

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0277

周波, 韩小花, 李小红, 王延召, 刘康. 河南省夏播青贮玉米品种筛选与综合评价. 草业科学, 2021, 38(2): 316-326.

ZHOU B, HAN X H, LI X H, WANG Y Z, LIU K. Comparison and comprehensive evaluation of summer-planting silage maize varieties in Henan Province. Pratacultural Science, 2021, 38(2): 316-326.

河南省夏播青贮玉米品种筛选与综合评价

周波¹, 韩小花¹, 李小红², 王延召¹, 刘康³

(1. 河南省农业科学院粮食作物研究所 / 河南省玉米重点实验室, 河南 郑州 450002;

2. 河南省农业科学院农业经济与信息研究所, 河南 郑州 450002; 3. 漯河市农业科学院, 河南 漯河 462000)

摘要: 为筛选出适合河南地区种植的优质高产青贮玉米 (*Zea mays*) 品种, 本研究在河南原阳, 选用 20 个玉米品种作为试验材料, 对其干物质生物产量、品质性状(粗蛋白、淀粉、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、相对饲用价值)、抗逆性(倒伏率、倒折率、茎腐病)和农艺性状(株高、穗位、青贮生育期)等指标进行比较分析。结果表明: 1) 渝青 386、渝青 506、北农青贮 368、渝青玉 3 号、新科 910、雅玉 04889、先玉 1658、郑青贮 1 号、九新 631、北农青贮 3740 和郑青贮 2 号 11 个品种干物质生物产量均高于对照雅玉青贮 8 号, 其中先玉 1658 和九新 631 籽粒产量均高于郑单 958。2) 品质指标在 20 个品种之间差异显著 ($P < 0.05$), 通过品质指标聚类分析获得两大类群, 其中第 I 类群玉米品种品质较高, 除永优 1573 外其余品种品质等级均为特级或者一级, 且该类群玉米品种中性洗涤纤维 (neutral detergent fiber, NDF) 和酸性洗涤纤维 (acid detergent fiber, ADF) 含量较低, 淀粉含量和相对饲用价值较高。3) 渝青玉 3 号、渝青 386、宁禾 0709、渝青 506、曲辰 19、雅玉 04889、大京九 26 和永优 1573 8 个品种抗倒性较差。从干物质生物产量、品质、抗逆性等综合考虑, 北农青贮 368、新科 910、先玉 1658、郑青贮 1 号、九新 631、北农青贮 3740、郑青贮 2 号 7 个品种表现最佳, 适宜作为青贮玉米品种在河南省黄淮海畜牧产业区推广种植。

关键词: 青贮玉米; 干物质生物产量; 品质性状; 抗逆性

文献标志码: A 文章编号: 1001-0629(2021)02-0316-11

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

ZHOU Bo¹, HAN Xiaohua¹, LI Xiaohong², WANG Yanzhao¹, LIU Kang³

(1. The Cereal Crops Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences / Henan Key Lab. of Maize Biology,

Zhengzhou 450002, Henan, China; 2. Agricultural Economy & Information Research Institution,

Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, Henan, China;

3. Luohe Academy of Agricultural Sciences, Luohe 462000, Henan, China)

Abstract: The aim of this research was to select silage maize varieties suitable for planting in Henan province. A total of 20 silage maize hybrids were collected and used as test materials, and were evaluated in terms of dry matter yield, corn silage quality (protein, starch, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, and relative feed value), stress resistance (lodging rate, lodging rate of corn stalks, and stem rot), and agronomic traits (plant height, ear height, and duration). The results showed that: 1) the dry matter yield of Yuqing 386, Yuqing 506, Beinongqingzhu 368, Yuqingyu No.3, Xinke 910, Yayu 04889, Xianyu 1658, Zhengqingzhu No.1, Jiuxin 631, Beinongqingzhu 3740, and Zhengqingzhu No.2 were higher than those of

收稿日期: 2020-05-22 接受日期: 2020-09-18

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2016YFD0300309/03); 河南省科技攻关项目 (182102110368); 河南省农业科学院科研发展专项资金项目 (2020CY05)

第一作者: 周波 (1974-), 男, 河南罗山人, 副研究员, 博士, 主要从事玉米遗传育种。E-mail: zb009@126.com

共同第一作者: 韩小花 (1982-), 女, 山西右玉人, 助理研究员, 博士, 主要从事玉米遗传育种。E-mail: 2263122890@qq.com

Yayuqingzhu 8 (the control variety). The grain yield of Xianyu 1658 and Jiuxin 631 was higher than that of the control variety Zhengdan 958. 2) There were significant differences in the quality indicators among the 20 varieties of maize ($P < 0.05$). We obtained two groups of maize through a cluster analysis of these quality indicators, of which the maize variety group I was a higher quality group. Among the maize variety group I, all grades of maize varieties were the top level or first-class, except for the maize variety Yongyou 1573. With a lower neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) content, and a higher starch content, the value of maize variety group I for silage was relatively high. 3) Yuqingyu No.3, Yuqing 386, Ninghe 0709, Yuqing 506, Quchen 19, Yayu 04889, Dajingjiu 26, and Yongyou 1573 had weak lodging resistance. All the analyses showed that Beinongqingzhu 368, Xinke 910, Xianyu 1658, Zhengqingzhu No.1, Jiuxin 631, Beinongqingzhu 3740, and Zhengqingzhu No.2 were suitable for planting in the Henan Province, and had higher dry matter yield, higher quality silage, and a higher level of stress resistance.

