

## 青贮玉米品种主要农艺性状与产量性状的比较

郭宗娟<sup>1,2</sup>, 姚宗泽<sup>3</sup>, 赵焯芳<sup>1</sup>, 叶杰林<sup>2</sup>, 李奇东<sup>2</sup>, 殷婧<sup>4</sup>, 赵自仙<sup>1\*</sup> (1. 云南农业大学, 云南昆明 650201; 2. 永嘉县农业农村局, 浙江永嘉 325100; 3. 大理白族自治州农业科学推广研究院, 云南大理 671005; 4. 富民县款庄镇人民政府, 云南昆明 650404)

**摘要** 选育适宜云南种植的青贮玉米品种, 可以改善云南省青贮饲料不足、品种单一的状况。通过综合评价 13 个青贮玉米品种(组合, 含 2 个对照)的农艺性状、产量性状与果穗性状, 筛选出优于曲辰 9 号(CK<sub>1</sub>)、雅玉 04889(CK<sub>2</sub>)的青贮玉米品种(组合)。结果显示, V12(组合 801×752)、V11(组合 800×752)的全株生物产量、秸秆生物产量、农艺形状显著高于雅玉 04889(CK<sub>2</sub>), 适合做粮饲通用型青贮玉米, 可开展进一步试验和小面积示范。

**关键词** 青贮玉米; 农艺性状; 产量

**中图分类号** S 548 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)06-0029-07

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.06.007



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Comparison of the Major Agronomic Traits and Yield Traits of Different Silage Maize Varieties

GUO Zong-juan<sup>1,2</sup>, YAO Zong-ze<sup>3</sup>, ZHAO Zhu-fang<sup>1</sup> et al (1. Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201; 2. Yongjia County Agriculture and Rural Affairs Bureau, Yongjia, Zhejiang 325100; 3. Dali Bai Autonomous Prefecture Agricultural Science Extension Research Institute, Dali, Yunnan 671005)

**Abstract** Selecting more new silage hybrids could improve the situation of food and variety shortage. In order to select better new hybrids than Quchen No.9 (CK<sub>1</sub>) and Yayu 04889 (CK<sub>2</sub>), we evaluated the agronomic traits, yield traits, ear traits and main nutrient quality components of 13 silage maize hybrids (combinations, including two controls) by a randomized block design with reference to the national regional trial guide lines. Results showed the dry matter weight of plant without ear of V12 (combination 801×752) and V11 (combination 800×752) were significantly higher than those of Yayu 04889 (CK<sub>2</sub>), so that they could be planted as silage corn and food crops, it was suggested that V11 and V12 could be used for further test and small-area demonstration.

**Key words** Silage maize; Agronomic trait; Yield

青贮玉米指在蜡熟前期收割玉米秸秆与果穗用作饲料或贮藏发酵后喂养家畜的一类玉米, 是生产肉、奶等畜产品重要的饲料来源之一<sup>[1]</sup>。青贮玉米茎秆枝叶适口, 营养成分丰富, 饲用价值高, 便于长期保存, 一年四季供应均衡, 可有效解决牛、羊所需饲料<sup>[2]</sup>。理想中收获期青贮玉米干物质占鲜重 29% 左右, 穗重占干物质 34% 左右<sup>[3]</sup>。增加青贮玉米穗重比例有利于提高青饲品质。而且玉米类型不同, 其含水量不同, 鲜物质积累量的高低与干物质积累量表现也不一致, 一般玉米含水量在 65% 以下青贮效果最佳<sup>[4]</sup>。青贮玉米在 1/4 半乳线阶段水分 61%~68%, 是最佳水分含量收获阶段。青贮玉米品种各器官及全株含水率均随收获期延长而降低<sup>[5]</sup>。

全株青贮可增加青贮饲料中营养含量; 可增加单位面积的饲料产量; 实现青贮饲料全年的均衡供给, 保证奶牛常年的生产和产品供应; 提高青贮玉米的消化率和适口性, 保证奶牛的干物质采食量; 提高玉米秸秆的利用价值, 降低奶牛饲养成本。对于奶牛养殖户, 利用全株青贮玉米饲喂奶牛, 其消化率、营养价值以及适口性均优于秸秆青贮, 在管理条件相同的情况下, 奶牛全株青贮饲喂消化率可提高 13%, 泌乳量增加 15%, 效率提高 10%<sup>[6-9]</sup>。全株青贮可以使奶牛发情期规律, 排卵正常, 提高配种准胎率, 缩短产犊间隔; 使奶牛毛色光亮, 体质良好, 降低发病率; 延长奶牛产奶高峰期, 牛奶产量上升, 提高乳制品质量, 增加养殖业经济效益<sup>[10]</sup>。

