3651、新饲玉19号、新饲玉11号的穗位高分别为181.50、167.93、158.00、157.90、157.80cm,这5个品种与京科2177、迪卡159、先玉1225、雄玉581、屯玉765、屯玉661、强盛30、金岭357差异显著($P<0.05$,表4)。

果穗重不仅是评价干草产量高低的重要指标,更关系到其品质优劣。吉饲9、金岭357果穗重均在500.00g以上,其果穗重占鲜重产量47.76%以上,尤其金岭357果穗重占鲜重产量70%以上。这两个品种与屯玉765、京科2177、先玉1225、雄玉581、京科932、强盛30、3651差异显著($P<0.05$,表3)。由表4可知,迪卡159、屯玉661和渝青3号果穗长均在40cm以上,与屯玉765、京科968呈显著差异($P<0.05$)。曲辰9号、屯玉765果穗粗均值分别为8.15、6.99cm,与新饲玉11号、雄玉581、先玉1225、屯玉661、3651差异显著($P<0.05$)。

对于茎秆重,渝青3号、曲辰9号的平均重在600.00g以上,占鲜重产量50%左右。这两个品种除与雅玉8号

表 2 不同青贮玉米品种生育期

Table 2 The growth stage of different silage maize varieties

品种 Variety	生育期 Growth stages (Month-day)					生长天数 Growth days (d)
	播种期	出苗期	拔节期	抽穗期	乳熟后期	
	Sowing date	Emergence date	Elongation stage	Heading stage	Late milk stage	
迪卡 159 Dika 159	5-15	6-4	7-15	8-3	9-12	120
东单 1775 Dongdan 1775	5-15	6-4	7-8	8-3	9-12	120
富友 9 号 Fuyou No. 9	5-15	6-4	7-15	8-3	9-20	128
京科 2177 Jingke 2177	5-15	6-4	7-15	8-3	9-12	120
先单 405 Xiandan 405	5-15	6-4	7-8	8-3	9-12	120
渝青 3 号 Yuqing No. 3	5-15	6-4	7-15	8-15	9-20	128
金岭青贮 17 Jinling silage 17	5-15	6-4	7-20	8-15	9-20	128
迪卡 667 Dika 667	5-15	6-4	7-5	8-3	9-12	120
渝青 386 Yuqing 386	5-15	6-4	7-15	8-15	9-20	128
曲辰 9 号 Quchen No. 9	5-15	6-4	7-20	8-15	9-20	128
新饲玉 19 号 Xinsiyu No. 19	5-15	6-4	7-15	8-12	9-20	128
新饲玉 11 号 Xinsiyu No. 11	5-15	6-4	7-10	8-3	9-12	120
吉饲 9 Jisi 9	5-15	6-4	7-15	8-3	9-12	120
屯玉 765 Tunyu 765	5-15	6-4	7-15	8-3	9-12	120
禾玉 9566 Heyu 9566	5-15	6-4	7-20	8-15	9-12	120
迪卡 625 Dika 625	5-15	6-4	7-15	8-3	9-12	120
禾玉 36 Heyu 36	5-15	6-4	7-15	8-15	9-20	128
新饲玉 1 号 Xinsiyu No. 1	5-15	6-4	7-15	8-10	9-20	128
3651	5-15	6-4	7-15	8-10	9-20	128
金岭 357 Jinling 357	5-15	6-4	7-15	8-16	9-20	128
文玉 3 号 Wenyu No. 3	5-15	6-4	7-12	8-5	9-12	120
雅玉 8 号 Yayu No. 8	5-15	6-4	7-15	8-10	9-20	128
晋单 65 Jindan 65	5-15	6-4	7-10	8-3	9-12	120
京科 968 Jingke 968	5-15	6-4	7-12	8-3	9-12	120
大京九 26 Dajingjiu 26	5-15	6-4	7-20	8-10	9-20	128
屯玉 661 Tunyu 661	5-15	6-4	7-18	8-3	9-12	120
先玉 1225 Xianyu 1225	5-15	6-4	7-12	8-10	9-12	120
雄玉 581 Xiongyu 581	5-15	6-4	7-10	8-10	9-12	120
京科 932 Jingke 932	5-15	6-4	7-15	8-10	9-16	124
强盛 30 Qiangsheng 30	5-15	6-4	7-15	8-10	9-12	120

和渝青 386 差异不显著外,与其他 26 个品种差异均显著($P < 0.05$)。文玉 3 号、曲辰 9 号茎粗均值分别为 3.45、3.41 cm,与金岭 357、先玉 1225、强盛 30、京科 932、京科 968、屯玉 661、雄玉 581 差异显著($P < 0.05$,表 4)。

田宏等^[11]研究发现绿叶重、绿叶数以及叶面积反映品种持绿性,青贮玉米的鲜草产量与持绿性呈显著正相关。迪卡 159 和禾玉 9566 绿叶重分别为 169.96 和 172.79 g,与雄玉 581、晋单 65、京科 932、强盛 30、屯玉 661、京科 968 有显著差异($P < 0.05$,表 3)。先单 405、新饲玉 19 号、渝青 3 号、禾玉 36 绿叶数均值在 10 片以上,而京科 932、大京九 26、雄玉 581、先玉 1225、京科 968、屯玉 661、强盛 30 绿叶数均值在 8 片以下(表 4)。

黄叶数量越多、越重代表该品种持绿性越差。本研究表明(表 3),黄叶重以先玉 1225 最高,与屯玉 765、迪卡 159、迪卡 667、京科 932、东单 1775 差异显著($P < 0.05$)。大京九 26、渝青 3 号、金岭 357 黄叶数在 6 片以上,与屯玉 765、东单 1775、迪卡 159、先单 405 差异显著($P < 0.05$,表 4)。