Keywords: silage maize; dry matter yield; quality trait; stress resistance

Corresponding author: ZHOU Bo E-mail: zb009@126.com

青贮玉米 (*Zea mays*) 具有干物质生物产量高、品质优等特点^[1-3], 饲喂高质量的全株青贮玉米, 可以节省精饲料的投入, 节本增效显著^[4-5]。随着国家“粮改饲”政策的实施以及农业种植业结构的调整, 青贮玉米饲料在肉牛、奶牛、肉羊养殖中所占的地位也越来越高^[6-7]。青贮玉米分为青贮专用型、粮饲通用型和粮饲兼用型 3 种类型^[8]。青贮专用型玉米是指产量高、品质好、只适合作青贮的玉米品种, 在乳熟期至蜡熟期期间, 收获包括玉米果穗在内的整株玉米; 粮饲通用型玉米是指该玉米品种既可作为普通玉米品种, 在成熟期收获籽粒, 也可作为青贮玉米品种, 收获包括果穗和茎叶在内的全株, 用于青饲料或青贮饲料; 粮饲兼用型青贮玉米是指在成熟期先收获玉米籽粒用于粮食或配合饲料, 然后再收获青绿的茎叶用作青贮。美国推广的青贮玉米较大一部分为粮饲通用型玉米, 农场主可以根据当年期货市场价格决定收青贮玉米还是等到玉米充分成熟后收籽粒, 从而降低种植风险。

推广青贮玉米, 首要问题是品种选择。由于河南省审定的青贮玉米品种较少, 致使该地区生产上普遍使用生物量较高的普通玉米品种作青贮玉米种植, 导致青贮玉米种植时品种选择混乱, 产量以及品质参差不齐, 种植效益不高。因此, 筛选优质高产青贮玉米品种对满足河南省畜牧业发展、提升种植效益具有重要意义。目前, 研究人员对我国不同地区适合种植的青贮玉米或者普通玉米品种已经进行了初步筛选, 但是研究内容均侧重于青贮玉米产量的比较评价, 对淀粉含量、中性洗涤纤维含量和酸性洗涤纤维含量等品质指标的要求较低, 且未

综合多个指标对品种品质等级进行详细划分^[9-12]。

基于此, 本研究选择 15 个青贮玉米品种和 5 个生物量较高的普通玉米品种进行比较试验, 主要目的是筛选出适合在河南地区种植的高产优质的青贮玉米品种, 为青贮玉米在河南省大面积推广应用提供理论依据, 同时建立河南地区青贮玉米品种生态适应性评价标准。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本试验从全国征集了 20 个优良的玉米品种作为供试材料 (表 1)。试验设置雅玉青贮 8 号和郑单 958 两个对照品种, 雅玉青贮 8 号为国审青贮玉米品种, 在黄淮海地区表现优良, 且为国家黄淮海夏播青贮玉米区域试验对照品种。郑单 958 为我国目前推广面积最大的普通玉米品种, 在本试验中作为品种籽粒产量测产对照, 用来评价青贮玉米籽粒产量性状。郑青贮 1 号、北农青贮 368、北农青贮 3740、大京九 26、宁禾 0709、曲辰 19、雅玉 04889、渝青 386 为国审/省审青贮玉米品种; 渝青 506、渝青玉 3 号、郑青贮 2 号为国家青贮玉米区试中表现优良的品种; 雅玉 158、郑单 1704 和郑单 6040 为青贮玉米新组合; 先玉 1658、新科 910、九新 631、永优 1573 为国审/省审普通玉米品种。

1.2 试验地概况

试验于 2019 年 6 月 10 日 - 10 月 15 日在河南省新乡市平原新区王村 G107 与平原大道交汇处河

表 1 供试玉米品种
Table 1 Tested maize cultivars

编号 Code	品种 Variety	编号 Code	品种 Variety
1	北农青贮368 Beinongqingzhu 368	11	雅玉158 Yayu 158
2	北农青贮3740 Beinongqingzhu 3740	12	渝青506 Yuqing 506
3	大京九26 Dajingjiu 26	13	渝青玉3号 Yuqingyu No.3
4	郑青贮1号 Zhengqingzhu No.1	14	郑青贮2号 Zhengqingzhu No.2
5	宁禾0709 Ninghe 0709	15	郑单1704 Zhengdan 1704
6	曲辰19 Quchen 19	16	永优1573 Yongyou 1573
7	先玉1658 Xianyu 1658	17	郑单6040 Zhengdan 6040
8	新科910 Xinke 910	18	渝青386 Yuqing 386
9	九新631 Jiuxin 631	19	郑单958 Zhengdan 958
10	雅玉04889 Yayu 04889	20	雅玉青贮8号 Yayuyingzhu No.8

南现代农业研究开发基地进行。平原新区王村位于 113°41'46" E、35°01'06" N，海拔 47 m，地处暖温带南部，属于大陆性季风湿润气候，四季分明，气候温和，雨热同季，年平均气温为 14.3 °C，年平均降水量为 632 mm，无霜期 220 d，全年日照时间约 2 400 h。

1.3 试验设计与田间管理

试验采用完全随机设计，小区行长 10 m，行距 0.6 m，每小区 10 行，小区面积为 60 m²，种植密度 75 000 株·hm⁻²，3 次重复，试验周边设 4 行保护区。

试验于 2019 年 6 月 10 日播种，施用玉米专用复合肥 600 kg·hm⁻²，种肥一次性同播，播种后不再追施肥料。播种后及时浇水，力保全苗。玉米出苗前使用 40% 乙·阿合剂乳油除草剂 3 000~3 750 mL·hm⁻²，在微风天气进行土壤封闭喷雾。为避免管理措施造成的试验误差，所有管理措施(如定苗、浇水)在当天完成。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 农艺性状测定及方法

农艺性状主要测定指标包括青贮生育期、株高、穗位高、倒伏率、倒折率和茎腐病。青贮生育期，即从出苗到最佳收获期(即籽粒乳线达到 1/2 时)的天数。株高，吐丝后 10~30 d，连续取小区内生育正常的植株 10 株，测量由地表到雄穗顶端的高度，

求其平均值(cm)。穗位高，测量株高的同时测量植株从地表到果穗柄着生节的高度，求其平均值(cm)。倒伏率，倒伏后 3~5 d 统计小区植株倾斜度 ≥ 45° 株数，同时统计小区总株数，计算倒伏率。倒折率，收获前统计果穗以下部位折断的植株数，同时统计小区总株数，计算倒折率。茎腐病，收获前 0~3 d，采用手捏法调查。茎基部变软、空松，能用手捏动植株判定为发病株，统计测产行发病株数、总株数，计算发病率。

