



## 湘中丘陵区27个青贮玉米品种比较试验

江世高 李三要 朱晓花 刘西苑 李燕骄 刘海华 肖怀治 汪春玮

### Comparison of 27 varieties of silage maize in Central Hunan

JIANG Shigao, LI Sanyao, ZHU Xiaohua, LIU Xiyuan, LI Yanjiao, LIU Haihua, XIAO Huaizhi, WANG Chunwei

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0185>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 种植密度对不同品种青贮玉米 生物产量和品质的影响

Effect of different planting densities on bio mass yield and quality for various varieties of silage maize

草业科学. 2019, 36(1): 169 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2018-0022>

#### 河南省夏播青贮玉米品种筛选与综合评价

Comparison and comprehensive evaluation of summer-planting silage maize varieties in Henan Province

草业科学. 2021, 38(2): 316 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0277>

#### 青海旱地3个青贮玉米品种的生产性能及品质评价

Production performance and quality evaluation of three silage maize varieties in dryland of Qinghai

草业科学. 2017, 11(9): 1915 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2016-0639>

#### 青贮玉米与拉巴豆套种对青贮玉米品质及产量的影响

Effects of silage maize and *Dolichos lablab* intercropping on quality and yield of silage maize

草业科学. 2019, 36(5): 1457 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2018-0335>

#### 不同栽培模式下青贮玉米的农艺性状

Effect of different planting patterns on agronomic traits of silage maize

草业科学. 2018, 12(4): 891 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0335>

#### 水氮互作对青贮玉米产量和青贮品质的影响

Combined effect of water and nitrogen application on yield and silage quality of silage maize

草业科学. 2021, 38(11): 2247 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0280>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0185

江世高, 李三要, 朱晓花, 刘西苑, 李燕骄, 刘海华, 肖怀治, 汪春玮. 湘中丘陵区 27 个青贮玉米品种比较试验. 草业科学, 2023, 40(1): 227-235.

JIANG S G, LI S Y, ZHU X H, LIU X Y, LI Y J, LIU H H, XIAO H Z, WANG C W. Comparison of 27 varieties of silage maize in Central Hunan. Pratacultural Science, 2023, 40(1): 227-235.

## 湘中丘陵区 27 个青贮玉米品种比较试验

江世高, 李三要, 朱晓花, 刘西苑, 李燕骄, 刘海华, 肖怀治, 汪春玮

(邵阳市草地资源保护中心, 湖南 邵阳 422000)

**摘要:** 为筛选适宜湘中丘陵区推广种植的青贮玉米 (*Zea mays*) 品种, 本试验比较了 27 个青贮玉米品种的农艺性状、产量和品质。结果表明: 在湘中丘陵区种植青贮玉米能获得较高的生物学产量和营养品质。在生物学产量方面, ‘明风 159’、‘SA336’、‘北农青贮 356’、‘北农青贮 208’、‘利单 588’、‘利单 389’、‘利单 638’ 共 7 个品种表现优异, 干草产量在  $20\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$  以上。在品质方面, 粗蛋白含量为  $7.91\%\sim 9.06\%$ , 中性洗涤纤维含量为  $40.03\%\sim 58.83\%$ , 酸性洗涤纤维含量为  $20.63\%\sim 29.90\%$ 。通过欧式聚类分析获得 4 个类群, 第 I 类群 6 个青贮玉米品种综合性状更好, 其中‘利单 638’和‘利单 588’营养品质更佳, 可在湘中丘陵区推广种植。

**关键词:** 湖南; 青贮玉米; 品种; 农艺性状; 产量; 品质; 聚类分析

**文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-0629(2023)01-0227-09

### Comparison of 27 varieties of silage maize in Central Hunan

JIANG Shigao, LI Sanyao, ZHU Xiaohua, LIU Xiyuan, LI Yanjiao, LIU Haihua, XIAO Huaizhi, WANG Chunwei  
(Grassland Resources Protection Center of Shaoyang City, Shaoyang 422000, Hunan, China)

**Abstract:** The yield, agronomic traits, and nutritional qualities of 27 corn (*Zea mays*) varieties in Central Hunan were evaluated. Results showed that silage corn planted in Central Hunan obtained higher biological yield and nutritional quality. The biomass yields of silage were the highest for accessions ‘Mingfeng159’, ‘SA336’, ‘Beinong356’, ‘Beinong208’, ‘Lidan588’, ‘Lidan389’, and ‘Lidan638’, with hay yields above  $20\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . In terms of quality, the content of crude protein (CP) was  $7.91\%\sim 9.06\%$ , neutral detergent fiber (NDF) was  $40.03\%\sim 58.83\%$ , and acid detergent fiber (ADF) was  $20.63\%\sim 29.90\%$ . Four groups were obtained through systematic cluster analysis. The six silage maize varieties in Group 1 had best comprehensive traits, of which ‘Lidan638’ and ‘Lidan588’ had better nutritional qualities. This study suggests that they could be popularized in the hilly areas of Central Hunan.

**Keywords:** Hunan Province; silage maize; variety; agronomic; yield; quality; cluster analysis

**Corresponding author:** LI Sanyao   E-mail: [lisanyao1107@126.com](mailto:lisanyao1107@126.com)

牧草饲料是畜牧业发展的重要物质基础<sup>[1]</sup>。随着国家对南方草牧业发展支持力度的加大, 南方地区牛羊标准化规模养殖场迅速增加, 对优质饲草料的需求急剧增加<sup>[2]</sup>。但优质饲草供需严重失衡, 极