肉牛养殖是云南八大重点特色产业之一, 云南省肉牛数量达 1 100 万头, 每头牛每年 4~6 t 的青贮饲料, 一年共需 4 400 万~6 600 万 t, 而目前云南省玉米用于青贮面积不足 6 666.67 hm<sup>2</sup>, 单肉牛缺口 6 000 万 t<sup>[11]</sup>。提高云南省青贮玉米生产水平需要选育高产抗病品种、提高单产、进一步加强青贮玉米优良新品种的选育和推广, 从而丰富玉米的种植类型<sup>[12]</sup>。优质青贮玉米不仅可以解决当前青饲作物生产能力不足、提高农民收入, 而且对实现农业增长由数量型向效益型转变具有深远的意义<sup>[13]</sup>。云南省长期以来都是人畜共粮、粮饲共用, 农民收获完果穗后焚烧掉秸秆, 这不仅浪费玉米营养物质, 而且污染土壤环境, 因此发展青贮玉米可以从根本上消除秸秆焚烧的现象, 改善生态环境<sup>[14]</sup>。

鉴于此, 笔者以 13 个青贮玉米品种(组合)为材料, 对其农艺形状和产量性状进行比较, 为高产优质的青贮玉米品种筛选提供参考, 旨在改善云南省青贮玉米缺乏、品种结构简单的状况。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 该研究选用 13 个青贮玉米杂交材料(表 1), 其中包括参加过青贮玉米品种区域试验的国审玉米雅玉 04889、滇特(曲靖)审玉米曲辰 9 号、滇审玉米云瑞 10 号、滇审玉米云瑞 668、滇特(保山)审玉米五谷 1790、滇审玉米红单 6 号以及由云南农业大学农学与生物技术学院赵自仙老师提供的 7 个品种(组合)。

**1.2 试验设计** 田间性状测试于 2018 年 5—11 月在楚雄州姚安县栋川镇大龙口村朱姓小组的试验地进行, 该地海拔 1 870 m, 地块平整, 肥力中等偏上, 前作大麦。参照国家青贮

**作者简介** 郭宗娟(1993—), 女, 山东潍坊人, 助理农艺师, 硕士, 从事农业技术推广服务工作。\* 通信作者, 教授, 博士, 从事玉米遗传育种工作。

**收稿日期** 2021-04-29; **修回日期** 2021-07-20

玉米新品种区域试验方案,试验采用随机区组设计,3次重复,3行区,小区面积 9.6 m<sup>2</sup>,行距 80 cm,穴距 33 cm,每穴留 2 株,种植密度 75 180 株/hm<sup>2</sup>,四周设保护行。2018 年 5 月

20 日播种,6 月 22 日定苗,施尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>,7 月 20 日施尿素 45 kg/hm<sup>2</sup>,9 月 26 日收获。

表 1 试验材料  
Table 1 Test Material

品种编号 Variety code	品种(组合)名称 Variety (Combination) name	提供单位 Tenderer	审定编号 Validation number	组合成系谱 Synthetic pedigree
V1	曲辰 9 号(CK <sub>1</sub> )	曲辰种业有限公司	滇特(曲靖)审玉米 2008016 号	215-99×M31×05212
V2	雅玉 04889(CK <sub>2</sub> )	四川雅玉科技开发有限公司	国审玉 2008019	母本 YA0474;父本 YA8201
V3	云瑞 10 号	云南省农业科学院粮食作物研究所	滇审玉米 2009010 号	母本 YML46;父本 YML8711
V4	云瑞 668	云南云瑞种业有限公司	滇审玉米 2017010 号	母本 TRL418;父本 TRL608
V5	五谷 1790	甘肃五谷种业有限公司	滇特(保山)审玉米 2010061 号	母本:478×丹 340,再杂交丹黄 02;父本外引卡斯特系 L3874
V6	红单 6 号	红河州农业科学研究所	滇审玉米 200601 号	母本 966-1-2;父本 CML172
V7	1731	云南农业大学农学与生物技术学院	未审定	母本为墨西哥低地热带白粒种质选系;父本为云南地方白玉米选系
V8	796×752	云南农业大学农学与生物技术学院	未审定	泰国系湾杂交种组群后育成的自交系
V9	797×752	云南农业大学农学与生物技术学院	未审定	中国温带系杂交种与泰国血缘杂交种杂交经多代自交选育而成
V10	798×752	云南农业大学农学与生物技术学院	未审定	云南亚热带黄粒地方种与泰国血缘杂交种后代,经多次混粉,自交而成
V11	800×752	云南农业大学农学与生物技术学院	未审定	缅甸地方种选系×泰国杂交种选系
V12	801×752	云南农业大学农学与生物技术学院	未审定	我国温带群体选系×泰国杂交种选系
V13	804×752	云南农业大学农学与生物技术学院	未审定	(温带群体选出的自交系×泰国群体选系)的 S <sub>0</sub> 代

注:V8-V13 的父本 752 为我国温带群体选系

Note:Male parent 752 of V8-V13 was the temperate group in China

**1.3 试验方法** 青贮玉米品种(组合)物候期、主要农艺性状、抗病性、收获方法、籽粒产量的调查按照《国家青贮玉米品种区试调查项目和标准》要求进行。

**1.3.1 物候期调查。**以播种当天日期为播种期,小区 50%塘数的幼苗出土高度达 2~3 cm 的日期为出苗期;小区 50%的植株雌穗抽出花丝的日期为吐丝期;小区 50%的植株雄穗顶端露出顶叶的日期为抽雄期;收获的日期为收获期,从出苗到收获的总天数为生长期。