1.4.2 产量测定及方法

青贮玉米最佳收获期为蜡熟期，该时期收获的青贮玉米干物质积累达到最大值，营养价值达到最大值^[13-15]。本研究中各青贮玉米品种选择在籽粒乳线达到 1/2 时全株收获，该时期为乳熟末期到蜡熟前期。于青贮玉米生长乳熟末期至蜡熟期，观察果穗中段 3 个完整籽粒上乳线的位置，即籽粒基部到乳线的位置占籽粒基部至顶部全长，即当籽粒乳线达到 1/2 时全株收获，实收中间 6 行，小区面积 36 m²，从地上部分 20 cm 处全株刈割，收获后立即称重，得到小区鲜重产量(t·hm⁻²)。从每个小区收获的植株中，随机选取 5 株，全株粉碎，从中随机取样 1 kg 左右，装入布袋，称重，置入鼓风式烘箱内，105 °C 条件下杀青 4 h，然后 65 °C 条件下烘干至恒重，冷却至室温后称干重，计算含水量。根据小区鲜重和含水量计算小区干物质生物产量(t·hm⁻²)。干物质生物产量相对变化=(干物质生物产量-雅玉青贮 8 号干物质生物产量)/雅玉青贮 8 号干物质生物产量 × 100%。籽粒产量测定于乳线完全消失、黑层出现时，实收 2 行，小区面积 12 m²，对玉米全株进行收获、脱粒，用水分测定仪测定籽粒含水量以后按照 14% 含水量折算产量(t·hm⁻²)。

1.4.3 品质指标测定及方法

从每个小区收获的植株中，随机选取 5 株，全株粉碎，从中随机取样 1 kg 左右，装入布袋，称重，置入鼓风式烘箱内，105 °C 条件下杀青 4 h，然后 65 °C 条件下烘干至恒重，再用锤式粉碎机(9FQ-235 型，北京)粉碎，用近红外扫描仪(DA7200)测定样品中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗蛋白和淀粉含量^[16]。品质指标近红外模型的建立是基于 300 份代表性玉米全株粉碎样品的中性洗涤纤维(范氏法^[17])、酸性洗涤纤维(范氏法^[17])、粗蛋白(凯氏定氮法^[18])和淀

粉含量(酸水解-蒽酮比色法^[19-20])化学方法测定的结果。本试验品质指标委托北京农学院检测完成。

1.4.4 相对饲用价值计算

相对饲用价值(relative feed value, RFV)由以下公式计算得出^[21]:

$$RFV = DMI \times DDM / 1.29.$$

式中:DMI (dry matter intake, %)为粗饲料干物质的随意采食量,即占体重的百分比;DDM (digestible dry matter, %)为可消化的干物质,即占干物质的百分比。DMI与DDM的预测模型如下:

$$DMI = 120 / NDF;$$

$$DDM = 88.9 - 0.779 \times ADF.$$

式中:NDF为中性洗涤纤维(neutral detergent fiber, %)含量,ADF为酸性洗涤纤维(acid detergent fiber, %)含量,即占干物质的百分比。

1.5 数据处理与分析

产量及农艺性状数据采用Excel 2013和SPSS 19.0进行描述性统计分析及方差分析,应用Duncan法进行多重比较,所有数据以平均值±标准差表示,以 $P < 0.05$ 表示差异显著。中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗蛋白、淀粉和相对饲用价值等品质性状聚类分析应用SAS 8.0计算相关系数,运用Mega 5构建系统发育进化树,距离为1-相关系数。

2 结果与分析

2.1 生产性状分析

20个玉米品种间的干物质生物产量、鲜草产量和籽粒产量差异较大(表2)。从干物质生物产量来看,渝青386最高,为 $21.20 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,显著高于北农青贮368、渝青506和渝青玉3号外的其余16个品种($P < 0.05$),渝青506、北农青贮368和渝青玉3号分别为21.05、21.04和 $20.84 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。本研究中,有11个品种干物质生物产量均高于对照雅玉青贮8号,分别是渝青386、渝青506、北农青贮368、渝青玉3号、新科910、雅玉04889、先玉1658、郑青贮1号、九新631、北农青贮3740和郑青贮2号;另外,干物质生物产量低于对照雅玉青贮8号的有8个品种,分别是郑单6040、雅玉158、郑单1704、大京九26、曲辰19、永优1573、宁禾0709和郑单958。干物质生物产量较低的是郑单958和宁禾0709。

鲜草产量结果显示渝青玉3号鲜草产量最高,为 $63.11 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,显著高于其余16个品种($P < 0.05$),渝青386、渝青506和北农青贮368次之,分别为59.31、58.76和 $58.08 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。与对照雅玉青贮8号相比较,渝青玉3号、渝青386、渝青506、北农青贮368和雅玉04889均表现为增产;新科910、郑青贮1号、北农青贮3740、郑青贮2号、先玉1658、九新631、曲辰19、大京九26、郑单6040、雅玉158、郑单1704、永优1573、宁禾0709和郑单958鲜草产量均低于雅玉青贮8号。鲜草产量较低的是郑单958、宁禾0709、永优1573。

籽粒产量结果显示郑单1704籽粒产量最高,为 $8.78 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,显著高于大京九26、宁禾0709、曲辰19、渝青玉3号、郑青贮2号、永优1573、渝青386和雅玉青贮8号8个品种($P < 0.05$)。与对照郑单958相比较,郑单1704、先玉1658、九新631均表现为增产;其余16个品种籽粒产量均低于郑单958,其中雅玉青贮8号、渝青386、永优1573、大京九26、曲辰19、渝青玉3号和宁禾0709籽粒产量比郑单958减少10%以上。

2.2 营养品质分析

目前,国际上常用的青贮玉米品质评价指标有中性洗涤纤维含量、纤维素含量(lignin)、不可消化纤维含量(undigested neutral detergent fiber, uNDF240)、中性洗涤纤维消化率(NDF digestibility, NDFd30)、全肠道NDF消化率(total tract neutral detergent fiber digestibility, TTNDFd)、淀粉(starch)、相对饲用价值和每吨产奶量^[22-23]。本研究采用的是我国国内常用的青贮玉米品质判定指标,即淀粉含量、粗蛋白含量、中性洗涤纤维含量、酸性洗涤纤维含量和相对饲用价值^[3, 12]。

NDF、ADF、粗蛋白(crude protein, CP)、淀粉含量和相对饲用价值在20个玉米品种之间有明显差异(表3)。NDF含量检测结果显示,大京九26、郑青贮1号、曲辰19、先玉1658、雅玉158、郑单1704和郑单6040 7个品种NDF含量均小于40%,其中郑单1704最低;渝青506、渝青玉3号和渝青386的NDF含量较高,均大于45%。ADF含量检测结果显示,除宁禾0709、渝青506、渝青玉3号、永优1573和渝青386外,其余15个品种ADF含量均小于23%,其中大京九26、郑青贮1号、曲辰19、先玉1658、九新