大制约着南方现代草食畜牧业的发展, 优质牧草品种的引种选育工作必须引起重视<sup>[2]</sup>。

青贮玉米 (*Zea mays*) 是现代草牧业生产的主要优质牧草<sup>[3-4]</sup>, 具有生长周期短、生物产量高、营养

收稿日期: 2022-03-20      接受日期: 2022-05-16

**第一作者:** 江世高 (1988-), 男, 湖南新宁人, 畜牧师, 硕士, 研究方向为草种资源及草地生态。E-mail: [jiangshg07@163.com](mailto:jiangshg07@163.com)

**通信作者:** 李三要 (1975-), 男, 湖南邵阳人, 高级畜牧师, 本科, 研究方向为牧草栽培及草地生态。E-mail: [lisanyao1107@126.com](mailto:lisanyao1107@126.com)

丰富、木质素低、适口性好、饲用价值高等优点<sup>[5-8]</sup>, 深受肉牛、奶牛等养殖场的欢迎, 发展青贮玉米已成为提高草牧业经济效益的主要途径之一<sup>[9-10]</sup>。推广青贮玉米, 要综合考虑农艺性状、生物学产量、营养品质等性状, 选择好青贮玉米品种<sup>[8, 11-13]</sup>。国内各地已开展了大量青贮玉米品种的选育、筛选和比较试验<sup>[2-3, 8-9, 12, 14]</sup>。南方地区也越来越受重视种植青贮玉米, 青贮玉米已成为广东省草牧业特别是奶牛业重要的青贮原料<sup>[2]</sup>。2021 年末湖南省存栏牛 435.1 万头, 存栏羊 775.1 万只, 对优质青贮玉米需求巨大。但少有青贮玉米品种在湖南引种比较的试验报道。为此本研究收集了国内外 27 个青贮玉米品种在湖南邵阳县农牧区种植比较, 以期筛选出适应湘中丘陵区种植推广的青贮玉米品种, 促进湖南省草牧业的发展。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于湖南省邵阳县九宫桥镇中合村, 地处 111°24'25" E, 27°1'55" N, 海拔 392 m, 属亚热带季风气候, 春季低温多阴雨, 夏季炎热, 年降水量 1 200~1 600 mm, 其中 4 月—6 月占全年降水量的 50% 以

上, 年均温 16.9 ℃, 1 月 (最冷月) 均温 4.9 ℃, 7 月 (最热月) 均温 28.3 ℃, 全年无霜期为 286 d。试验地地势平坦, 为典型的黄壤土, 土壤肥力中等, pH 6.1, 有机质 18.5 g·kg<sup>-1</sup>, 速效氮 86.6 mg·kg<sup>-1</sup>, 速效磷 14.5 mg·kg<sup>-1</sup>, 速效钾 125 mg·kg<sup>-1</sup>。

1.2 供试材料

试验所选用材料的具体情况如表 1 所列。

1.3 试验设计

试验地为当地农田, 常年种植传统籽粒玉米、油菜 (*Brassica napus*) 等农作物。采用随机区组设计, 小区面积 21.12 m<sup>2</sup> (4.8 m × 4.4 m), 穴播, 行距 60 cm, 株距 20 cm, 每个小区 8 行, 每个品种种植 3 个小区。2020 年 4 月 2 日播种, 播前整地耙平, 每小区施复合肥 (N15-P15-K15) 500 g, 每穴 2 粒种子, 均匀种植, 播深 5 cm 左右, 成活后间苗, 保证密度约 82 500 株·hm<sup>-2</sup>。苗期中耕除草 1 次, 每小区追施尿素 250 g。2020 年 7 月 5 日—10 日收获, 保证每个品种基本都在籽粒乳线 1/2 期前后收割。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 产量测定

青贮玉米在籽粒乳线 1/2 期测产。采样时去掉

表 1 试验材料  
Table 1 Experiment material

| 序号<br>Number | 供试品种<br>Variety       | 品种来源<br>Variety source | 序号<br>Number | 供试品种<br>Variety        | 品种来源<br>Variety source |
|--------------|-----------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|
| 1            | TF222                 | 恒基利马格兰 Limagrain       | 15           | 曲辰1号 Quchen1           | 曲辰种业 Quchenzhongye     |
| 2            | 明凤159 Mingfeng159     | 恒基利马格兰 Limagrain       | 16           | 利单969 Lidan969         | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 3            | 利单638 Lidan638        | 恒基利马格兰 Limagrain       | 17           | 饲用玉米(耐盐)<br>Siyongyumi | 百斯特草业公司 BEST           |
| 4            | 东灵白 Donglingbai       | 百斯特草业公司 BEST           | 18           | 利单559 Lidan559         | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 5            | XL24                  | 百斯特草业公司BEST            | 19           | SA336                  | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 6            | 北农青贮208<br>Beinong208 | 河南大京九 Henan Dajingjiu  | 20           | SA333                  | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 7            | 北农青贮356<br>Beinong356 | 河南大京九 Henan Dajingjiu  | 21           | YA78Pu-1               | 百斯特草业公司 BEST           |
| 8            | 利单389 Lidan389        | 恒基利马格兰 Limagrain       | 22           | 利单295 Lidan295         | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 9            | 凯育8号 Kaiyu8           | 恒基利马格兰 Limagrain       | 23           | 曲辰26号 Quchen26         | 曲辰种业 Quchenzhongye     |
| 10           | 利单588 Lidan588        | 恒基利马格兰 Limagrain       | 24           | 利单668 Lidan668         | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 11           | 8124                  | 百斯特草业公司BEST            | 25           | 利单366 Lidan366         | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 12           | 811                   | 百斯特草业公司BEST            | 26           | 利单289 Lidan289         | 恒基利马格兰 Limagrain       |
| 13           | 华美3号 Huamei3          | 恒基利马格兰 Limagrain       | 27           | 豫青贮23号 Yuqingzhu23     | 河南大京九 Henan Dajingjiu  |
| 14           | 郑青贮1号 Zhengqingzhu1   | 河南大京九 Henan Dajingjiu  |              |                        |                        |

两侧边行,每行两端各去掉两株,即选取中间6行,每行取3.6 m (共12.96 m<sup>2</sup>)进行刈割,称鲜重,并折算每公顷鲜草产量。每小区随机选10株青贮玉米一起打碎混匀,从中取粉碎样1 kg,65℃烘干称干重,计算干草产量。

#### 1.4.2 农艺性状测定

每小区随机取青贮玉米10株,测量株高、茎粗、绿叶数、黄叶数、叶长、叶宽、果穗长、果穗粗等指标。

#### 1.4.3 营养成分测定

将青贮玉米烘干样粉碎称重后测定其营养成分。用饲料概略养分分析法<sup>[13]</sup>测定粗蛋白(crude protein, CP)、酸性洗涤纤维(acid detergent fibres, ADF)和中性洗涤纤维(neutral detergent fibres, NDF)的含量。

### 1.5 统计分析

采用Excel作图,SPSS 17.0统计软件进行单因素方差分析,LSD方法进行多重比较,Pearson法进行相关性分析,DPS软件进行欧式聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 农艺性状

27个青贮玉米品种间的农艺性状均存在不同程度的差异(表2)。27个青贮玉米品种株高介于171~246 cm,其中饲用玉米最高,为246.12 cm,‘凯育8号’最矮,为171.37 cm;茎粗介于1.32~1.92 cm,其中‘SA333’茎最粗,为1.92 cm,‘利单559’茎最细,为1.32 cm。27个青贮玉米品种间叶片数差异达4片,其中‘利单366’叶片数最少,‘北农青贮208’叶片数最多,绿叶数介于8.23~12.37,其中‘北农青贮208’绿叶数最多,为12.37,显著多于其他品种( $P < 0.05$ ),‘利单366’绿叶数最少,为8.23,与‘凯育8号’差异不显著,显著少于其他品种( $P < 0.05$ );黄叶数介于0.37~1.17,其中黄叶数以‘YA78Pu-1’最少,‘利单366’和‘利单295’黄叶数最多;叶宽介于6.66~11.34 cm,其中‘SA333’叶宽最大,‘利单559’叶宽最小;叶长介于73.90~102.36 cm,‘XL24’叶长最长,‘利单289’叶长值最小。‘SA333’果穗最长,达34.81 cm,显著长于其他品种( $P < 0.05$ ),‘利单559’果穗最短,为18.11 cm。穗粗居于前3位的是‘XL24’、‘凯育8号’、‘利单969’,‘利单289’穗最细,仅为3.28 cm,显著小于其他品种( $P < 0.05$ )。