**1.3.2 农艺性状调查。**乳熟期连续取小区内生长发育正常的 10 株,测量由地表到雄穗顶端的高度以及地表到第一果穗柄着生节的高度,取平均值,用 cm 表示;果穗以下折断的植株占该小区总株数的百分率为倒折率;植株斜度大于 45°但未折断的植株占该小区总株数的百分率为倒伏率。收获前,连续取小区内生育正常的 10 株,调查每株绿叶片数与黄叶片数,计算平均值。

**1.3.3 抗病性调查。**收获前根据感病等级划分依据进行田间大斑病、小斑病、灰斑病、锈病调查(表 2)。

**1.3.4 产量测定。**籽粒达到乳熟中期至蜡熟期时收获。每个小区收获中间 1 行,从地上部分 20 cm 处全株刈割。收获后立即称重,在 105 ℃ 条件下烘干 2 h,再用 60 ℃ 温度烘干至恒温,称干重,用 kg 表示,计算含水量,按照标准水分(70%)折算鲜重,用 kg/hm<sup>2</sup> 表示,利用小区干重折算干重,用 kg/hm<sup>2</sup> 表示。秸秆生物产量方式同上。将烘干样保留,用作营养品质分析。

**1.3.5 果穗性状调查。**收获籽粒,风干至恒重,测量穗长时,

随机取 5 穗,首尾连接,测量总长,求平均值,以 cm 表示;测量穗宽,随机取 5 穗,首尾交叉并排,测量中间直径总长,取其平均值,以 cm 表示;穗行数随机取 5 穗,分别记录每穗行数,取其平均值,以行表示;行粒数是随机取 5 穗,每穗随机记录一行的籽粒数,取其平均值,以粒表示;果穗脱粒,称其籽粒干重,按标准水分(14%)折算,即为小区产量,再由小区产量折算产量,用 kg/hm<sup>2</sup> 表示;百粒重是取 3 份 100 粒籽粒,称重,取平均值,以 g 表示。

表 2 感病等级划分依据

Table 2 Classification basis of susceptible grade

等级 Grade	描述 Description	抗性评价 Resistance evaluation
1	叶片上无病斑或仅在穗位下部叶片上有少量病斑,病斑占叶面积少于 5%	高抗 HR
3	穗位下部叶片上有少量病斑,占叶面积 6%~10%,穗位上部叶片有零星病斑	抗 R
5	穗位下部叶片上病斑较多,占叶面积 11%~30%,穗位上部叶片有较多病斑	中抗 MR
7	穗位上部叶片有较大量病斑,病斑相连,占叶面积 31%~70%,下部叶片枯死	感 S
9	全部叶片基本为病斑覆盖,叶片枯死	高感 HS

**1.4 统计分析** 采用 DPS 9.5 数据分析软件进行试验数据分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同青贮玉米品种物候期比较** 由表 3 可知,5 月 29 日—6 月 1 日出苗,从出苗到抽雄 72~78 d,其中 V5 品种最早抽雄,V9 最晚抽雄;从出苗到吐丝 75~81 d,其中 V5 吐丝

最早;从出苗到乳熟 107~112 d,其中 V4 最早进入乳熟期, V10 最早进入蜡熟期,V13 最晚进入蜡熟期。V13 最迟进入乳熟期;从出苗到蜡熟 122~126 d,其中 V2、

表 3 不同青贮玉米品种物候期比较

Table 3 Comparison of phenological periods of different silage corn varieties

品种编号 Variety code	品种(组合)名称 Variety(Combination) name	出苗至抽雄 Emergence to tassel//d	出苗至吐丝 Emergence to silk//d	出苗至乳熟 Emergence to milk//d	出苗至蜡熟 Emergence to waxy//d
V1	曲辰 9 号(CK <sub>1</sub> )	76	79	111	124
V2	雅玉 04889(CK <sub>2</sub> )	75	77	109	122
V3	云瑞 10 号	73	77	109	124
V4	云瑞 668	75	78	107	123
V5	五谷 1790	72	75	109	124
V6	红单 6 号	74	78	111	125
V7	1731	76	81	111	125
V8	796×752	76	81	108	122
V9	797×752	78	80	111	125
V10	798×752	75	79	109	122
V11	800×752	75	80	111	125
V12	801×752	75	79	110	124
V13	804×752	74	79	112	126

**2.2 不同青贮玉米品种农艺性状比较** 对青贮玉米不同品种(组合)主要农艺性状进行方差分析(表 4)。不同品种组合的农艺性状存在显著差异(表 5)。在 13 个试验品种(组合)中,V9 的株高最高,均值为 332.700 0 cm,显著高于 V2、V6、V12,极显著高于 V1、V4、V5、V7、V10;品种 V8、V11、V3、V13 的株高与 V2 间无显著差异,但与 V1 间有极显著差异;V10、V7、V4、V5 株高与 V1 间无显著差异。V9 的穗位高最