表 2 不同青贮玉米品种产量比较
Table 2 Corn silage yield of different varieties

品种 Variety	鲜草产量 Fresh yield/ (t·hm ⁻²)	籽粒产量 Grain yield/ (t·hm ⁻²)	干物质含量 Dry matter content/%	干物质生物产量 Dry matter yield		
				产量 Yield/(t·hm ⁻²)	相对变化 Relative differences/%	位次 Ranking
北农青贮368 Beinongqingzhu 368	58.08 ± 3.98abc	8.35 ± 0.24abcd	36.40 ± 0.70fg	21.04 ± 0.29ab	7.84	3
北农青贮3740 Beinongqingzhu 3740	53.43 ± 1.86cdef	7.87 ± 1.53abcde	36.85 ± 0.35ef	19.65 ± 0.51ef	0.72	10
大京九26 Dajingjiu 26	50.55 ± 2.87defg	7.55 ± 0.39cde	36.75 ± 0.25ef	18.53 ± 0.45g	-5.02	16
郑青贮1号 Zhengqingzhu No.1	54.20 ± 4.12bcde	7.89 ± 0.54abcde	36.67 ± 1.2ef	19.83 ± 0.44cde	1.64	8
宁禾0709 Ninghe 0709	48.06 ± 2.06fg	6.55 ± 0.60f	36.12 ± 0.93fg	17.35 ± 0.36h	-11.07	19
曲辰19 Quchen 19	51.12 ± 3.44def	7.45 ± 0.29de	36.35 ± 0.55fg	18.53 ± 0.33g	-5.05	17
先玉1658 Xianyu 1658	51.47 ± 4.59def	8.65 ± 0.16ab	38.89 ± 0.93ab	19.99 ± 0.29cde	2.46	7
新科910 Xinke 910	55.10 ± 3.06bcd	8.46 ± 0.41abc	37.32 ± 1.53de	20.46 ± 0.45bc	4.87	5
九新631 Jiuxin 631	51.40 ± 4.80def	8.58 ± 0.29ab	38.52 ± 0.93bc	19.71 ± 0.69def	1.03	9
雅玉04889 Yayu 04889	57.81 ± 1.04bc	8.06 ± 0.43abcde	35.28 ± 0.33hi	20.39 ± 0.37bcd	4.51	6
雅玉158 Yayu 158	48.93 ± 1.92efg	8.04 ± 0.26abcde	38.96 ± 0.54ab	19.00 ± 0.30fg	-2.61	14
渝青506 Yuqing 506	58.76 ± 4.23abc	8.04 ± 1.03abcde	35.87 ± 0.98gh	21.05 ± 0.53ab	7.89	2
渝青玉3号 Yuqingyu No.3	63.11 ± 4.91a	7.18 ± 0.53ef	33.02 ± 0.64j	20.84 ± 0.46ab	6.82	4
郑青贮2号 Zhengqingzhu No.2	53.35 ± 1.75cdef	7.79 ± 0.12bcde	36.75 ± 1.06ef	19.59 ± 0.40ef	0.41	11
郑单1704 Zhengdan 1704	48.85 ± 4.39efg	8.78 ± 0.20a	39.22 ± 0.68a	18.99 ± 0.40fg	-2.67	15
永优1573 Yongyou 1573	48.38 ± 1.95fg	7.56 ± 0.15cde	37.96 ± 0.92cd	18.33 ± 0.34g	-6.05	18
郑单6040 Zhengdan 6040	50.42 ± 1.91defg	8.31 ± 0.07abcd	38.53 ± 0.83bc	19.38 ± 0.39ef	-0.67	13
渝青386 Yuqing 386	59.31 ± 2.74ab	7.67 ± 0.32bcde	35.80 ± 1.20gh	21.20 ± 0.40a	8.66	1
郑单958 Zhengdan 958	45.12 ± 0.40g	8.57 ± 0.48ab	37.34 ± 1.19de	16.84 ± 0.26h	-13.69	20
雅玉青贮8号 Yayuyingzhu No.8	55.88 ± 2.32bcd	7.68 ± 0.20cde	34.97 ± 0.88i	19.51 ± 0.38ef	0.00	12

表中数据为平均值 ± 标准差; 同列不同小写字母表示不同品种间差异显著($P < 0.05$); 下表同。

Values in the table are the mean ± standard deviation (SD); different lowercase letters within the same column indicate significant differences between different cultivars at the 0.05 level; this is applicable for the following tables as well.

631、雅玉 04889、雅玉 158、郑单 1704、郑单 6040 和雅玉青贮 8 号的 ADF 含量小于 20%。本研究中 20 个品种的 CP 含量均大于 7%，其中郑青贮 1 号的粗蛋白含量最高，为 9.75%，渝青 506 的粗蛋白含量最低，为 8.22%。淀粉含量检测结果显示，北农青贮 368、大京九 26、郑青贮 1 号、曲辰 19、先玉 1658、新科 910、九新 631、雅玉 04889、雅玉 158、郑单 1704、郑单 6040 和郑单 958 这 12 个品种淀粉含量大于 30%，其中郑单 1704 最高，为 38.61%。相对饲用价值较高

的品种为郑单 1704、郑单 6040 和大京九 26，较低的品种为渝青 386、渝青玉 3 号和渝青 506。

国家青贮玉米品质等级划分为三级^[24]，本研究在此基础上增加一个特级，即将干物质含量 ≥ 30%、淀粉含量 ≥ 30%、ADF 含量 ≤ 20%、NDF 含量 ≤ 40%、粗蛋白含量 ≥ 7% 的青贮玉米品质评定为特级。本研究中，郑单 1704、郑单 6040、大京九 26、先玉 1658、曲辰 19、雅玉 158 和郑青贮 1 号这 7 个品种品质达特级，其相对饲用价值排名分别为第 1、2、3、4、5、

表 3 不同青贮玉米品种营养品质比较
Table 3 Comparison of nutritional quality among different silage corn varieties