### 2.2 生物学产量

27个青贮玉米品种的生物学产量比较发现,就鲜草产量而言,‘SA336’鲜草产量最高(表3),为65.02 t·hm<sup>-2</sup>,其后依次为‘明凤159’、‘北农青贮356’、‘利单638’、‘北农青贮208’、‘利单588’,‘利单289’鲜草产量最低,仅为26.88 t·hm<sup>-2</sup>,与‘利单668’差异不显著( $P > 0.05$ ),显著小于其他品种鲜草产量( $P < 0.05$ );干草产量最高的为‘明凤159’,达24.15 t·hm<sup>-2</sup>,其后依次为‘SA336’、‘北农青贮356’、‘北农青贮208’、‘利单588’、‘利单389’、‘利单638’,其干草产量均在20 t·hm<sup>-2</sup>以上,‘利单289’干草产量最低,与‘利单668’、‘SA333’差异不显著,显著小于其他品种干草产量( $P < 0.05$ )。27个青贮玉米品种中鲜、干草产量最高的7个品种为‘明凤159’、‘SA336’、‘北农青贮356’、‘北农青贮208’、‘利单638’、‘利单588’、‘利单389’,7个青贮玉米品种之间鲜、干草产量无显著差异( $P > 0.05$ )。

### 2.3 营养品质

27个青贮玉米品种的营养品质存在不同程度的差异(表3),CP含量介于7.91%~9.06%,其中CP含量最高的品种是‘曲辰26’,其次为‘利单389’、‘曲辰11’、‘北农青贮356’,含量最低的品种是‘TF222’;NDF含量介于40.03%~58.83%,其中含量最低的品种是‘凯育8号’,含量最高的品种是‘SA336’;ADF含量20.63%~29.90%,其中最低的品种是‘利单638’,含量最高的品种是‘SA336’。

对27个青贮玉米品种中鲜干草产量较高的7个品种营养成分比较发现,‘利单389’CP含量最高,显著高于‘明凤159’( $P < 0.05$ ),其他品种间CP含量无显著差异( $P > 0.05$ ),‘明凤159’CP含量最低;‘利单638’NDF含量最低,其次为‘北农青贮208’和‘利单588’;‘利单638’ADF含量最低,其次为‘利单389’、‘利单588’和‘北农青贮208’,明显小于其他3个品种。可见这7个青贮玉米品种粗蛋白含量差异不大,‘利单638’、‘北农青贮208’和‘利单588’NDF和ADF含量均较低。

### 2.4 相关性分析

鲜草产量与株高、绿叶数、穗粗、干草产量极显著正相关( $P < 0.01$ )(表4),与叶长显著正相关( $P < 0.05$ ),与穗长显著负相关( $P < 0.05$ );干草产量与株

表 2 不同品种玉米各农艺性状指标  
Table 2 Agronomic characteristics of different corn varieties