高,V7 的穗位高最低,V4、V12、V11、V8、V3 的穗位高均极显著高于 V2、V1。V9 绿叶数最多,显著高于 V4、V5、V8、V13,极显著高于 V1、V3、V6;V1 的绿叶数最少,极显著低于除 V6 外的其他品种。V1 的黄叶数最多,与其他品种有极显著差异,V9 的黄叶片数最少。V1、V3 的倒折率以及 V6 的倒伏率较高,而其他品种组合的抗倒能力较强,没有出现倒折、倒伏现象。

表 4 不同青贮玉米品种主要农艺性状方差分析

Table 4 Comparison of the major agronomic traits of different silage corn varieties

农艺性状 Agronomic traits	变异来源 Source of variation	自由度 Df	平方和 SS	均方 MS	F
株高 Plant height	区组间	2	237.946 3	118.973 1	1.417 0
	处理间	12	5 844.657 3	487.054 8	6.298 0**
	误差	24	1 856.093 0	77.337 2	—
	总变异	38	7 938.696 5	—	—
穗位高 Ear height	区组间	2	37.946 3	118.973 1	1.417 0
	处理间	12	5 844.657 3	487.054 8	6.298 0**
	误差	24	1 856.093 0	77.337 2	—
	总变异	38	1 338.696 5	—	—
绿叶数 Green leaf number	区组间	2	2.205 1	1.102 6	3.127 0
	处理间	12	53.076 9	4.423 1	12.545 0**
	误差	24	8.461 5	0.352 6	—
	总变异	38	63.743 6	—	—
黄叶数 Yellow leaf number	区组间	2	1.538 5	0.769 2	4.838 0
	处理间	12	31.743 6	2.645 3	16.730 0**
	误差	24	3.794 9	0.158 1	—
	总变异	38	35.076 9	—	—

注: \* 表示在 0.05 水平差异显著; \*\* 表示在 0.01 水平差异极显著

Note: \* indicated significant differences at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant differences at 0.01 level

**2.3 不同青贮玉米品种抗病性比较** 品种的抗病性是选育优良品种一个很关键的决定因素。由表 6 可知,该试验对青贮玉米 4 种病害进行调查。其中,V1 抗大斑病 5 级,灰斑病

9 级;V2 抗灰斑病 3 级,抗大斑病、小斑病、锈病 1 级;V3 抗灰斑病 7 级,抗大斑病、小斑病、锈病 3 级;V4、V11 表现为抗大斑病、小斑病、锈病 1 级,抗灰斑病 3 级;V5 抗大斑病、小斑

病 1 级,抗灰斑病和锈病 3 级;V6 抗小斑病 1 级,抗大斑病和锈病 3 级,抗灰斑病 5 级。V7、V9、V10 抗大斑病、小斑病、灰斑病、锈病 1 级;V13 抗大斑病 3 级,抗小斑病、灰斑病、锈病 1 级。

表 5 不同青贮玉米品种主要农艺性状比较

Table 5 Comparison of major agronomic traits of different silage corn varieties

品种编号 Variety code	株高 Plant height//cm	穗位高 Ear height//cm	绿叶数 Green leaves//片	黄叶数 Yellow leaves//片	倒折率 Fold rate//%	倒伏率 Lodging rate//%
V1	288.633 3 dE	121.433 3 eEF	10.666 7 dD	5.333 3 aA	4.50	0
V2	312.733 3 bcABCD	126.073 3 defEF	14.000 0 abA	2.333 3 defCDE	0	0
V3	321.933 3 abABC	141.833 3 bcBCD	12.333 3 cBC	3.333 3 bcBC	4.55	0
V4	301.200 0 cdCDE	149.733 3 abAB	13.666 7 bAB	2.333 3 defCDE	0	0
V5	294.566 7 dDE	124.600 0 defEF	13.666 7 bAB	2.333 3 defCDE	0	0
V6	315.000 0 bcABCD	133.200 0 cdCDE	11.666 7 cdCD	3.666 7 bB	0	4.30
V7	302.466 7 cdBCDE	116.033 3 fF	14.333 3 abA	2.000 0 efDE	0	0
V8	324.333 3 abAB	143.700 0 bcABCD	13.666 7 bAB	2.666 7 cdeBCDE	0	0
V9	332.700 0 aA	156.566 7 aA	15.000 0 aA	1.666 7 fE	0	0
V10	304.900 0 cdBCDE	129.266 7 deDEF	14.000 0 abA	3.333 3 bcBC	0	0
V11	322.266 7 abABC	144.766 7 bABC	14.333 3 abA	3.000 0 bcdBCD	0	0
V12	315.466 7 bcABCD	148.566 7 abAB	14.333 3 abA	2.666 7 cdeBCDE	0	0
V13	317.866 7 abcABC	133.266 7 cdCDE	13.666 7 bAB	2.333 3 defCDE	0	0

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note:Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level;different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 6 不同青贮玉米品种田间抗病性比较

Table 6 Comparison of the field disease resistance of different silage corn varieties