品种 Variety	中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber/%	酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber/%	粗蛋白 Crude protein/%	淀粉 Starch/%	相对饲用价值 Relative feed value	青贮玉米品质 分级 Quality grading for silage maize
北农青贮368 Beinongqingzhu 368	41.25 ± 0.25h	22.90 ± 0.92cd	9.16 ± 0.25abcd	31.66 ± 1.67def	161.67 ± 0.34k	一级 Level 1
北农青贮3740 Beinongqingzhu 3740	43.00 ± 0.50d	22.70 ± 0.82cd	9.19 ± 0.18abcd	28.16 ± 0.77gh	154.07 ± 0.21n	一级 Level 1
大京九26 Dajingjiu 26	36.10 ± 0.25n	17.56 ± 2.55hij	8.87 ± 0.25cd	36.48 ± 2.13b	193.83 ± 0.15c	特级 Super
郑青贮1号 Zhengqingzhu No.1	38.62 ± 0.06l	19.96 ± 1.16efg	9.75 ± 0.66a	30.06 ± 2.39fg	176.68 ± 0.67g	特级 Super
宁禾0709 Ninghe 0709	42.73 ± 0.18de	23.58 ± 1.65c	9.51 ± 0.39abc	27.24 ± 1.48hij	153.55 ± 0.57n	二级 Level 2
曲辰19 Quchen 19	37.99 ± 0.19m	18.02 ± 1.30ghi	8.89 ± 0.47c	31.79 ± 1.08def	183.31 ± 0.68e	特级 Super
先玉1658 Xianyu 1658	39.01 ± 0.43k	14.33 ± 0.76l	8.91 ± 0.35bcd	33.69 ± 2.09c	185.37 ± 0.49d	特级 Super
新科910 Xinke 910	41.91 ± 0.42f	22.14 ± 1.96cd	8.93 ± 0.26bcd	30.77 ± 1.78ef	159.04 ± 0.74m	一级 Level 1
九新631 Jiuxin 631	40.18 ± 0.32j	15.52 ± 1.04jkl	9.00 ± 0.48bcd	32.68 ± 2.62cde	177.83 ± 0.84f	一级 Level 1
雅玉04889 Yayu 04889	41.15 ± 0.15h	15.63 ± 1.45jkl	8.99 ± 0.54bcd	32.09 ± 1.82def	173.44 ± 0.40h	一级 Level 1
雅玉158 Yayu 158	38.63 ± 0.18l	18.97 ± 1.59fgh	8.98 ± 0.22bcd	34.64 ± 2.17bc	178.49 ± 0.50f	特级 Super
渝青506 Yuqing 506	47.07 ± 0.18b	28.16 ± 2.50a	8.22 ± 0.10e	25.17 ± 2.25jk	132.34 ± 0.39q	三级 Level 3
渝青玉3号 Yuqingyu No.3	47.88 ± 0.38a	25.68 ± 1.66b	8.59 ± 0.80de	25.75 ± 2.17ij	133.85 ± 0.56p	二级 Level 2
郑青贮2号 Zhengqingzhu No.2	41.51 ± 0.11g	22.05 ± 1.95cde	9.54 ± 0.27abc	26.89 ± 1.33hij	160.73 ± 0.15l	一级 Level 1
郑单1704 Zhengdan 1704	33.64 ± 0.37p	14.72 ± 1.57kl	8.71 ± 0.72de	38.61 ± 0.74a	214.12 ± 0.52a	特级 Super
永优1573 Yongyou 1573	42.56 ± 0.24e	23.65 ± 0.37c	9.58 ± 0.39ab	27.46 ± 0.59hi	154.04 ± 0.12n	二级 Level 2
郑单6040 Zhengdan 6040	34.19 ± 0.20o	16.69 ± 1.20ijk	9.69 ± 0.17a	34.77 ± 1.06bc	206.50 ± 0.82b	特级 Super
渝青386 Yuqing 386	45.07 ± 0.21c	27.91 ± 0.95a	8.97 ± 0.50bcd	23.55 ± 1.48k	138.61 ± 0.17o	三级 Level 3
郑单958 Zhengdan 958	40.56 ± 0.17i	20.78 ± 2.35def	8.70 ± 0.56de	32.30 ± 1.15def	166.76 ± 0.16i	一级 Level 1
雅玉青贮8号 Yayuingzhu No.8	42.16 ± 0.34f	17.61 ± 1.61hij	8.96 ± 0.36bcd	26.87 ± 1.53hij	165.88 ± 0.47j	一级 Level 1

6、8名。九新631、雅玉04889、郑单958、雅玉青贮8号、北农青贮368、郑青贮2号、新科910和北农青贮3740这8个品种品质评定为一级,相对饲用价值排名分别为第7、9、10、11、12、13、14、15名。永优1573、宁禾0709和渝青玉3号品质评定为二级,渝青386和渝青506品质判定为三级,这5个品种的相对饲用价值排名在第15名之后。

依据NDF、ADF、CP、淀粉和相对饲用价值等品质性状的相关性,通过邻并法对20个玉米品种进行聚类分析。结果如图1所示,20个玉米品种可以分成两大类。即由16个品种组成的第I类群和由4个品种组成的第II类群。第I类群的品质等级高于第

II类群,第I类群中除永优1573外,其他15个品种品质等级均为特级或者一级;第II类群4个品种品质等级均为二级或者三级。第I类群又可以分出一个亚类群,这个亚类群包含7个品种,该亚类群的品质等级大多数为特级,品质明显优于第I类群中的其他品种。

2.3 不同玉米品种的青贮生育期及抗倒伏情况

对20个玉米品种的青贮生育期、株高、穗位高、倒伏率、倒折率和茎腐病等农艺性状进行调查,结果如表4所列。不同品种之间青贮生育期、株高、穗位高、倒伏率、倒折率和茎腐病差异明显。其中雅玉青贮8号、渝青386、雅玉04889、渝青玉3号青贮