| 品种 Variety          | 株高 Plant height/cm | 茎粗 Stem diameter/cm | 果穗长 Ear length/cm     | 果穗粗 Ear diameter/cm    |
|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| TF222               | 226.98 ± 3.37bcd   | 1.48 ± 0.01fgh      | 26.70 ± 0.30cdef      | 4.24 ± 0.03ghi         |
| 明凤159 Mingfeng159   | 227.62 ± 2.38abcd  | 1.62 ± 0.08cdef     | 25.76 ± 0.37defg      | 4.64 ± 0.06cdef        |
| 利单638 Lidan638      | 228.05 ± 2.00abcd  | 1.67 ± 0.03cd       | 21.64 ± 0.69jk        | 4.84 ± 0.04abcd        |
| 东灵白 Donglingbai     | 193.81 ± 1.99gh    | 1.67 ± 0.01cde      | 26.57 ± 0.14cdef      | 4.77 ± 0.09abcd        |
| XL24                | 232.35 ± 2.68abc   | 1.86 ± 0.03a        | 25.09 ± 0.35efgh      | 5.08 ± 0.05a           |
| 北农青贮208 Beinong208  | 210.10 ± 2.75defg  | 1.53 ± 0.01defgh    | 21.90 ± 0.47ijk       | 4.75 ± 0.01bcde        |
| 凯育8号 Kaiyu8         | 171.37 ± 2.10i     | 1.86 ± 0.03a        | 23.16 ± 0.22ghij      | 5.06 ± 0.03ab          |
| 利单389 Lidan389      | 217.45 ± 4.01bcdef | 1.53 ± 0.01defgh    | 24.81 ± 0.17efghi     | 4.11 ± 0.04hijk        |
| 利单588 Lidan588      | 231.43 ± 2.00abc   | 1.51 ± 0.02efgh     | 20.06 ± 0.56kl        | 4.42 ± 0.03efgh        |
| 8124                | 226.16 ± 3.41bcd   | 1.89 ± 0.01a        | 22.09 ± 0.32ijk       | 4.16 ± 0.08hi          |
| 811                 | 206.56 ± 6.16efg   | 1.48 ± 0.05fghi     | 28.54 ± 1.16bcd       | 4.21 ± 0.10ghi         |
| 华美3号 Huamei3        | 198.39 ± 4.61fgh   | 1.56 ± 0.02defgh    | 24.33 ± 0.86fghij     | 3.83 ± 0.04jk          |
| 郑青贮1号 Zhengqingzhu1 | 183.75 ± 1.19hi    | 1.48 ± 0.03fgh      | 22.46 ± 0.13hijk      | 4.18 ± 0.06hi          |
| 曲辰11号 Quchen11      | 199.47 ± 2.41fgh   | 1.69 ± 0.03bcd      | 28.56 ± 0.84bcd       | 4.34 ± 0.07fgh         |
| 利单969 Lidan969      | 225.52 ± 3.44bcde  | 1.84 ± 0.01ab       | 27.46 ± 0.22cde       | 4.95 ± 0.01abc         |
| 饲用玉米 Siyongyumi     | 246.12 ± 4.00a     | 1.57 ± 0.01defgh    | 25.13 ± 0.43efgh      | 4.13 ± 0.05hijk        |
| 利单559 Lidan559      | 230.75 ± 3.88abc   | 1.32 ± 0.02i        | 18.11 ± 0.18l         | 3.80 ± 0.02k           |
| SA336               | 233.36 ± 4.30ab    | 1.69 ± 0.04bcd      | 24.88 ± 0.42efghi     | 4.12 ± 0.05hijk        |
| YA78Pu-1            | 226.00 ± 3.03bcd   | 1.62 ± 0.02cdefg    | 30.69 ± 0.16b         | 4.73 ± 0.06bcde        |
| 利单295 Lidan295      | 206.47 ± 3.34efg   | 1.42 ± 0.02hi       | 19.76 ± 0.27kl        | 4.10 ± 0.05hijk        |
| 曲辰26 Quchen26       | 192.38 ± 3.43gh    | 1.49 ± 0.03fgh      | 25.70 ± 0.32defg      | 4.61 ± 0.07def         |
| 利单668 Lidan668      | 192.81 ± 4.78gh    | 1.76 ± 0.05abc      | 25.83 ± 0.77defg      | 4.14 ± 0.07hij         |
| 北农青贮356 Beinong356  | 222.86 ± 2.71bcde  | 1.56 ± 0.02defgh    | 29.56 ± 0.07bc        | 4.53 ± 0.03defg        |
| SA333               | 186.38 ± 5.27hi    | 1.92 ± 0.04a        | 34.81 ± 1.18a         | 4.63 ± 0.16cdef        |
| 利单366 Lidan366      | 217.43 ± 1.52bcdef | 1.45 ± 0.03ghi      | 26.73 ± 0.03cdef      | 4.01 ± 0.06ijk         |
| 利单289 Lidan289      | 206.65 ± 2.85efg   | 1.55 ± 0.03defgh    | 24.27 ± 0.95fghij     | 3.28 ± 0.03l           |
| 豫青贮23 Yuqingzhu23   | 214.04 ± 4.35cdef  | 1.54 ± 0.02defgh    | 25.54 ± 0.24efg       | 4.25 ± 0.04ghi         |
| 品种 Variety          | 叶宽 Leaf width/cm   | 叶长 Leaf length/cm   | 绿叶数 Green-leaf number | 黄叶数 Yellow-leaf number |
| TF222               | 7.20 ± 0.07kl      | 93.21 ± 2.14cdefg   | 11.17 ± 0.03bc        | 0.77 ± 0.07abcdef      |
| 明凤159 Mingfeng159   | 9.84 ± 0.12b       | 90.16 ± 1.43efghi   | 10.20 ± 0.06efghij    | 1.00 ± 0.15abcd        |
| 利单638 Lidan638      | 8.52 ± 0.24defghi  | 84.92 ± 0.64hijk    | 11.30 ± 0.15b         | 0.57 ± 0.03cdef        |
| 东灵白 Donglingbai     | 9.16 ± 0.14bcde    | 78.83 ± 0.53klm     | 10.37 ± 0.15defghi    | 1.03 ± 0.07abc         |
| XL24                | 9.24 ± 0.24bcd     | 102.36 ± 1.12a      | 10.60 ± 0.15bcdef     | 0.90 ± 0.11abcde       |
| 北农青贮208 Beinong208  | 9.12 ± 0.08bcdef   | 78.42 ± 1.66klm     | 12.37 ± 0.12a         | 0.73 ± 0.03abcdef      |
| 凯育8号 Kaiyu8         | 9.65 ± 0.16bc      | 75.83 ± 0.97lm      | 8.80 ± 0.10mn         | 1.03 ± 0.03abc         |
| 利单389 Lidan389      | 8.34 ± 0.15fghi    | 88.10 ± 0.26fghij   | 10.60 ± 0.20bcdef     | 0.73 ± 0.03abcdef      |
| 利单588 Lidan588      | 7.77 ± 0.01ijk     | 85.83 ± 0.86ghijk   | 10.40 ± 0.06defgh     | 0.60 ± 0.06cdef        |
| 8124                | 8.02 ± 0.15hij     | 96.31 ± 1.41abcde   | 10.00 ± 0.06fghijk    | 0.70 ± 0.06abcdef      |
| 811                 | 8.65 ± 0.18defgh   | 101.07 ± 1.86ab     | 9.50 ± 0.15jklm       | 0.90 ± 0.00abcde       |



续表 2  
Table 2 (Continued)

| 品种 Variety          | 叶宽 Leaf width/cm | 叶长 Leaf length/cm | 绿叶数 Green-leaf number | 黄叶数 Yellow-leaf number |
|---------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 华美3号 Huamei3        | 7.28 ± 0.20jkl   | 83.13 ± 1.90ijkl  | 9.27 ± 0.09lm         | 0.50 ± 0.00ef          |
| 郑青贮1号 Zhengqingzhu1 | 8.74 ± 0.04defgh | 89.94 ± 0.33fghij | 10.50 ± 0.06cdefg     | 0.60 ± 0.06cdef        |
| 曲辰11号 Quchen11      | 9.20 ± 0.10bcde  | 85.19 ± 1.39hijk  | 9.33 ± 0.12klm        | 0.97 ± 0.09abcde       |
| 利单969 Lidan969      | 8.74 ± 0.05defgh | 89.72 ± 1.65fghij | 10.47 ± 0.09cdefg     | 0.70 ± 0.06abcdef      |
| 饲用玉米 Siyongyumi     | 7.42 ± 0.09jkl   | 97.85 ± 1.54abcd  | 10.90 ± 0.23bcde      | 0.57 ± 0.03cdef        |
| 利单559 Lidan559      | 6.66 ± 0.01l     | 83.35 ± 0.88ijkl  | 9.73 ± 0.09hijkl      | 0.73 ± 0.09abcdef      |
| SA336               | 8.88 ± 0.15cdefg | 97.76 ± 1.88abcd  | 11.00 ± 0.06bcd       | 0.50 ± 0.06ef          |
| YA78Pu-1            | 8.32 ± 0.05ghi   | 95.75 ± 1.20abcde | 10.20 ± 0.06efghij    | 0.37 ± 0.03f           |
| 利单295 Lidan295      | 8.61 ± 0.10defgh | 79.27 ± 1.20klm   | 9.73 ± 0.32hijkl      | 1.17 ± 0.03a           |
| 曲辰26 Quchen26       | 8.94 ± 0.08cdefg | 92.07 ± 1.99defgh | 10.00 ± 0.06fghijk    | 0.53 ± 0.03def         |
| 利单668 Lidan668      | 7.79 ± 0.31ijk   | 82.42 ± 1.31jkl   | 9.80 ± 0.21ghijkl     | 0.53 ± 0.12def         |
| 北农青贮356 Beinong356  | 8.37 ± 0.09fghi  | 100.07 ± 1.06abc  | 10.50 ± 0.06cdefg     | 0.63 ± 0.23bcdef       |
| SA333               | 11.34 ± 0.21a    | 95.92 ± 2.49abcde | 10.07 ± 0.07fghij     | 0.53 ± 0.07def         |
| 利单366 Lidan366      | 7.42 ± 0.16jkl   | 85.38 ± 0.24fhijk | 8.23 ± 0.20n          | 1.17 ± 0.13a           |
| 利单289 Lidan289      | 8.72 ± 0.07defgh | 73.90 ± 0.85m     | 9.27 ± 0.03lm         | 1.10 ± 0.15ab          |
| 豫青贮23 Yuqingzhu23   | 8.43 ± 0.02efghi | 94.37 ± 0.39bcdef | 9.67 ± 0.03ijkl       | 0.77 ± 0.03abcdef      |