表3 不同玉米品种与产量有关的性状比较

Table 3 Comparison of yield-related traits of different silage maize varieties

品种 Variety	产量 Yield (t·hm ⁻²)		干鲜比 Dry/fresh	果穗重 Ear weight (g)	茎秆重 Stem weight (g)	绿叶重 Green leaf weight (g)	黄叶重 With- ered leaf weight (g)	株高 Plant height (cm)
	鲜草	干草						
	Fresh grass	Hay grass						
迪卡 159 Dika 159	62.77cdef	18.41abcd	0.29defg	362.47abc	327.26efgh	169.96a	13.71cd	277.87bcdefghi
东单 1775 Dongdan 1775	63.90cdef	18.49abcd	0.29efgh	389.39abc	402.65cdefg	152.04abcde	14.31cd	273.40cdefghij
富友 9号 Fuyou No. 9	69.89abcd	18.11abcd	0.26ghij	433.10abc	444.81cde	146.37abcdef	24.09abcd	304.93bc
京科 2177 Jingke 2177	57.20defgh	16.31abcd	0.29efgh	330.02c	365.61cdefgh	140.79abcdef	21.53abcd	281.07bcdefghi
先单 405 Xiandan 405	68.22abcde	19.01abc	0.28fghi	428.26abc	419.51cdef	160.28abcd	15.25bcd	292.33bcdefg
渝青 3号 Yuqing No. 3	82.81ab	20.11ab	0.25j	412.52abc	667.16a	158.73abcd	34.31ab	337.30a
金岭青贮 17 Jinling silage 17	64.75bcdef	17.37abcd	0.27fghij	398.39abc	411.37cdefg	140.04abcdef	21.41abcd	276.17bcdefghi
迪卡 667 Dika 667	60.04cdefg	17.12abcd	0.29fghi	342.61abc	388.94cdefgh	155.39abcd	13.57cd	287.60bcdefgh
渝青 386 Yuqing 386	71.04abcd	18.07abcd	0.25hij	387.45abc	512.21bcd	133.26abcdefg	32.62abc	310.90ab
曲辰 9号 Quchen No. 9	85.75a	21.37a	0.25ij	446.75abc	640.61ab	165.71ab	33.07abc	301.73bcd
新饲玉 19号 Xinsiyu No. 19	72.39abcd	16.93abcd	0.23j	399.76abc	497.75cd	165.66ab	22.69abcd	296.67bcdef
新饲玉 11号 Xinsiyu No. 11	67.85abcde	18.08abcd	0.27ghij	337.87bc	499.18cd	164.79ab	15.83bcd	300.98bcd
吉饲 9 Jisi 9	76.09abc	17.82abcd	0.23j	545.03a	402.05cdefg	163.75abc	30.47abcd	264.97efghij
屯玉 765 Tunyu 765	54.42defgh	17.33abcd	0.32bcde	330.91c	325.05efgh	149.17abcde	11.10d	268.30defghij
禾玉 9566 Heyu 9566	72.26abcd	18.05abcd	0.25ij	453.05abc	435.15cdef	172.79a	22.79abcd	285.80bcdefghi
迪卡 625 Dika 625	58.49cdefgh	17.84abcd	0.31cdef	350.39abc	363.21defgh	132.59abcdefg	31.14abc	271.60cdefghij
禾玉 36 Heyu 36	69.60abcd	16.80abcd	0.24j	436.75abc	436.33cde	151.81abcde	19.09bcd	296.00bcdef
新饲玉 1号 Xinsiyu No. 1	62.81cdef	16.71abcd	0.27ghij	383.38abc	411.15cdefg	128.96abcdefg	18.55bcd	284.27bcdefghi
3651	61.47cdefg	16.06abcd	0.26ghij	285.63c	487.76cd	132.81abcdefg	15.81bcd	300.00bcde
金岭 357 Jinling 357	49.58efgh	16.66abcd	0.34abc	537.93ab	283.31fgh	121.59abcdefg	19.37bcd	244.00j
文玉 3号 Wenyu No. 3	59.80cdefg	17.09abcd	0.29defg	391.17abc	410.74cdefg	128.91abcdefg	17.80bcd	264.00fghij
雅玉 8号 Yayu No. 8	71.01abcd	17.91abcd	0.25hij	388.08abc	516.72bc	155.39abcd	23.76abcd	290.77bcdefg
晋单 65 Jindan 65	57.65cdefgh	19.37abc	0.34ab	360.79abc	383.11cdefgh	106.40defg	26.63abcd	281.60bcdefghi
京科 968 Jingke 968	48.86fgh	15.73bcd	0.32bcde	480.47abc	294.43efgh	79.23g	15.79bcd	244.33j
大京九 26 Dajingjiu 26	61.27cdefg	17.77abcd	0.29efgh	393.53abc	410.43cdefg	109.81bcdefg	27.65abcd	281.40bcdefghi
屯玉 661 Tunyu 661	43.45gh	15.55bcd	0.36a	393.67abc	259.64gh	84.16g	16.51bcd	270.60cdefghij
先玉 1225 Xianyu 1225	50.39efgh	16.43abcd	0.33bcd	324.85c	315.44efgh	163.35abc	38.87a	291.47bcdefg
雄玉 581 Xiongyu 581	40.74h	13.38d	0.33abc	316.32c	260.12gh	107.31cdefg	15.96bcd	253.53hij
京科 932 Jingke 932	50.83efgh	15.42bcd	0.30cdef	314.93c	310.11efgh	97.97efg	13.76cd	257.47ghij
强盛 30 Qiangsheng 30	40.78h	14.53cd	0.36a	286.37c	250.53h	91.32fg	17.80bcd	251.27ij

注: 同列不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平上差异显著, 下同。

Note: The different lowercase letters in the same column mean significant differences at $P < 0.05$, the same below.