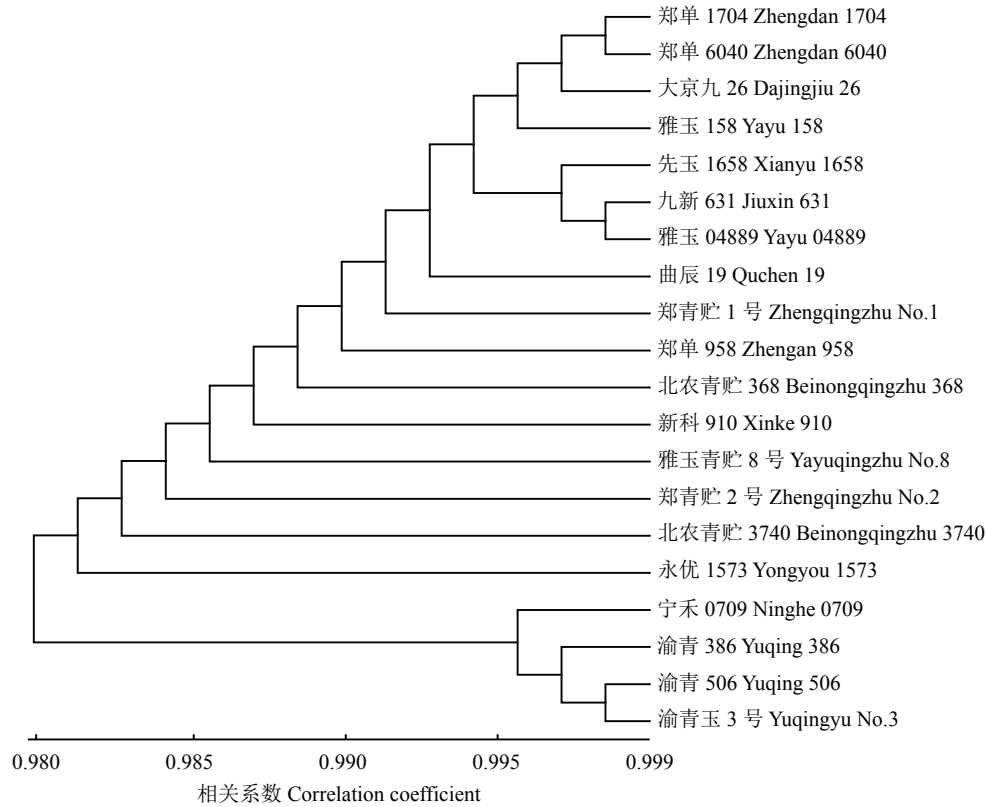


图 1 20 个玉米品种品质指标聚类分析结果

Figure 1 Cluster analysis results of nutritional quality among 20 maize varieties

玉米生育期最高,均超过 100 d;渝青玉 3 号、渝青 386 植株株高显著高于其他 18 个品种 ($P < 0.05$),其次为先玉 1658、渝青 506、雅玉青贮 8 号、雅玉 04889,这些品种植株高度均显著高于郑单 958 ($P < 0.05$);渝青玉 3 号、雅玉 04889、渝青 506、雅玉青贮 8 号穗位较高,其次为渝青 386、大京九 26 和宁禾 0709,这些品种的穗位显著高于其他 11 个品种 ($P < 0.05$);渝青玉 3 号、渝青 386、宁禾 0709、渝青 506、曲辰 19、雅玉 04889、大京九 26 和永优 1573 倒伏率与倒折率之和大于 14%,均明显高于其他品种 (图 2)。先玉 1658 虽然植株较高,但由于穗位偏低,因此整个植株表现为抗倒伏。

3 讨论与结论

3.1 不同青贮玉米品种产量与抗倒性比较分析

青贮玉米具有干物质生物产量高、品质优等特点,是奶牛、肉牛、肉羊粗饲料的重要来源。干物质生物产量是衡量青贮玉米生产力的主要指标,干物质生物产量越高,可被利用的营养物质越高,产生的经济效益也就越大。衡量一个品种产量的高低,

需要选择合适的对照品种。目前,研究人员在全国各地均开展了青贮玉米品种筛选工作,但研究中均缺乏对照品种,或者仅以普通玉米郑单 958 作为对照品种^[9-12, 25]。本研究结果显示 20 个品种中郑单 958 干物质生物产量最低,因此郑单 958 不适宜作为青贮玉米品种种植,也不适宜作为青贮玉米筛选试验的对照。本研究选择的对照品种雅玉青贮 8 号是国审青贮玉米品种,在黄淮海地区表现优良,且为国家黄淮海夏播青贮玉米区域试验对照品种。另外,本研究结果显示,雅玉青贮 8 号干物质生物产量排名第 12 位,其干物质生物产量排名并非最高或最低。因此,本研究认为雅玉青贮 8 号适合作为河南地区青贮玉米筛选试验对照品种。

由于河南省还未有粮饲通用型青贮玉米品种审定,为满足市场需求,本研究在测定品种干物质生物产量的同时,测定了籽粒产量,并选用郑单 958 作为品种籽粒产量测产对照。本研究中,从干物质生物产量和籽粒产量来看,先玉 1658 和九新 631 均较高,可以作为粮饲通用型青贮玉米品种进行推广。种植者可以根据当年籽粒或者青贮玉米市场价格以及青贮收获期天气情况,及时调节收获方式,

表 4 不同青贮玉米品种农艺性状指标
Table 4 Agronomic characters of different silage corn varieties