同列不同小写字母表示相同性状不同材料间差异显著( $P < 0.05$ ); 下表同。  
Different lowercase letters within the same column indicate significant differences between different materials for the same trait; this is applicable for the following tables as well.

高、绿叶数、穗粗、鲜草产量极显著正相关 ( $P < 0.01$ ), 与叶长显著正相关 ( $P < 0.05$ ), 与穗长显著负相关 ( $P < 0.05$ ); 粗蛋白与茎粗显著负相关 ( $P < 0.05$ ); 中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维均与叶长、穗长显著正相关 ( $P < 0.05$ )。

2.5 聚类分析

对青贮玉米品种的 13 个性状聚类分析 (图 1), 可将 27 个青贮玉米品种可划分为 4 个类群。第 I 个类群包括‘明凤 159’、‘北农青贮 356’、‘SA336’、‘利单 638’、‘利单 588’和‘利单 559’ 6 个青贮玉米品种, 主要表现为鲜干草产量高、植株高、黄叶数少。第 II 个类群包括‘TF222’、‘XL24’、‘YA78Pu-1’、‘8124’、‘利单 969’和饲用玉米 6 个青贮玉米品种, 主要特征表现为植株高、叶片长、茎粗、黄叶数少。第 III 个类群包括‘北农青贮 208’、‘利单 295’、‘利单 389’、‘利单 366’、‘豫青贮 23’和‘811’ 6 个青贮玉米品种, 主要表现茎秆细、黄叶数较多。第 IV 个类群包括‘东灵白’、‘凯育 8 号’、‘华美 3 号’、‘郑青贮 1 号’、‘曲辰 11 号’、‘曲辰 26 号’、‘利单 668’、‘SA333’

和‘利单 289’ 9 个青贮玉米品种, 表现为植株较矮, 叶片较短, 鲜干草产量较低。4 个类群之间营养成分差异不明显。

3 讨论与结论

青贮玉米被认为与紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 具有同样重要的作用<sup>[14]</sup>。研究筛选适合湘中丘陵区推广种植的优质青贮玉米品种, 首先考虑生物学产量和营养品质<sup>[13-15]</sup> 两个指标。

研究表明<sup>[8,12,16]</sup>, 在蜡熟期收获青贮玉米产量最大、营养价值最高, 为保障 27 个青贮玉米生物产量和营养品质均达到最佳, 本研究选择青贮玉米籽粒乳线 1/2 期前后进行收割。研究结果显示, 27 个青贮玉米品种在湘中丘陵区均能生长良好, ‘SA336’的鲜草产量最高, 干草产量以‘明凤 159’最高, 其次为‘SA336’、‘北农青贮 356’、‘北农青贮 208’、‘利单 588’、‘利单 389’、‘利单 638’, 7 个品种干草产量均在 20 t·hm<sup>-2</sup> 以上, 且都有较高的株高、较大的茎粗和较多的绿叶数, 各方面表现良好, 因此在湘中丘陵区种植青贮玉米品种能获得较高生物学产量。

表 3 不同品种生物学产量和营养品质  
Table 3 Comparison of biological yield and nutritional quality among different varieties