叶面积结果显示(表4), 曲辰9号、渝青3号、渝青386、吉饲9叶面积均在840 cm²以上, 这4个品种叶面积与东单1775、屯玉661、强盛30、金岭357、雄玉581差异显著($P < 0.05$)。

2.3 农艺性状相关性分析

农艺性状相关性分析表明(表5), 黄叶重、绿叶重、果穗重、茎重、株高、果穗粗、茎粗、绿叶数、叶面积与产量显著正相关, 表明与产量相关的因子较多, 因此在选育青贮玉米品种时要综合考虑多种因素。黄叶重与株高、黄叶数、叶面积显著正相关。绿叶重和茎重、株高、茎粗及绿叶数显著正相关。茎重与株高、穗位高、茎粗、绿叶数及叶面积呈显著正相关, 株高与穗位高、绿叶数、叶面积呈显著正相关。穗位高与黄叶数、绿叶数、叶面积呈显著正相关。果穗粗与茎粗、叶面积呈显著正相关。茎粗与绿叶数和叶面积呈显著正相关。

表4 不同品种农艺性状比较

Table 4 Comparison of agronomic characters of different varieties

品种 Variety	穗位高 Ear height (cm)	果穗长 Ear length (cm)	果穗粗 Ear diameter (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)	绿叶数 Green leaves (No.)	黄叶数 Withered leaves (No.)	叶面积 Leaf area (cm ²)
迪卡 159 Dika 159	101.98def	44.40a	5.22bc	1.97b	9.43abcd	3.10ef	734.39cdefg
东单 1775 Dongdan 1775	109.40cdef	27.20cd	5.56bc	2.10b	9.47abcd	3.13ef	664.88gh
富友 9号 Fuyou No. 9	140.57abcde	30.43abcd	6.24bc	2.37b	9.43abcd	4.67bcdef	793.66bcde
京科 2177 Jingke 2177	103.13def	27.67cd	5.21bc	1.99b	9.10abcde	4.00cdef	713.31cdefg
先单 405 Xiandan 405	105.07cdef	30.47abcd	5.40bc	2.22b	10.53a	2.97f	728.11cdefg
渝青 3号 Yuqing No. 3	181.50a	42.57abc	5.71bc	2.42b	10.20abc	6.27ab	850.93ab
金岭青贮 17 Jinling silage 17	134.47abcdef	32.07abcd	5.91bc	2.17b	8.87abcdef	5.03bcdef	822.75abc
迪卡 667 Dika 667	126.27bcdef	29.97abcd	5.27bc	1.92b	9.90abc	3.77def	735.71cdefg
渝青 386 Yuqing 386	149.27abcd	29.90abcd	5.85bc	2.27b	9.07abcdef	5.60abcd	846.98ab
曲辰 9号 Quchen No. 9	149.70abcd	32.23abcd	8.15a	3.41a	9.67abcd	5.23abcde	915.32a
新饲玉 19号 Xinsiyu No. 19	157.90abc	31.80abcd	5.81bc	2.19b	10.43ab	4.70bcdef	819.89abcd
新饲玉 11号 Xinsiyu No. 11	157.80abc	29.83abcd	5.13c	2.08b	10.00abc	4.43bcdef	686.43efg
吉饲 9 Jisi 9	122.60bcdef	35.57abcd	6.12bc	2.25b	8.93abcdef	4.10bcdef	846.52ab
屯玉 765 Tunyu 765	97.23def	26.93d	6.99ab	2.06b	9.63abcd	3.30ef	679.88fg
禾玉 9566 Heyu 9566	132.13abcdef	33.73abcd	5.83bc	2.18b	9.60abcd	4.13bcdef	818.48abcd
迪卡 625 Dika 625	104.60cdef	29.53abcd	5.40bc	2.02b	8.67bcdef	4.13bcdef	748.36bcdefg
禾玉 36 Heyu 36	135.40abcdef	33.60abcd	5.86bc	2.33b	10.17abc	4.23bcdef	784.18bcdef
新饲玉 1号 Xinsiyu No. 1	132.00abcdef	31.07abcd	5.74bc	2.16b	8.90abcdef	4.13bcdef	753.21bcdefg
3651	158.00abc	29.33abcd	4.99c	2.13b	9.47abcd	4.60bcdef	710.48defg
金岭 357 Jinling 357	84.67f	27.48cd	5.41bc	1.83b	9.53abcd	6.07abc	576.74hi
文玉 3号 Wenyu No. 3	115.47bcdef	31.81abcd	5.41bc	3.45a	9.07abcdef	5.00bcdef	819.06abcd
雅玉 8号 Yayu No. 8	137.73abcdef	30.70abcd	5.84bc	2.21b	8.33cdef	4.73bcdef	804.67bcd
晋单 65 Jindan 65	111.60cdef	30.27abcd	5.71bc	2.01b	8.67bcdef	4.33bcdef	724.39cdefg
京科 968 Jingke 968	167.93ab	26.57d	5.31bc	1.71b	7.40efg	5.13abcdef	725.64cdefg
大京九 26 Dajingjiu 26	133.87abcdef	32.33abcd	5.52bc	1.91b	7.87defg	7.13a	810.40abcd
屯玉 661 Tunyu 661	87.07ef	43.20ab	5.04c	1.71b	7.27fg	4.20bcdef	643.27ghi
先玉 1225 Xianyu 1225	101.60def	30.23abcd	5.09c	1.83b	7.47efg	4.73bcdef	692.72efg
雄玉 581 Xiongyu 581	99.73def	28.53bcd	5.11c	1.67b	7.60efg	4.80bcdef	561.82i
京科 932 Jingke 932	104.67cdef	28.80bcd	5.25bc	1.81b	7.93defg	4.60bcdef	779.10bcdef
强盛 30 Qiangsheng 30	84.73f	27.20cd	5.19bc	1.82b	6.27g	4.67bcdef	578.84hi