品种编号 Variety code	品种(组合)名称 Variety (Combination) name	抗病等级 Disease resistance grade			
		大斑病 Big spot disease	小斑病 Small spot disease	灰斑病 Grey speck disease	锈病 Rust
V1	曲辰 9 号(CK <sub>1</sub> )	5	3	9	3
V2	雅玉 04889(CK <sub>2</sub> )	1	1	3	1
V3	云瑞 10 号	3	3	7	3
V4	云瑞 668	1	1	3	1
V5	五谷 1790	1	1	3	3
V6	红单 6 号	3	1	5	3
V7	1731	1	1	1	1
V8	796	3	1	3	1
V9	797	1	1	1	1
V10	798	1	1	1	1
V11	800	1	1	3	1
V12	801	3	1	3	1
V13	804	3	1	1	1

**2.4 不同青贮玉米品种果穗性状比较** 对参试品种(组合)进行果穗性状差异分析,结果见表 7。由表 8 可知,不同品种(组合)果穗性状存在显著差异,V2 的果穗最长,均值为 18.733 3 cm,与 V3、V5、V10 间无显著差异;而 V6 的果穗最短,为 15.233 3 cm。V7 和 V10 的果穗均较粗,为 4.800 0 cm,显著高于 V3、V4、V8、V13,极显著高于 V1;V1 的穗粗最小,为 4.466 7 cm。

V5 穗行数的平均值最高,为 17.066 7 行,与 V8、V10、V11 间有显著差异,与 V1、V2、V3、V4、V6、V13 间有极显著差异;V4 的穗行数最低,为 13.066 7 行。V2 的行粒数最多,为 40.733 3 粒,显著高于 V6、V7,但与其他品种(组合)间无显著差异;V1 的行粒数为 36.866 7 粒,在参试品种中排第 2;V7 的行粒数最小,仅为 32.266 7 粒。V5 的秃尖度最小,为 0.500 0 cm,与 V3、V7、V8、V9 间有极显著差异;V7 的秃尖度

最大,为 3.033 3 cm。V2 的出籽率最高,为 87.066 7%,显著高于 V9,极显著高于 V11、V8、V7、V3。V2 的百粒重最高,为 30.100 0 g,显著高于 V5、V8、V9、V11、V12,极显著高于 V1、V3、V6、V7、V3 的百粒重最低,为 22.766 7 g。

## 2.5 不同青贮玉米品种产量比较

**2.5.1 全株产量。**对青贮玉米整株刈割进行品种(组合)间产量方差分析,结果见表 9。由表 10 可知,不同品种鲜重排序为 V11>V9>V12>V3>V4>V7>V10>V13>V8>V6>V1>V2>V5。其中,V11 的鲜重最高,为 81 962.55 kg/hm<sup>2</sup>,与 V1、V2、V5 间有极显著差异;V5 的鲜重最低,为 60 156.00 kg/hm<sup>2</sup>。不同品种干重排序为 V11>V3>V12>V9>V10>V8>V5>V4>V13>V2>V6>V7>V1。V11 的干重最高,为 27 265.80 kg/hm<sup>2</sup>,与 V1、V2、V6、V7 间有极显著差异。V1 的干重最低,平均值为 20 314.30 kg/hm<sup>2</sup>,极显著低于 V3、V9、V10、V11、V12。

表 7 果穗性状方差分析  
Table 7 Analysis of variance of ear traits

果穗性状 Ear traits	变异来源 Source of variation	自由度 Df	平方和 SS	均方 MS	F
穗长 Ear length	区组间	2	3.128 2	1.564 1	1.729 0
	处理间	12	39.945 6	3.328 8	3.681 0
	误差	24	21.705 1	0.904 4	
	总变异	38	64.779 0		
穗粗 Ear diameter	区组间	2	0.022 1	0.011 0	0.888 0
	处理间	12	0.374 4	0.031 2	2.513 0**
	误差	24	0.297 9	0.012 4	—
	总变异	38	0.694 4	—	—
穗行数 Rows per ear	区组间	2	0.032 3	0.016 2	0.045 0
	处理间	12	36.463 6	3.038 6	8.479 0**
	误差	24	8.601 0	0.358 4	—
	总变异	38	45.096 9	—	—
行粒数 Grains per row	区组间	2	8.432 8	4.216 4	0.302 0
	处理间	12	154.945 6	12.912 1	1.087 0*
	误差	24	285.060 5	11.877 5	—
	总变异	38	448.439 0	—	—
秃尖度 Baldness	区组间	2	0.374 1	0.187 0	0.725 0
	处理间	12	14.097 3	1.174 8	4.556 0**
	误差	24	6.187 9	0.257 8	—
	总变异	38	20.659 3	—	—
出籽率 Shelling percentage	区组间	2	10.508 2	5.254 1	1.428 0
	处理间	12	226.154 4	18.846 2	5.122 0**
	误差	24	88.311 8	3.679 7	—
	总变异	38	324.974 4	—	—
百粒重 100-grain weight	区组间	2	8.955 4	4.477 7	1.293 0
	处理间	12	107.006 7	8.917 2	3.098 0**
	误差	24	69.077 9	2.878 2	—
	总变异	38	185.040 0	—	—

注: \* 表示在 0.05 水平差异显著; \*\* 表示在 0.01 水平差异极显著

Note: \* indicated significant differences at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 8 不同青贮玉米品种果穗性状 SSR 多重分析  
Table 8 SSR multiplex analysis of ear traits of different silage corn varieties