| 品种<br>Variety       | 鲜草产量<br>Fresh weight/<br>(t·hm <sup>-2</sup> ) | 干草产量<br>Dry matter<br>yield/(t·hm <sup>-2</sup> ) | 粗蛋白(CP)<br>Crude<br>protein/% | 中性洗涤纤维(NDF)<br>Neutral detergent<br>fibers/% | 酸性洗涤纤维(ADF)<br>Acid detergent<br>fibers/% |
|---------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| TF222               | 39.97 ± 1.49fg                                 | 14.77 ± 0.55ghi                                   | 7.91 ± 0.09f                  | 47.36 ± 1.60cdefgh                           | 25.87 ± 0.85abcd                          |
| 明凤159 Mingfeng159   | 63.79 ± 2.86a                                  | 24.15 ± 1.08a                                     | 8.32 ± 0.11cdef               | 52.01 ± 0.88abcdefg                          | 23.99 ± 0.60bcde                          |
| 利单638 Lidan638      | 61.19 ± 1.96ab                                 | 20.87 ± 0.67abcde                                 | 8.54 ± 0.06abcdef             | 41.32 ± 0.44h                                | 20.63 ± 1.01e                             |
| 东灵白 Donglingbai     | 44.63 ± 0.94defg                               | 15.78 ± 0.33fghi                                  | 8.61 ± 0.15abcde              | 56.45 ± 1.14ab                               | 25.58 ± 0.33abcd                          |
| XL24                | 47.09 ± 0.84cdefg                              | 17.93 ± 0.32defgh                                 | 8.38 ± 0.08bcdef              | 52.86 ± 0.45abcdef                           | 23.39 ± 0.94bcde                          |
| 北农青贮208 Beinong208  | 60.80 ± 2.77ab                                 | 22.36 ± 1.02abc                                   | 8.85 ± 0.16abcd               | 44.74 ± 2.27defgh                            | 21.97 ± 0.93cde                           |
| 凯育8号 Kaiyu8         | 47.40 ± 3.12cdefg                              | 18.14 ± 1.20cdefgh                                | 8.65 ± 0.14abcde              | 40.03 ± 0.83h                                | 22.19 ± 0.71bcde                          |
| 利单389 Lidan389      | 55.12 ± 3.22abcd                               | 21.89 ± 1.28abcd                                  | 9.01 ± 0.14ab                 | 55.78 ± 0.86abc                              | 20.76 ± 0.77e                             |
| 利单588 Lidan588      | 57.95 ± 2.10abc                                | 21.98 ± 0.80abcd                                  | 8.71 ± 0.15abcde              | 44.78 ± 1.63defgh                            | 21.30 ± 0.77de                            |
| 8124                | 53.96 ± 1.73abcde                              | 18.71 ± 0.60bcdefg                                | 8.21 ± 0.07def                | 47.14 ± 2.41defgh                            | 23.86 ± 1.27bcde                          |
| 811                 | 43.85 ± 1.68defg                               | 16.91 ± 0.65efgh                                  | 8.91 ± 0.12abc                | 54.05 ± 2.24abcd                             | 26.80 ± 1.11ab                            |
| 华美3号 Huamei3        | 42.39 ± 1.17efg                                | 16.31 ± 0.45fghi                                  | 8.15 ± 0.20ef                 | 52.35 ± 1.80abcdef                           | 21.84 ± 0.60cde                           |
| 郑青贮1号 Zhengqingzhu1 | 43.96 ± 1.13defg                               | 15.62 ± 0.40fghi                                  | 8.53 ± 0.03abcdef             | 53.94 ± 0.71abcde                            | 23.34 ± 0.51bcde                          |
| 曲辰11号 Quchen11      | 45.65 ± 1.40defg                               | 15.23 ± 0.47ghi                                   | 9.00 ± 0.16ab                 | 51.80 ± 2.38abcdefg                          | 23.00 ± 0.58bcde                          |
| 利单969 Lidan969      | 51.03 ± 2.01bcdef                              | 17.98 ± 0.71defgh                                 | 8.12 ± 0.10ef                 | 47.14 ± 0.45defgh                            | 21.88 ± 0.74cde                           |
| 饲用玉米 Siyongyumi     | 51.21 ± 2.32bcdef                              | 17.32 ± 0.78efgh                                  | 8.32 ± 0.20cdef               | 56.06 ± 3.29ab                               | 24.56 ± 1.51bcde                          |
| 利单559 Lidan559      | 54.42 ± 3.11abcd                               | 19.90 ± 1.14abcdef                                | 8.51 ± 0.02abcdef             | 57.61 ± 1.47a                                | 25.99 ± 0.60abc                           |
| SA336               | 65.02 ± 2.38a                                  | 23.16 ± 0.85a                                     | 8.73 ± 0.07abcde              | 58.83 ± 1.23a                                | 29.90 ± 0.74a                             |
| YA78Pu-1            | 47.61 ± 0.91cdefg                              | 17.89 ± 0.34defgh                                 | 8.63 ± 0.09abcde              | 52.42 ± 1.31abcdef                           | 24.23 ± 0.60bcde                          |
| 利单295 Lidan295      | 45.60 ± 1.14defg                               | 15.61 ± 0.39ghi                                   | 8.22 ± 0.15def                | 43.52 ± 0.46gh                               | 21.74 ± 0.53cde                           |
| 曲辰26 Quchen26       | 44.86 ± 2.94defg                               | 16.42 ± 1.08fghi                                  | 9.06 ± 0.17a                  | 53.33 ± 0.65abcdef                           | 24.09 ± 0.12bcde                          |
| 利单668 Lidan668      | 36.45 ± 1.11gh                                 | 12.47 ± 0.38ij                                    | 8.45 ± 0.05abcdef             | 44.43 ± 0.86efgh                             | 22.14 ± 0.72cde                           |
| 北农青贮356 Beinong356  | 63.56 ± 2.92a                                  | 22.73 ± 1.04ab                                    | 8.95 ± 0.12abc                | 53.18 ± 2.40abcdef                           | 24.77 ± 0.76bcde                          |
| SA333               | 39.48 ± 1.25fg                                 | 14.16 ± 0.45hij                                   | 8.09 ± 0.08ef                 | 52.82 ± 1.75abcdef                           | 24.32 ± 0.68bcde                          |
| 利单366 Lidan366      | 46.40 ± 2.35cdefg                              | 16.35 ± 0.83fghi                                  | 8.59 ± 0.08abcde              | 51.46 ± 1.33abcdefg                          | 24.60 ± 0.98bcde                          |
| 利单289 Lidan289      | 26.88 ± 1.47h                                  | 10.18 ± 0.55j                                     | 8.62 ± 0.08abcde              | 48.29 ± 1.41bcdefh                           | 22.78 ± 1.13bcde                          |
| 豫青贮23 Yuqingzhu23   | 50.36 ± 3.09bcdef                              | 17.17 ± 1.05efgh                                  | 8.87 ± 0.08abc                | 44.23 ± 0.76fgh                              | 22.70 ± 1.15bcde                          |

优质的饲料不仅可以提供给家畜良好的营养,还能减少疾病发生<sup>[17]</sup>。粗蛋白是评价饲草料营养价值的重要指标<sup>[18]</sup>;酸性洗涤纤维与消化率负相关,饲草酸性洗涤纤维增加,家畜的消化率下降,中性洗涤纤维越低,粗饲料品质越好<sup>[19]</sup>。优质饲草应具有较高的蛋白质含量和较低的中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维<sup>[17]</sup>。张晓庆等<sup>[20]</sup>研究显示,我国种植的青贮玉米品种其粗蛋白含量一般为 7.69%~8.42%,潘

金豹等<sup>[21]</sup>研究指出,实际生产中青贮玉米需要符合在蜡熟期收获,干物质产量较高,为 30%~40%,粗蛋白含量大于 7.0%,中性洗涤纤维含量小于 45%,酸性洗涤纤维含量小于 22%。本研究的 27 个青贮玉米品种粗蛋白含量较高,为 7.91%~9.06%,中性洗涤纤维含量为 40.03%~58.83%,酸性洗涤纤维含量为 20.63%~29.90%,其中 27 个品种粗蛋白含量都大于 7.0%,7 个品种中性洗涤纤维含量小于