2.4 不同玉米品种品质性状的比较

由表6可知,粗蛋白含量在8%以上的有两个品种,迪卡625和东单1775,分别为8.46%、8.21%。京科2177、先单405、新饲玉19号、禾玉9566、迪卡159、吉饲9、新饲玉11号、新饲玉1号、屯玉765、禾玉36、渝青3号、迪卡667、金岭青贮17,这13个品种粗蛋白含量为7.08%~7.93%。强盛30、雄玉581、京科932粗蛋白含量为5.98%、5.74%、5.69%,此3个品种粗蛋白含量较低。

中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维结果显示,两项指标30个品种排序相似,含量较高的前5位是渝青3号、新饲玉19号、新饲玉11号、曲辰9号、渝青386,后6位的则是强盛30、先玉1225、雄玉581、屯玉661、金岭357、京科968。中性洗涤纤维含量最低的品种为京科968和金岭357,而酸性洗涤纤维含量最低为金岭357。

淀粉含量结果显示,屯玉661、金岭357、先玉1225淀粉含量在30%以上,强盛30、雄玉581、京科968、京科932、文玉3号、晋单65、大京九26、禾玉9566,8个品种淀粉含量为20%~30%,3651淀粉含量最低,不足10%,其他18个品种淀粉含量为10%~20%。

表5 农艺性状相关性分析

Table 5 Correlation analysis among agronomic traits

指标 Index	HY	WW	GLW	EW	SW	PH	EH	EL	ED	SD	GL	WL
黄叶重 Withered leaf weight (WW)	0.47**											
绿叶重 Green leaf weight (GLW)	0.56**	0.24										
果穗重 Ear weight (EW)	0.37*	0.22	0.17									
茎重 Stem weight (SW)	0.76**	0.46	0.58**	0.19								
株高 Plant height (PH)	0.63**	0.48**	0.61**	-0.04	0.85**							
穗位高 Ear height (EH)	0.42*	0.29	0.28	0.21	0.78**	0.64**						
果穗长 Ear length (EL)	0.22	0.17	0.22	0.19	0.23	0.36	0.12					
果穗粗 Ear diameter (ED)	0.62**	0.30	0.36	0.35	0.50	0.26	0.25	-0.01				
茎粗 Stem diameter (SD)	0.59**	0.27	0.40*	0.25	0.65**	0.38	0.34	0.13	0.61**			
绿叶数 Green leaves (GL)	0.60**	-0.04	0.75**	0.30	0.61**	0.56**	0.38*	0.14	0.34	0.43*		
黄叶数 Withered leaves (WL)	0.06	0.50**	-0.29	0.24	0.26	0.10	0.37*	0.01	0.10	0.12	-0.23	
叶面积 Leaf area (LA)	0.64**	0.50**	0.44	0.35	0.74**	0.57**	0.63**	0.31	0.54**	0.64**	0.40	0.24

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$; HY: 干草产量 Hay yield.

表6 不同品种营养成分比较

Table 6 Comparison nutritional components of different corn varieties (%)

品种 Variety	粗蛋白 CP	酸性洗涤纤维 ADF	中性洗涤纤维 NDF	淀粉 ST	粗灰分 Ash
迪卡 159 Dika 159	7.69abcde	27.27hijk	47.75ijkl	16.28ghij	7.84def
东单 1775 Dongdan 1775	8.21ab	27.42hijk	48.37hijkl	15.62hij	8.06cde
富友 9号 Fuyou No. 9	6.87cdefghij	29.24efghij	50.89efghi	13.94ijkl	8.12bcde
京科 2177 Jingke 2177	7.93abc	27.40hijk	48.16hijkl	16.03ghij	7.85def
先单 405 Xiandan 405	7.81abc	27.15ijkl	47.50ijkl	18.06fghi	7.72def
渝青 3号 Yuqing No. 3	7.32bedefghi	35.72a	59.92a	11.12klm	8.92abc
金岭青贮 17 Jinling silage 17	7.08cdefghij	30.52defghi	52.84defgh	11.06klm	8.17bcde
迪卡 667 Dika 667	7.12bedefghi	28.75fghij	50.23fghij	14.33ijkl	7.79def
渝青 386 Yuqing 386	6.68defghijk	32.90abcd	56.14abcd	13.96ijkl	8.40abcde
曲辰 9号 Quchen No. 9	6.88cdefghij	34.01abcd	57.27abcd	19.42efgh	8.88abc
新饲玉 19号 Xinsiyu No. 19	7.76abcd	34.65ab	58.42ab	12.54jkl	9.24a
新饲玉 11号 Xinsiyu No. 11	7.54abcdef	34.15abc	57.69abc	14.82ijk	8.81abc
吉饲 9 Jisi 9	7.55abcdef	32.62abcde	54.90bcde	16.77ghij	8.55abcd
屯玉 765 Tunyu 765	7.50abcdefg	27.13ijkl	47.27ijkl	19.42efgh	7.87def
禾玉 9566 Heyu 9566	7.69abcde	32.06bcdef	54.97bcde	21.82def	9.03ab
迪卡 625 Dika 625	8.46a	25.91jklmn	46.09jklm	18.23fghi	7.51ef
禾玉 36 Heyu 36	7.38abcdefgh	30.78cdefgh	53.07defg	10.11lm	8.82abc
新饲玉 1号 Xinsiyu No. 1	7.54abcdef	28.21ghij	49.55fghij	14.56ijk	7.57ef
3651	7.00cdefghij	31.41bcdefg	53.69cdef	8.41m	8.12bcde
金岭 357 Jinling 357	6.52fghijkl	21.90o	41.70m	32.41a	5.95h
文玉 3号 Wenyu No. 3	6.43ghijkl	26.38jklm	48.47ghijkl	24.79cd	6.46gh
雅玉 8号 Yayu No. 8	6.93cdefghij	28.35ghij	52.84efghi	19.98efg	6.97fg
晋单 65 Jindan 65	6.18jkl	26.61jklm	48.43ghijkl	24.36cd	6.44gh
京科 968 Jingke 968	6.35hijkl	24.56klmno	41.70m	27.70bc	6.33gh
大京九 26 Dajingjiu 26	6.63efghijkl	26.97ijkl	49.34fghijk	23.36de	6.25gh
屯玉 661 Tunyu 661	6.34hijkl	22.68no	42.31m	32.54a	5.92h
先玉 1225 Xianyu 1225	6.23ijkl	23.57lmno	43.86lm	31.71a	5.59h
雄玉 581 Xiongyu 581	5.74l	23.26mno	43.78lm	29.20ab	6.09gh
京科 932 Jingke 932	5.69l	24.49klmno	46.10jklm	27.60bc	6.30gh
强盛 30 Qiangsheng 30	5.98kl	23.75klmno	44.66klm	29.43ab	6.01h