品种编号 Variety code	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear width cm	穗行数 Rows per ear//行	行粒数 Grains per row//粒	秃尖度 Baldness//cm	出籽率 Shelling percentage//%	百粒重 100-grain weight//g
V1	16.333 3 bdeABC	4.466 7 eB	14.666 7 eC	36.866 7 abA	1.693 3 bcBC	84.033 3 abcABC	25.466 7 bcBC
V2	18.733 3 aA	4.666 7 abcAB	14.800 0 deC	40.733 3 aA	1.646 7 bcBC	87.066 7 aA	30.100 0 aA
V3	17.933 3 abcAB	4.566 7 bcAB	15.066 7 cdeBC	36.800 0 abA	2.096 7 bAB	78.066 7 eD	22.766 7 cC
V4	15.666 7 eBC	4.533 3 bcAB	13.066 7 fD	35.933 3 abA	1.306 7 bcdBC	84.966 7 abcAB	28.166 7 abAB
V5	17.666 7 abcdABC	4.733 3 abAB	17.066 7 aA	35.866 7 abA	0.500 0 dC	85.633 3 abAB	26.800 0 bABC
V6	15.233 3 eC	4.633 3 abcAB	14.666 7 eC	32.933 3 bA	0.766 7 cdBC	83.466 7 abcABC	25.266 7 bcBC
V7	16.033 3 deBC	4.800 0 aA	16.000 0 abcABC	32.266 7 bA	3.033 3 aA	79.233 3 deCD	25.233 3 bcBC
V8	16.866 7 bdeABC	4.566 7 bcAB	15.866 7 bedABC	35.200 0 abA	1.860 0 bAB	81.633 3 cdBCD	26.200 0 bABC
V9	16.900 0 bdeABC	4.800 0 aA	16.000 0 abcABC	34.133 3 abA	2.080 0 bAB	82.800 0 bcABCD	26.500 0 bABC
V10	18.133 3 abAB	4.633 3 abcAB	15.733 3 bdeABC	34.600 0 abA	1.706 7 bcBC	84.533 3 abcAB	27.400 0 abAB
V11	16.133 3 cdeBC	4.600 0 abcAB	15.466 7 bdeBC	35.600 0 abA	1.430 0 bedBC	81.633 3 cdBCD	25.900 0 bcABC
V12	16.900 0 bdeABC	4.600 0 abcAB	16.400 0 abAB	36.333 3 abA	1.613 3 bcBC	84.466 7 abcAB	26.200 0 bABC
V13	15.933 3 deBC	4.533 3 bcAB	14.800 0 deC	35.600 0 abA	1.346 7 bedBC	83.533 3 abcABC	27.200 0 abABC

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表9 全株鲜重、干重方差分析

Table 9 Analysis of fresh weight and dry weight variance of whole plant

全株产量 Plant yield	差异来源 Source of variation	自由度 Df	平方和 SS	均方 MS	F
鲜重 Fresh weight	区组间	2	267 291.725 5	133 645.862 8	0.656 0
	处理间	12	7752 988.540 7	646 082.378 4	3.171 0**
	误差	24	4 889 379.865 1	203 724.161 0	—
	总变异	38	12 909 660.131 3	—	—
干重 Dry weight	区组间	2	25 488.539 1	12 744.269 5	0.969 0
	处理间	12	757 868.069 1	63 155.672 4	4.802 0**
	误差	24	315 643.820 6	13 151.825 9	—
	总变异	38	1 099 000.428 8	—	—

注: \* 表示在 0.05 水平差异显著; \*\* 表示在 0.01 水平差异极显著

Note: \* indicated significant differences at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant differences at 0.01 level

表10 不同青贮玉米品种全株产量 SSR 多重分析

Table 10 SSR multiple analysis of whole plant yield of different silage corn varieties

编号 Number	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight
V1	62 913.15 deBC	20 314.30 dD
V2	60 894.95 eC	22 750.40 cdBCD
V3	75 696.30 abcdABC	27 114.95 aAB
V4	71 435.25 abcdeABC	23 203.50 bedABCD
V5	60 156.00 eC	24 012.70 abcABCD
V6	65 419.65 cdeABC	22 323.80 cdCD
V7	69 680.70 abcdeABC	22 303.90 cdCD
V8	67 675.50 bedeABC	24 358.30 abcABCD
V9	79 957.34 abAB	26 167.45 abABC
V10	69 179.40 abcdeABC	25 360.65 abcABC
V11	81 962.55 aA	27 265.80 aA
V12	76 648.77 abcABC	26 901.35 aAB
V13	68 176.80 bedeABC	23 155.45 bedABCD