表 4 产量、农艺性状与营养品质的相关性分析  
Table 4 Correlation analysis among biological yield, agronomic traits, and nutritional quality

| 项目<br>Item                         | 株高<br>Plant height | 茎粗<br>Stem diameter | 叶宽<br>Leaf width | 叶长<br>Leaf length | 绿叶数<br>Green-leaf number | 黄叶数<br>Yellow-leaf number | 穗长<br>Ear length | 穗粗<br>Ear diameter | 鲜草产量<br>Fresh weight | 干草产量<br>Dry matter yield | 粗蛋白<br>Crude protein | 中性洗涤纤维<br>Neutral detergent fibers | 酸性洗涤纤维<br>Acid detergent fibers |
|------------------------------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 株高<br>Plant height                 | 1                  |                     |                  |                   |                          |                           |                  |                    |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 茎粗<br>Stem diameter                | -0.107             | 1                   |                  |                   |                          |                           |                  |                    |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 叶宽<br>Leaf width                   | -0.396**           | 0.551**             | 1                |                   |                          |                           |                  |                    |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 叶长<br>Leaf length                  | 0.467**            | 0.197               | 0.064            | 1                 |                          |                           |                  |                    |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 绿叶数<br>Green-leaf number           | 0.409**            | 0.035               | 0.085            | 0.238*            | 1                        |                           |                  |                    |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 黄叶数<br>Yellow-leaf number          | -0.152             | -0.121              | 0.115            | -0.375**          | -0.407**                 | 1                         |                  |                    |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 穗长<br>Ear length                   | -0.121             | 0.389**             | 0.458**          | 0.472**           | -0.093                   | -0.140                    | 1                |                    |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 穗粗<br>Ear diameter                 | -0.036             | 0.507**             | 0.510**          | 0.205             | 0.338**                  | -0.086                    | 0.243*           | 1                  |                      |                          |                      |                                    |                                 |
| 鲜草产量<br>Fresh weight               | 0.496**            | -0.008              | -0.014           | 0.257*            | 0.452**                  | -0.202                    | -0.228*          | 0.338**            | 1                    |                          |                      |                                    |                                 |
| 干草产量<br>Dry matter yield           | 0.465**            | -0.039              | 0.002            | 0.243*            | 0.430**                  | -0.190                    | -0.224*          | 0.339**            | 0.970**              | 1                        |                      |                                    |                                 |
| 粗蛋白<br>Crude protein               | -0.135             | -0.249*             | 0.063            | -0.037            | -0.040                   | 0.014                     | -0.021           | 0.025              | 0.184                | 0.204                    | 1                    |                                    |                                 |
| 中性洗涤纤维<br>Neutral detergent fibers | 0.178              | -0.188              | -0.036           | 0.395**           | 0.058                    | -0.217                    | 0.272*           | -0.212             | 0.102                | 0.135                    | 0.111                | 1                                  |                                 |
| 酸性洗涤纤维<br>Acid detergent fibers    | 0.189              | -0.060              | 0.002            | 0.417**           | 0.036                    | -0.104                    | 0.244*           | -0.124             | 0.087                | 0.070                    | 0.020                | 0.624**                            | 1                               |

\*\*和\*分别表示在0.01和0.05水平上显著相关  
\*\* and \* indicate significant correlation at 0.01 and 0.05 levels, respectively.



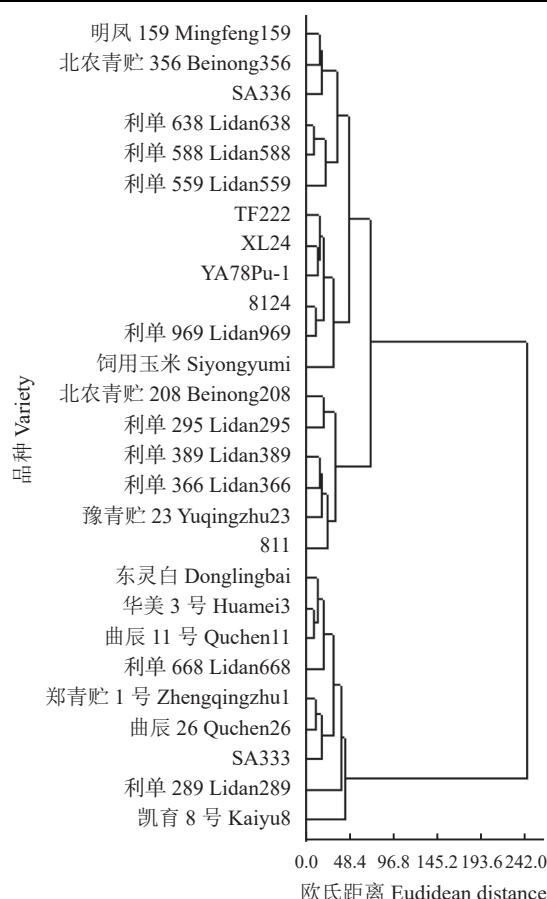


图 1 27 个青贮玉米品种的聚类分析

Figure 1 Cluster analysis results of 27 silage corn varieties

45%, 7 个品种酸性洗涤纤维含量小于 22%。表明在湘中丘陵地区种植青贮玉米品种能获得营养价值优良的青贮玉米饲草产品。

单一性状不能有效判定青贮玉米品种是否适合当地种植, 需要兼顾优质农艺性状、高生物学产量、良好营养品质<sup>[8, 11, 15]</sup>。本研究发现, 27 个青贮玉米品种的株高、茎粗、叶长、绿叶数、穗长、产草量、粗蛋白、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维等具有较大差异。综合考虑 13 个性状指标, 利用聚类分析将 27 个青贮玉米为 4 个类群, 类群 I 生物学产量高、农艺性状良好, 类群 II 农艺性状表现良好、生物学产量较高, 类群 III 农艺性状一般、生物学产量较高, 类群 IV 农艺性状和生物学产量均表现一般, 4 个类群营养品质差异不明显较平均值波动小于 5%, 湘中丘陵区选择青贮玉米品种可优先考虑获得高生物学产量, 然后是农艺性状, 其次是营养品质。第 I 个类群‘明凤 159’、‘北农青贮 356’、‘SA336’、‘利单 638’、‘利单 588’和‘利单 559’这 6 个青贮玉米品种综合性状更好, 生物学产量明显高于其他 3 个类群青贮玉米, 株高等农艺性状也较好, 其中‘利单 638’和‘利单 588’两个品种中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量明显低, 营养品质相对好, 建议在湘中丘陵区推广种植。