粗灰分含量结果显示,新饲玉 19 号、禾玉 9566、渝青 3 号、曲辰 9 号、禾玉 36、新饲玉 11 号、吉饲 9、渝青 386、金岭青贮 17、富友 9 号、3651 和东单 1775,这 12 个品种粗灰分含量在 8% 以上,与雅玉 8 号、文玉 3 号、晋单 65、京科 968、京科 932、大京九 26、雄玉 581、强盛 30、金岭 357、屯玉 661、先玉 1225,这 11 个品种差异显著($P < 0.05$)。

2.5 聚类分析

聚类分析指标采用国家青贮玉米评价指标,以及与产量显著相关指标,包括干鲜产量、茎粗、茎重、株高、穗位高、粗蛋白、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维和淀粉含量共 10 个指标。将 30 个参试青贮玉米品种的株高等 10 项性状进行聚类分析。图 1 显示,聚类分成 4 类,聚类 I 为富友 9 号、先单 405、渝青 386、新饲玉 19 号、新饲玉 11 号、吉饲 9、禾玉 9566、禾玉 36、雅玉 8 号,共 9 个品种。其特点为,干草产量 $16.80 \sim 19.01 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均值为 $17.86 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$;穗位高在 4 组分类中是最高,平均 137.97 cm 。聚类 II 为 12 个品种,包括迪卡 159、东单 1775、京科 2177、金岭青贮 17、迪卡 667、屯玉 765、迪卡 625、新饲玉 1 号、3651、文玉 3 号、晋单 65、大京九 26,其共同特点为干草产量仅高于聚类 IV 组,平均值为 $17.38 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$;淀粉含量偏低,仅次于聚类 IV 组。聚类 III 为渝青 3 号和曲辰 9 号,这两个品种干草产量分别为 20.11 和 $21.37 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,其优势构成主要在茎重、果穗重和株高这 3 项中。其特点为:茎秆重占鲜重产量的 50% 左右,平均株高 300 cm 以上;粗蛋白质含量分别为 7.32% 、 6.88% ,淀粉含量偏低,酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量偏高。聚类 IV 为金岭 357、京科 968、屯玉 661、先玉 1225、雄玉 581、京科 932、强盛 30,这 7 个品种主要表现为干草产量低,为 $13.38 \sim 16.66 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$;其茎秆重仅占鲜草产量的 40%;株高为 $244 \sim 291 \text{ cm}$ 。淀粉含量较高,平均超过 30%。