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

**2.5.2 秸秆产量。**对青贮玉米秸秆部分进行产量差异性分析,结果显示不同品种(组合)的秸秆鲜重、干重存在显著差异(表 11)。由表 12 可知,不同青贮玉米品种的的秸秆鲜重由高到低排序为 V11>V9>V12>V7=V3>V4>V6>V13>V8>V10>V1>V2>V5。其中, V11 的秸秆鲜重最高,为 51 623.60 kg/hm<sup>2</sup>,极显著高于 V5; V5 的鲜重最低,为 30 322.60 kg/hm<sup>2</sup>。不同青贮玉米品种秸秆干重从高到低排序为 V12>V11>V2>V3>V9>V8>V13>V4>V10>V6>V7>V1>V5。其中, V12 的秸秆干重最高,为 13 135.20 kg/hm<sup>2</sup>,显著高于 V4、V8、V9、V10、V13,极显著高于 V1、V5、V6、V7; V5 的干重最低,为 9 822.95 kg/hm<sup>2</sup>,极显著低于 V2、V11、V12。

**2.5.3 籽粒产量。**对青贮玉米籽粒品种(组合)进行产量差异性分析,结果见表 13,不同品种(组合)的籽粒产量存在显著差异。由表 14 可知,不同青贮玉米品种籽粒产量从高到低排序为 V2>V5>V10>V12>V11>V9>V13>V4>V7>V3>V1>V8>V6。其中, V2 的籽粒产量最高,为 10 020.94 kg/hm<sup>2</sup>,显著高于 V3、V4、V7、V9、V 13,极显著高于 V1、V6、V8; 而 V6 的籽粒产量最低,为 7 179.89 kg/hm<sup>2</sup>。

表11 秸秆鲜重、干重方差分析

Table 11 Analysis of fresh weight and dry weight variance of straw

秸秆产量 Straw yield	差异来源 Source of variation	自由度 Df	平方和 SS	均方 MS	F
鲜重 Fresh yield	区组间	2	676 574.214 8	338 287.107 4	1.708 0
	处理间	12	5 994 496.565 7	499 541.380 5	2.522 0**
	误差	24	4 754 467.475 6	198 102.811 5	—
	总变异	38	11 425 538.256 1	—	—
干重 Dry weight	区组间	2	10 109.447 3	5 024.723 6	1.483 0
	处理间 Among treatments	12	152 426.935 3	12 702.244 6	3.711 0**
	误差	24	82 145.893 0	3 422.745 5	—
	总变异	38	244 682.275 6	—	—

注: \* 表示在 0.05 水平差异显著; \*\* 表示在 0.01 水平差异极显著

Note: \* indicated significant differences at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant differences at 0.01 level

### 3 结论与讨论

**3.1 讨论** 青贮玉米的收获期不同,农艺性状存在显著差异。该研究品种(组合)全部在乳熟期至蜡熟期进行收获,绿叶片数 11~15 片,黄叶数 3~5 片,全株玉米的水分含量在 60%~70%,秸秆水分含量 70%~80%,茎汁饱满,品质较好。

此外,种植密度和施肥水平也是影响玉米的株高、穗位高、叶长、叶宽等农艺性状以及产量、品质的重要因素。因此,一些综合性状较好的青贮玉米品种(组合)要与最佳的种植密度和施肥水平结合<sup>[15]</sup>,良种良法配套。优良的青贮玉米品种还应具有果穗饱满和抗倒伏等特点<sup>[16]</sup>,该研究选择出的品

种也有此特点。

表 12 不同青贮玉米品种秸秆产量 SSR 多重比较分析

Table 12 SSR multiple analysis of straw yield of different silage corn varieties

编号 Number	鲜重 Fresh weight//kg/hm <sup>2</sup>	干重 Dry weight//kg/hm <sup>2</sup>
V1	35 334.60 bcAB	9 906.50 eC
V2	35 084.00 bcAB	12 229.25 abcAB
V3	46 110.40 abAB	11 877.35 abcdABC
V4	45 108.00 abAB	11 026.40 bcdeABC
V5	30 322.60 cB	9 822.95 eC
V6	40 597.20 abcAB	10 606.55 cdeBC
V7	46 110.40 abAB	10 426.15 deBC
V8	39 093.60 abcAB	11 324.75 bcdeABC
V9	47 614.00 abAB	11 380.40 bcdeABC
V10	37 590.00 bcAB	10 976.85 bcdeABC
V11	51 623.60 aA	12 430.95 abAB
V12	46 561.48 abAB	13 135.20 aA
V13	39 845.40 abcAB	11 026.45 bcdeABC

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 13 籽粒产量方差分析

Table 13 Analysis of variance of grain yield

变异来源 Source of variation	自由度 Df	平方和 SS	均方 MS	F
区组间 Inter-group	2	676 574.214 8	338 287.107 4	1.708 0
处理间 Processing room	12	5 994 496.565 7	499 541.380 5	2.522 0**
误差 Error	24	4 754 467.475 6	198 102.811 5	
总变异 Total variation	38	11 425 538.256 1		

注: \* 表示在 0.05 水平差异显著; \*\* 表示在 0.01 水平差异极显著

Note: \* indicated significant differences at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 14 不同青贮玉米品种籽粒产量 SSR 多重比较分析

Table 14 SSR multiple analysis of grain yield of different silage corn varieties

序号 Code	编号 Number	籽粒产量 Grain yield//kg/hm <sup>2</sup>
1	V1	7 595.98 cB
2	V2	10 020.94 aA
3	V3	7 878.16 bcAB
4	V4	7 975.33 bcAB
5	V5	9 568.48 abAB
6	V6	7 179.89 cB
7	V7	7 907.75 bcAB
8	V8	7 536.64 cB
9	V9	8 198.21 bcAB
10	V10	8 896.44 abcAB
11	V11	8 423.53 abcAB
12	V12	8 640.43 abcAB
13	V13	8 099.83 bcAB

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

## 参考文献

[1] 熊景发, 马海轮, 陈绍红. 9 个青贮玉米品种生产性能研究[J]. 中国草食动物科学, 2018, 38(1): 77-79.