品种 Variety	青贮生育期 Period of duration/d	株高 Plant height/cm	穗位 Ear position/cm	倒伏率 Lodging rate/%	倒折率 Lodging rate of corn stalks/%	茎腐病 Stem rot/%
北农青贮368 Beinongqingzhu 368	98.33 ± 0.58de	259.24 ± 4.36fgh	109.89 ± 10.57def	0.59 ± 0.06o	0.25 ± 0.05m	0.50 ± 0.03jk
北农青贮3740 Beinongqingzhu 3740	97.17 ± 0.76fgh	247.88 ± 4.45i	98.64 ± 2.93fgh	0.48 ± 0.07o	1.30 ± 0.20g	1.20 ± 0.10ghijk
大京九26 Dajingjiu 26	97.50 ± 0.50ef	271.89 ± 6.52d	122.21 ± 6.77bc	17.21 ± 0.21f	1.83 ± 0.08e	10.59 ± 1.51d
郑青贮1号 Zhengqingzhu No.1	99.33 ± 0.58bcd	263.81 ± 3.64ef	115.26 ± 4.15cde	6.57 ± 0.13i	0.56 ± 0.14l	1.74 ± 0.09fghi
宁禾0709 Ninghe 0709	99.67 ± 1.15abc	269.35 ± 3.52de	119.53 ± 6.81bcd	24.38 ± 0.29b	1.00 ± 0.10hi	12.61 ± 1.19c
曲辰19 Quchen 19	99.00 ± 1.00cd	254.98 ± 3.44ghi	101.55 ± 7.82fgh	18.70 ± 0.40e	1.23 ± 0.18g	1.86 ± 0.12fgh
先玉1658 Xianyu 1658	97.33 ± 0.58efg	283.69 ± 2.54bc	105.90 ± 5.75efg	1.77 ± 0.11m	1.07 ± 0.14h	14.02 ± 2.03b
新科910 Xinke 910	99.33 ± 0.58bcd	262.72 ± 6.52efg	103.72 ± 7.60efgh	0.00 ± 0.00p	0.72 ± 0.08k	0.39 ± 0.03jk
九新631 Jiuxin 631	96.63 ± 0.55fgh	247.85 ± 4.36i	91.35 ± 0.78h	6.76 ± 0.57i	0.49 ± 0.11l	0.27 ± 0.08k
雅玉04889 Yayu 04889	100.33 ± 0.58ab	279.68 ± 3.77c	131.94 ± 9.95ab	17.07 ± 0.23f	2.84 ± 0.16c	1.06 ± 0.08ghijk
雅玉158 Yayu 158	98.33 ± 0.58de	253.76 ± 4.34hi	106.23 ± 10.73efg	7.79 ± 0.20h	0.61 ± 0.07kl	1.94 ± 0.14fg
渝青506 Yuqing 506	99.33 ± 0.58bcd	280.78 ± 6.50c	131.08 ± 3.74ab	22.21 ± 0.25d	2.08 ± 0.22d	1.73 ± 0.11fghi
渝青玉3号 Yuqingyu No.3	100.00 ± 1.00abc	294.54 ± 8.05a	135.35 ± 11.88a	26.23 ± 0.23a	3.46 ± 0.32b	1.36 ± 0.13fghijk
郑青贮2号 Zhengqingzhu No.2	96.33 ± 0.58gh	231.00 ± 7.35j	93.45 ± 5.33gh	1.10 ± 0.21n	0.48 ± 0.12l	3.04 ± 0.22e
郑单1704 Zhengdan 1704	96.83 ± 0.29fgh	260.83 ± 2.50fgh	101.10 ± 9.04fgh	6.15 ± 0.18j	0.87 ± 0.07ij	2.45 ± 0.15ef
永优1573 Yongyou 1573	96.17 ± 0.29h	255.58 ± 2.31ghi	91.81 ± 3.77h	14.24 ± 0.25g	0.49 ± 0.11l	0.65 ± 0.10ijk
郑单6040 Zhengdan 6040	96.67 ± 0.58fgh	268.89 ± 4.17de	100.43 ± 9.93fgh	4.77 ± 0.33l	0.74 ± 0.08jk	0.74 ± 0.08hijk
渝青386 Yuqing 386	100.33 ± 0.58ab	290.72 ± 6.18ab	126.91 ± 7.29abc	23.69 ± 0.21c	3.76 ± 0.14a	15.83 ± 1.42a
郑单958 Zhengdan 958	96.67 ± 0.58fgh	236.81 ± 5.11j	102.66 ± 7.95efgh	5.44 ± 0.27k	1.64 ± 0.14f	0.72 ± 0.08hijk
雅玉青贮8号 Yayudingzhu No.8	100.67 ± 0.58a	280.73 ± 2.30c	130.08 ± 5.58ab	5.32 ± 0.19k	1.28 ± 0.18g	1.50 ± 0.25fghij

规避种植风险。

黄淮海部分地区玉米生长季节多大风,因此青贮玉米筛选在考虑产量的同时应选择抗倒性较好的品种,以利于机械化收获。本研究发现虽然有些品种植株高大,干物质产量较高,但是抗倒性较差。陈淑萍等^[25]在青贮玉米品种筛选研究中发现雅玉青贮 79491、北农青贮 308、先玉 335 产量较高,但由于其倒伏(折)率较高,最终这 3 个品种未被选中。本研究中渝青玉 3 号、渝青 386 和渝青 506 干物质生物产量均显著高于对照,株高也显著高于其他 14 个品种,但是倒伏率和倒折率之和均大于 24%。

因此,不能盲目选择植株高大型品种作为青贮玉米种植,以免增加倒伏风险,从而影响产量和品质。

3.2 不同青贮玉米营养品质比较分析

随着我国奶牛单产日益增高,对粗饲料品质的要求也越来越高。优良青贮玉米品种应该同时具备较高的干物质生物产量和良好的营养品质^[14,26]。研究人员在青贮玉米品种筛选过程中发现生物产量与营养品质并不正相关。本研究中渝青玉 3 号、渝青 386 和渝青 506 生物产量均显著高于对照,但是 ADF 和 NDF 含量均较高,品质评定均在一级以下。

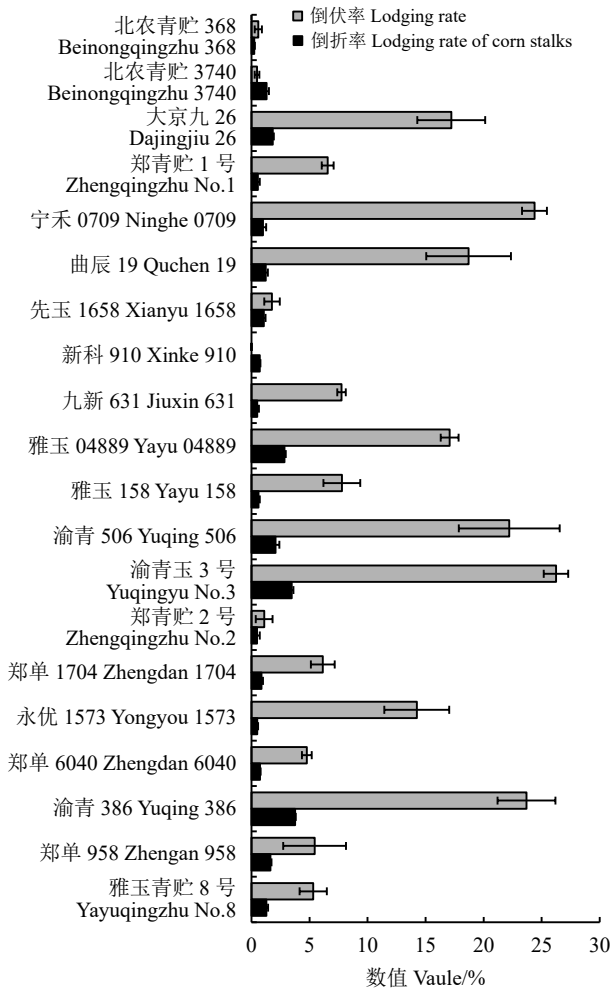


图 2 不同玉米品种倒伏率、倒折率
Figure 2 Lodging rate of corn stalks of different corn varieties