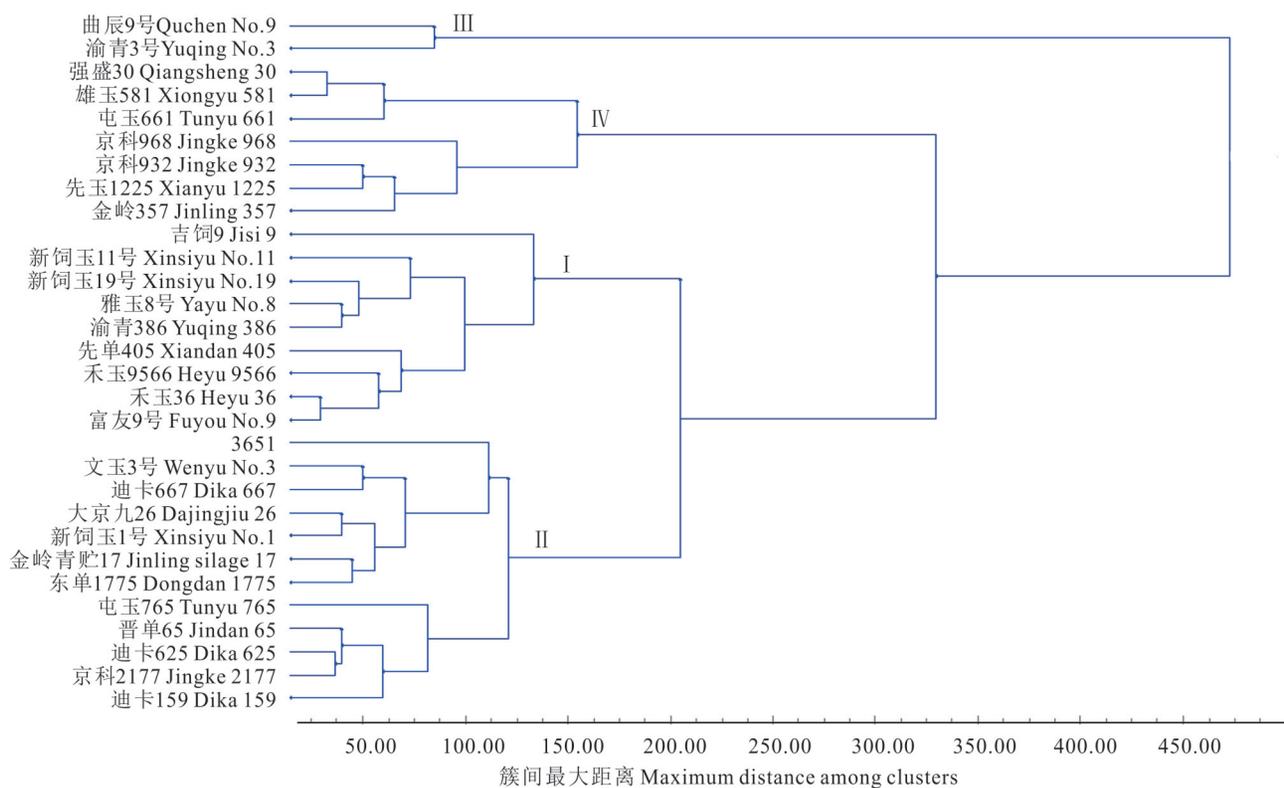


图 1 不同玉米品种聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of silage maize for different varieties

3 讨论

3.1 不同玉米品种主要农艺性状比较

随着畜牧业的发展,需要更多优质青贮玉米品种应用于生产。刘杭等^[12]认为,按青贮玉米的用途和特征应划分为 3 种类型:即青贮专用型、粮饲通用型和饲草型。根据我国现代农业发展现状,未来青贮玉米育种以青贮专

用型玉米和粮饲通用型玉米为主要育种目标,而粮饲通用型可在粮饲之间互相转换,更能适应市场经济的需求,保证农民稳定收入^[13]。青贮专用型玉米以植株高大、穗位高、生育期长、生物产量大为特点,这类青贮玉米既能达到牛羊等草食牲畜对饲料品质的需求,又具有较高生物产量和很好的适口性。粮饲通用型青贮玉米是近年来为适应市场需求选育的,除具备青贮玉米生物产量大特点外,籽粒产量高。而筛选适宜当地栽培的优良粮饲通用玉米品种,需要选择单位面积鲜物质、干物质产量高的品种,优质的农艺性状和良好的营养品质是青贮玉米重要标准^[14]。已有研究表明,玉米全株青贮在乳熟末期和蜡熟初期间品质最好,且产量较高^[8,15-16]。本研究中选用的30个品种,从播种到乳熟末期生育期为120~128 d。128 d收割12个品种,其中有8个青贮专用型玉米品种,包括渝青3号、金岭青贮17等,4个品种为粮饲通用型玉米品种,包括富友9号,新饲玉19号等。120 d收割有17个品种,其中有2个品种为青贮专用型玉米品种,包括文玉3号和强盛30;其余15个品种为粮饲通用型玉米品种,包括迪卡159、东单1775等。不同玉米品种存在不同生育期,总体分析,青贮玉米生育期略长,粮饲兼用型玉米生育期略短,基本与当地牧场收割青贮玉米时间一致,且满足朔州市朔城区无霜期130 d范围内。

不同粮饲玉米品种其产量和营养价值也不同。因此,通过品种评价筛选出适宜当地栽培高产品种是提高玉米产量和品质的有效途径^[17]。从生物产量和农艺性状表现综合分析是重要手段,生物产量构成包括果穗、茎秆及叶片重。孙继颖等^[18]认为全株产量与鲜草器官产量呈正相关关系,与籽粒器官产量呈负相关关系,各器官产量均与其含水量呈负相关关系。值得重视的是玉米果穗含有较高的营养物质,对青贮玉米的产量和品质均有重要作用。一般来讲,以干重计算,果穗重量占整个植株的40%~60%,并且果穗所占比重越大,青贮玉米的青贮品质越好。因此品质优良的青贮玉米杂交种应该具有果穗大、生物产量和饲用价值高等特点^[19]。本研究表明,青贮专用型玉米渝青3号和曲辰9号干草产量较高,达到 $20\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上,渝青3号果穗长在40 cm以上,果穗重412.52 g;作为青贮玉米,渝青3号植株高度具有优势,达到330 cm以上,其茎秆粗为2.42 cm,穗位高达到180 cm以上。刘刚等^[20]在河南郑州的试验表明,渝青3号在17个品种比较中表现出鲜草产量最高,但干草产量低于渝青506,农艺性状表现为株高、穗位高、茎粗具有绝对优势。淀粉含量在该研究未提及,本研究结果显示淀粉含量偏低。综合分析表明,该品种具有生物产量大的优势,但穗位高偏高,易倒伏,淀粉含量偏低。曲辰9号干草产量达到 $21.37\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,果穗和茎秆最粗、株高在300 cm以上,表型优良。晋单65作为粮饲通用型品种,干草产量有明显优势,晋单65干草产量达到 $19.37\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,仅次于渝青3号和曲辰9号,但其ST、NDF和ADF含量明显优于渝青3号和曲辰9号。本研究与郭庆瑞等^[2]的研究结论相似,即晋单65适宜在该地区推广种植。