## 参考文献 References:

- [1] 王国刚, 王明利, 王济民, 杨春, 汪武静. 中国南方牧草产业发展基础、前景与建议. *草业科学*, 2015, 32(12): 2114-2121.  
WANG G G, WANG M L, WANG J M, YANG C, WANG W J. Foundation, prospects and suggestions for the development of the forage industry in southern China. *Pratacultural Science*, 2015, 32(12): 2114-2121.
- [2] 施清平, 徐赵红, 张建国. 十个玉米品种在广州种植和青贮的潜力研究. *草业学报*, 2017, 26(3): 175-182.  
SHI Q P, XU Z H, ZHANG J G. Comparison of ten corn varieties as silage material in Guangzhou. *Acta Prataculturae Sinica*, 2017, 26(3): 175-182.
- [3] 刘美华, 王栋, 席琳乔, 马春晖. 南疆不同地区青贮玉米产量和品质的品比研究. *新疆农业科学*, 2013, 50(8): 1373-1380.  
LIU M H, WANG D, XI L Q, MA C H. Comparison between yields and nutritive quality of silage corn in different regions of southern Xinjiang. *Xingjiang Agricultural Sciences*, 2013, 50(8): 1373-1380.
- [4] 于德花, 宁凯, 徐化凌, 毕云霞, 陈小芳. 黄河三角洲饲用玉米引种筛选试验初报. *草业科学*, 2016, 33(11): 2306-2311.  
YU D H, NING K, XU H L, BI Y X, CHEN X F. Preliminary report on introduction and selecting experiment of silage maize in Yellow River Delta. *Pratacultural Science*, 2016, 33(11): 2306-2311.
- [5] 李向拓, 吴权明, 毛建昌. 饲用玉米育种要求性状特征及研究进展. *西北农业学报*, 2003, 12(2): 36-40.  
LI X T, WU Q M, MAO J C. Reasearch progress and demanded characters of forage maize breeding. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2003, 12(2): 36-40.
- [6] 高聚林, 刘克礼, 吕淑果, 崔文芳, 李伟, 刘文, 宋瑞勇. 不同类型玉米饲用栽培的营养品质研究. *玉米科学*, 2004, 12(S): 66-72.  
GAO J L, LIU K L, LYU S G, CUI W F, LI W, LIU W, SONG R Y. Studies on characteristics of silage production and nutritive

- quality of different types maize. *Journal of Maize Sciences*, 2004, 12(S): 66-72.
- [7] 张吉旺, 胡昌浩, 王空军, 董树亭, 刘鹏. 青饲玉米品种的比较研究. *玉米科学*, 2004, 12(1): 8-9.  
ZHANG J W, HU C H, WANG K J, DONG S T, LIU P. Making a comparison among varieties of green forage maize. *Journal of Maize Sciences*, 2004, 12(1): 8-9.
- [8] 张亚军, 王成章, 严学兵, 姜义宝, 李德峰, 郭玉霞. 郑州地区青贮玉米引种试验. *草业科学*, 2009, 26(10): 114-121.  
ZHANG Y J, WANG C Z, YAN X B, JIANG Y B, LI D F, GUO Y X. Introduction experiment of silage maize in Zhengzhou. *Pratacultural Science*, 2009, 26(10): 114-121.
- [9] 文建国, 万洁, 杨应东, 韦雷飞. 攀枝花干热河谷地带青贮玉米引种试验. *草业科学*, 2013, 30(1): 120-124.  
WEN J G, WAN J, YANG Y D, WEI L F. Introduction experiment of silage corn cultivars in Panzhihua dry-hot valley area. *Pratacultural Science*, 2013, 30(1): 120-124.
- [10] 石自忠, 王明利, 胡向东, 崔姹. 我国牧草种植成本收益变化与比较. *草业科学*, 2017, 34(4): 902-911.  
SHI Z Z, WANG M L, HU X D, CUI C. Variation and comparison of forages' cost-benefits in China. *Pratacultural Science*, 2017, 34(4): 902-911.
- [11] 张劲柏, 李仁昆, 高飞, 潘金豹. 农业产业结构调整中的新锐: 青贮玉米. *世界农业*, 2003(1): 31-31.  
ZHANG J B, LI R K, GAO F, PAN J B. A new pioneer in the adjustment of agricultural industrial structure: silage maize. *World Agriculture*, 2003(1): 31-31.
- [12] 李德锋, 姜一宝, 付楠, 郭玉霞, 王成章, 严学兵. 青贮玉米品种比较试验. *草地学报*, 2013, 21(3): 612-617.  
LI D F, JIANG Y B, FU N, GUO Y X, WANG C Z, YAN X B. Comparison of silage yield and quality among corn varieties. *Acta Agrestia Sinica*, 2013, 21(3): 612-617.
- [13] 中国标准出版社. 饲料工业标准汇编. 北京: 中国标准出版社, 2002: 79-94.  
Standards Press of China. Compilation of Standards for Feed Industry. Beijing: Standards Press of China, 2002: 79-94.
- [14] 刘晓, 王博, 朱晓艳, 郭晓洁, 王成章, 李德锋. 21个粮饲兼用型青贮玉米在河南的品种比较试验. *草业学报*, 2019, 28(8): 49-60.  
LIU X, WANG B, ZHU X Y, GUO X J, WANG C Z, LI D F. A comparison of 21 varieties of silage maize in Henan Province. *Acta Prataculturae Sinica*, 2019, 28(8): 49-60.
- [15] 张秋芝, 潘金豹, 郝玉兰, 南张杰, 吴金锁, 冯卫华. 不同种植密度和地点对青贮玉米杂交种生物产量的影响. *北京农学院学报*, 2006, 21(3): 18-22.  
ZHANG Q Z, PAN J B, HAO Y L, NAN Z J, WU J S, FENG W H. Effects of plouting densities and aeas on under different planting bensities in different areas. *Journal of Beijing Agricultural College*, 2006, 21(3): 18-22.
- [16] 董宽虎, 沈益新. 饲草生产学. 北京: 中国农业出版社, 2003: 158-159.  
DONG K H, SHEN Y X. Science of Forage Production. Beijing: China Agricultural University Press. 2003: 158-159.
- [17] 闫慧颖, 李春喜, 唐生华, 王子录, 白永吉. 青海旱地3个青贮玉米品种的生产性能及品质评价. *草业科学*, 2017, 34(9): 1915-1921.  
YAN H Y, LI C X, TANG S H, WANG Z L, BAI Y J. Production performance and quality evaluation of three silage maize varieties in Dryland of Qinghai. *Pratacultural Science*, 2017, 34(9): 1915-1921.
- [18] 韩友友. 饲料与饲养学. 北京: 中国农业出版社, 1997.  
HAN Y Y. Feeds and Feeding. Beijing: China Agricultural University Press, 1997.
- [19] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检验技术. 北京: 中国农业出版社, 2007.  
ZHANG L Y. Feed Analysis and Quality Test Technology. Beijing: China Agricultural University Press. 2007.
- [20] 张晓庆, 穆怀彬, 侯向阳, 闫红伟, 李平, 李鹏, 苏佳楼. 我国青贮玉米种植及其产量与品质研究进展. *畜牧与饲料科学*, 2013, 34(1): 54-57.  
ZHANG X Q, MU H B, HOU X Y, YAN H W, LI P, LI P, SU J L. Review on the planting of forage corn in China and its yield and quality. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2013, 34(1): 54-57.
- [21] 潘金豹, 张秋芝, 郝玉兰, 石德权. 我国青贮玉米育种的策略与目标. *玉米科学*, 2002, 10(4): 3-4.  
PAN J B, ZHANG Q Z, HAO Y L, SHI D Q. The breeding strategy and objective of silage maize in China. *Journal of Maize Sciences*, 2002, 10(4): 3-4.

(责任编辑 苟燕妮)