[2] 胡宗福, 常杰, 萨仁呼, 等. 基于宏基因组学技术检测全株玉米青贮期间和暴露空气后的微生物多样性[J]. 动物营养学报, 2017, 29(10): 3750-3760.

[3] 李洁芳. 推广粮改饲草食畜牧业的发展措施[J]. 畜牧兽医科技信息, 2019(1): 150-151.

[4] 武雪燕, 张卫霞. 玉米青贮饲料的发展前景[J]. 河北农业, 2016(6): 13-

李波等<sup>[17]</sup>认为株高、穗位高是影响生物产量的主要因素。何文铸等<sup>[18]</sup>研究认为, 要获得生物产量高的青贮玉米, 可通过秸秆产量、籽粒产量、株高 3 个指标进行直接辅助选择, 这说明要提高品种的产量性状, 应优先考虑增加株高、穗位高。该研究中, 797 × 752 的株高、穗位高分别为 332.700 0 cm、156.566 7 cm, 均居第 1 位, 其全株玉米鲜重、秸秆鲜重分别为 79 957.34、47 614.00 kg/hm<sup>2</sup>, 均居第 2 位; 800 × 752 的株高 322.266 7 cm, 穗位高 144.766 7 cm, 玉米全株鲜重、秸秆鲜重均为最高, 分别为 81 962.55、51 623.60 kg/hm<sup>2</sup>。

**3.2 结论** 该研究结果显示, 不同品种(组合)的玉米做青贮, 其农艺性状以及产量性状之间存在显著差异。根据品种(组合)之间的差异性, 选出生物产量高、农艺性状好、抗病能力强、营养成分高的品种(组合)为云南省粮饲通用型青贮玉米、青贮专用型玉米的选择提供参考, 可以改善云南省青贮品种短缺、品种结构单一状况。V11、V12 的全株生物产量、秸秆生物产量显著高于 2 个对照, 可进行进一步试验和小面积示范。

14.

[5] ONETTI S G, SHAVER R D, MCGUIRE M A, et al. Effect of supplemental tallow on performance of dairy cows fed diets with different corn silage: Alfalfa silage ratios[J]. Journal of dairy science, 2002, 85(3): 632-641.

[6] 邵凤武, 赵居生, 王春敏, 等. 青贮玉米不同生育期营养成分、生物产量和适宜收获期研究[J]. 天津农业科学, 2007, 13(4): 26-29.

[7] 朱春华. 玉米全株青贮营养价值更高[J]. 江西饲料, 2014(6): 44-45.

[8] VOELKER J A, ALLEN M S. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn; 3. Effects on ruminal fermentation, pH, and microbial protein efficiency in lactating dairy cows[J]. Journal of dairy science, 2003, 86(11): 3562-3570.

[9] 曾德斌, 王军民, 吴向阳, 等. 青贮玉米不同品种和生育时期植株体的营养品质分析[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(5): 85-87.

[10] 闫鹏威. 青贮玉米的发展现状及高产栽培技术[J]. 河南农业, 2017(34): 50.

[11] 刘爱民, 贾盼娜, 王立新, 等. 我国饲(草)料供求及未来需求预测和对策研究[J]. 中国工程科学, 2018, 20(5): 39-44.

[12] 郑锦玲, 陈艳川, 李石友, 等. 云南景谷县粮改饲种植青贮玉米红单 10 号效果分析[J]. 养殖与饲料, 2017(7): 42-44.

[13] 田峰. 青贮玉米种植的效益分析与配套栽培技术[J]. 现代农业科技, 2017(15): 45-46.

[14] 杨峻芸, 陈洪梅, 谭静. 大力发展青贮玉米 促进云南畜牧业发展: 云南省发展青贮玉米的思考[J]. 西南农业学报, 2004, 17(S1): 325-329.

[15] ETTLE T, LEBZIEN P, FLACHOWSKY G, et al. Effect of harvest date and variety on ruminal degradability of ensiled maize grains in dairy cows[J]. Archiv für tierernährung, 2001, 55(1): 69-84.

[16] FERREIRA G, ALFONSO M, DEPINO S, et al. Effect of planting density on nutritional quality of green-chopped corn for silage[J]. Journal of dairy science, 2014, 97(9): 5918-5921.

[17] 李波, 陈喜昌, 高云, 等. 青贮玉米生物产量与植株主要农艺性状相关的研究[J]. 玉米科学, 2005, 13(2): 76-78.

[18] 何文铸, 刘永红, 杨勤, 等. 影响青贮玉米生物产量关键指标的筛选及其遗传研究[J]. 玉米科学, 2009, 17(2): 29-33.