玉米的产量构成与农艺性状间有紧密相关性,对指导选育高产优质的玉米品种具有重要的意义^[21]。与产量相关的农艺性状包括黄叶重、绿叶重、果穗重、茎重、测产高度、穗位高、果穗粗、茎粗、绿叶数、叶面积,青贮玉米产量构成因子众多,因此培育高产青贮玉米品种需要多角度设计育种目标。从30个参试青贮玉米品种主要农艺性状可见,11个青贮专用型品种普遍表现为穗位偏高。茎秆粗为1.81~3.45 cm,其中表现较差的是京科932和强盛30,茎粗低于1.9 cm以下。叶片持绿性方面,青贮专用型品种普遍优于粮饲通用型品种。叶片总数最多的是青贮专用型玉米渝青3号,为16片。19个粮饲通用型品种的果穗重普遍优于青贮专用型品种。粮饲通用型品种迪卡159果穗最长,青贮专用型品种曲辰9号果穗最粗。茎秆较粗的品种是曲辰9号和文玉3号,均在3 cm以上。茎秆粗壮、穗位较低对抗倒伏十分有利。

3.2 不同玉米品种品质性状比较

营养物质含量是评价青贮玉米品质的关键因素,其中CP、ADF、NDF、ST含量为主要评价指标,潘金豹等^[22]认为,青贮玉米育种的品质目标应是:CP含量 $>7.0\%$ 、ST含量 $>28\%$ 、NDF含量 $<45\%$ 、ADF含量 $<22\%$ 、木质素(lignin, LI)含量 $<3.0\%$ 。国家青贮玉米品质分级标准规定一级青贮玉米NDF含量 $\leq 45\%$, ADF含量 $\leq 23\%$, ST含量 $\geq 25\%$, CP含量 $\geq 7\%$;二级青贮玉米NDF含量 $\leq 50\%$, ADF含量 $\leq 26\%$, ST含量 $\geq 20\%$, CP含量 $\geq 7\%$ ^[23]。本研究营养成分含量显示CP含量为 5.69% ~ 8.46% , ADF含量为 21.90% ~ 35.72% , NDF含量为 41.70% ~ 59.92% , ST含量为 8.41% ~ 32.54% 。19个粮饲通用型品种CP平均含量(7.22%)高于11个青贮专用型品种CP平均含量(6.06%)。青贮专用型品种和粮饲通用型品种的ST、ADF含量相差不大,粮饲通用型

品种的NDF含量低于青贮专用型品种。渝青3号和曲辰9号CP含量高于晋单65和强盛30,其ADF和NDF含量均高于本地品种晋单65和强盛30,ST含量均低于晋单65和强盛30,从生育期分析表明,上述高产品种生长期在朔州市朔城区应长于128 d。

聚类分析方法将属性相似的归为同类,参与聚类的指标越多越能反映品种的综合性状^[24]。本试验运用聚类分析方法,主要采用与产量显著相关指标及品质性状的10项指标,将30个青贮玉米品种分为4类,聚类I有9个品种,干草产量为16.80~19.01 t·hm⁻²,穗位高是4类分组中最高,平均值为137.97 cm。聚类II有12个品种,其特点为干草产量仅高于聚类IV组。聚类III有2个品种,干草产量均大于20 t·hm⁻²,株高在300 cm以上,其单株茎秆重占鲜重产量50%,但ADF、NDF和ST含量不及本地品种。聚类IV共7个品种,其干草产量为13.38~16.66 t·hm⁻²,株高为244~291 cm。

4 结论

研究表明,青贮专用型玉米渝青3号和曲辰9号较本地品种晋单65和强盛30均有显著优势。产量具有优势且营养品质较高的品种有晋单65、禾玉9566、文玉3号、先单405和雅玉8号。综合分析适宜在该地区推广的品种为曲辰9号、晋单65、先单405。

参考文献 References:

- [1] Xu Y P. Comparison of the yield and quality of seven silage maize varieties. *Hebei Agricultural Sciences*, 2009, 13(6): 12–13.
徐玉鹏. 7个青贮玉米品种的产量及品质比较. *河北农业科学*, 2009, 13(6): 12–13.
- [2] Guo Q R, Wang M F, Guo F Q, *et al.* Comprehensive evaluation of grain and forage maize varieties in high latitude and cold area of Shanxi Province. *Crops*, 2019(4): 61–68.
郭庆瑞, 王梦飞, 郭凤琴, 等. 山西高寒冷凉区粮饲兼用型玉米品种的综合评价. *作物杂志*, 2019(4): 61–68.
- [3] Lou F, Li X D, Shang Y S, *et al.* Selection of suitable silage maize varieties in the Bijie region based on yield, agronomic and nutritional evaluation. *Acta Prataculturae Sinica*, 2020, 29(6): 214–224.
娄芬, 李小冬, 尚以顺, 等. 毕节地区适宜青贮玉米品种筛选及营养价值评价. *草业学报*, 2020, 29(6): 214–224.
- [4] Seed industry business network. <https://www.chinaseed114.com>.
种业商务网. <https://www.chinaseed114.com>.
- [5] Sun Z Q, Xu F, Zhang Y Q, *et al.* Comparison and correlation of agronomic characteristics and fermentation quality of different types of hybrid corn. *Acta Agrestia Sinica*, 2019, 27(1): 250–256.
孙志强, 徐芳, 张元庆, 等. 不同品种玉米农艺性状及青贮发酵品质的比较及相关性研究. *草地学报*, 2019, 27(1): 250–256.
- [6] Francis C A, Rutger J N, Palmer A F E. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 1969, 9(5): 537–539.
- [7] Liu Y H, Guo M, Jia S L, *et al.* Advance on the factors effecting on maize forage nutritive value. *Crops*, 2018(2): 6–9.
刘颖慧, 郭明, 贾树利, 等. 影响青贮玉米品质因素研究进展. *作物杂志*, 2018(2): 6–9.
- [8] Ferraretto L F, Shaver R D, Luck B D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *Journal of Dairy Science*, 2018, 101(5): 3937–3951.
- [9] Hazim M, Halim R A, Abdullah A M, *et al.* Potential of four corn varieties at different harvest stages for tropical silage production in Malaysia. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 2018, 2(32): 224–232.
- [10] Wang X X, Ge Z P, Pei Y H, *et al.* Comparison of agronomic traits and quality of 38 silage maize varieties. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2020, 33(3): 487–493.
王茜茜, 葛兆鹏, 裴玉贺, 等. 38个青贮玉米品种的农艺性状及品质比较. *西南农业学报*, 2020, 33(3): 487–493.
- [11] Tian H, Xiong H Q, Xiong J B, *et al.* Comprehensive evaluation of the production performance of 14 silage maize varieties by principal component analysis and subordinate function method. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2015, 37(2): 249–259.
田宏, 熊海谦, 熊军波, 等. 采用主成分分析和隶属函数法综合评价14份青贮玉米品种的生产性能. *江西农业大学学报*, 2015, 37(2): 249–259.
- [12] Liu H, Hou L X, Wang F M, *et al.* Genetic improvement status and strategies of silage maize in China. *Journal of Maize*

- Sciences, 2021, 29(1): 1–7.
- 刘杭, 侯乐新, 王方明, 等. 我国青贮玉米育种现状和遗传改良策略. 玉米科学, 2021, 29(1): 1–7.
- [13] Wu X, Xu H L, Chen W, *et al.* Comprehensive evaluation and development trend of silage maize varieties approved by the state. *Journal of Agriculture*, 2019, 9(9): 5–10.
- 吴欣, 许海良, 陈威, 等. 国审青贮玉米品种综合性状评价及发展趋势. 农学学报, 2019, 9(9): 5–10.
- [14] Dai Z M, Gao F J, Wang Y P, *et al.* Silage maize breeding and its development trend. *Journal of Maize Sciences*, 2004, 12(4): 9–11.
- 戴忠民, 高凤菊, 王友平, 等. 青贮玉米的育种及发展趋势. 玉米科学, 2004, 12(4): 9–11.
- [15] Peyrat J, Baumont R, Le M A, *et al.* Effect of maturity and hybrid on ruminal and intestinal digestion of corn silage in dry cows. *Journal of Dairy Science*, 2016, 99(1): 258–268.
- [16] Wen Y F, Bai B, Zhao J Q, *et al.* Effect of different varieties and harvesting times on the corn yield and nutrition. *Acta Agrestia Sinica*, 2007, 15(2): 173–175, 186.
- 文亦芾, 白冰, 赵俊权, 等. 收获期对玉米茎秆产量和营养价值的影响. 草地学报, 2007, 15(2): 173–175, 186.
- [17] Feng P. Effects of varieties and cultivation techniques on yield and silage quality of maize. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011.
- 冯鹏. 品种与栽培技术对玉米产量及青贮质量的影响. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [18] Sun J Y, Gao J L, Wang Z G, *et al.* Response by planting density on yield contribution of different organ to the whole plant in silage maize. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2020, 35(1): 96–105.
- 孙继颖, 高聚林, 王志刚, 等. 青贮玉米不同器官产量贡献率对密度调控的响应. 华北农学报, 2020, 35(1): 96–105.
- [19] Zhu X. Study on the formation and regulation of silage yield and quality of corn for grain and forage. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2004.
- 朱霞. 粮饲兼用型玉米青贮产量和品质形成及调控研究. 成都: 四川农业大学, 2004.
- [20] Liu G, Zhang H R, Guo K, *et al.* Evaluation and selection of the silage quality of forage maize in Henan Province. *Acta Agrestia Sinica*, 2019, 27(2): 510–514.
- 刘刚, 张红瑞, 郭凯, 等. 河南青贮玉米品种鉴定与青贮质量评价. 草地学报, 2019, 27(2): 510–514.
- [21] Li D F, Jiang Y B, Fu N, *et al.* Comparison of silage yield and quality among corn varieties. *Acta Agrestia Sinica*, 2013, 21(3): 612–617.
- 李德锋, 姜义宝, 付楠, 等. 青贮玉米品种比较试验. 草地学报, 2013, 21(3): 612–617.
- [22] Pan J B, Zhang Q Z, Hao Y L, *et al.* Strategies and objectives of silage maize breeding in China. *Journal of Maize Sciences*, 2002, 10(4): 3–4.
- 潘金豹, 张秋芝, 郝玉兰, 等. 我国青贮玉米育种的策略与目标. 玉米科学, 2002, 10(4): 3–4.
- [23] Yu M, Li C F, Yu Z, *et al.* Quality grading for silage maize, GB/T25 882-2010. Beijing: China Standards Publishing Press, 2011.
- 余鸣, 李存福, 玉柱, 等. 青贮玉米品质分级, GB/T25 882-2010. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [24] Yoder P S, St-Pierre N R, Weiss W P. A statistical filtering procedure to improve the accuracy of estimating population parameters in feed composition databases. *Journal of Dairy Science*, 2014, 97(9): 5645–5656.