另外,品质评定为特级或者一级的有 15 个品种,其中有 7 个品种产量较低或抗倒性差。因此,青贮玉米品种筛选需要同时兼顾产量和品质。

淀粉是日粮中主要能量来源,青贮玉米中淀粉含量较高可以减少其他饲料的添加,以降低成本,因此淀粉含量对于青贮玉米品质尤为重要。本研究增加的青贮玉米品质特等级别中规定淀粉含量需 $\geq 30\%$ 。潘金豹等^[27]研究认为,淀粉含量和中性洗涤纤维含量是评价青贮玉米品质最重要的指标。但是大多研究人员在品种筛选过程中对淀粉含量不太重视^[10-12, 28-29]。张健等^[11]虽然综合多个指标对筛选品种品质进行了分级,但并未采用淀粉含量这一指标。王芳等^[30]研究认为淀粉含量与纤维(NDF、ADF)含量呈极显著负相关关系。本研究中 20 个玉米品种品质指标聚类分析结果显示,淀粉含量较高的品种,其 ADF 和 NDF 含量均较低,而且相对饲用价值也较高,这与王芳等^[30]研究结果一致。因此,青贮玉米品种筛选需要注重淀粉含量这一品质指标。

综上所述,综合高产、优质、抗性进行评价,普通玉米品种先玉 1658、新科 910、九新 631 可以作为青贮玉米在河南地区进行推广种植;青贮玉米品种郑青贮 1 号、北农青贮 368、北农青贮 3740、郑青贮 2 号可以作为专用青贮玉米品种在河南地区进行推广种植,这 7 个玉米品种中先玉 1658 和郑青贮 1 号品质达特级,北农青贮 368、北农青贮 3740、新科 910、九新 631 和郑青贮 2 号品质达到一级。

参考文献 References:

- [1] ALLEN M S, COORS J G, ROTH G W. Corn Silage. //BUXTON D R, MUCK R E, HARRISON H J (eds). Silage Science and Technology. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003: 547-608.
- [2] 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.
- [3] BARLOW J S, BERNARD J K, MULLIS N A. Production response to corn silage produced from normal, brown midrib, or waxy corn hybrids. *Journal of Dairy Science*, 2012, 95(8): 4550-4555.
- [4] 李剑楠, 杨武, 冯进华, 曹玉凤, 丁宁, 于海川, 李运起. 玉米类型和生育时期对其青贮饲料品质的影响. *河北农业大学学报*, 2015(5): 17-21.
LI J N, YANG W, FENG J H, CAO Y F, DING N, YU H C, LI Y Q. Effect of maize type and growth developmental stage on silage quality. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2015(5): 17-21.
- [5] NAZLI M H, HALIM R A, ABDULLAH A M, HUSSIN G, SAMSUDIN A A. Potential of feeding beef cattle with whole corn crop silage and rice straw in Malaysia. *Tropical Animal Health and Production*, 2018, 50(5): 1119-1124.

- [6] 黄季焜. 农业供给侧结构性改革的关键问题: 政府职能和市场作用. 中国农村经济, 2018, 2(2): 2-14.
HUANG J K. Key issues on supply side structural reforms in agriculture: gGand market roles. Chinese Rural Economy, 2018, 2(2): 2-14.
- [7] 倪印锋, 王明利. 中国青贮玉米产业发展时空演变及动因. 草业科学, 2019, 36(7): 1915-1924.
NI Y F, WANG M L. Spatiotemporal evolution of China's silage corn industry and the factors driving its development. Pratacultural Science, 2019, 36(7): 1915-1924.
- [8] 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. Breeding strategy and objective of silage maize in China. Journal of Maize Sciences, 2002, 10(4): 3-4.
- [9] 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比较试验. 草业学报, 2019(28): 49-60.
LIU X, WANG B, ZHU X Y, GUO X J, WANG C Z, LI D F. A comparison of varieties of silage maize in Henan Province. Acta Pratacultural Sinica, 2019(28): 49-60.
- [10] 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.
- [11] 张健, 黄德均, 唐露, 高立芳. 三峡库区 10 个青贮玉米品种生产性能及营养价值综合评价分析. 草业科学, 2019, 36(8): 2118-2126.
ZHANG J, HUANG D J, TANG L, GAO L F. Comprehensive evaluation and analysis of the performance and nutritional value of 10 silage corn varieties in the Three Gorges Reservoir area. Pratacultural Science, 2019, 36(8): 2118-2126.
- [12] 甘辉林, 权金鹏, 马垭杰, 宋福超, 王鹏. 不同优质高产青贮玉米新品种生产性能及营养价值评价. 畜牧兽医杂志, 2017, 36(5): 11-15.
GAN H L, QUAN J P, MA Y J, SONG F C, WANG P. Evaluation on production performance and nutritional quality of different silage corn varieties. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2017, 36(5): 11-15.
- [13] HARRISON J H, JOHNSON L, RILEY R, XU S, LOMEY K, HUNT C W, SAPIENZA D. Effect of harvest maturity of whole plant corn silage on milk production and component yield and passage of corn grain and starch into feces. Journal of Dairy Science, 1996, 79(S1): 149-153.
- [14] BAL M A, COORS J G, SHAVER R D. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. Journal of Dairy Science, 1997, 80(10): 2497-2503.
- [15] 张吉旺, 王空军, 胡昌浩. 收获期对玉米饲用营养价值的影响. 玉米科学, 2000, 8(Z1): 33-35.
ZHANG J W, WANG K J, HU C H. Influence of harvested at different stages to corn feeding nutritive value. Journal of Maize Sciences, 2000, 8(Z1): 33-35.
- [16] 陈艳霞, 南张杰, 潘金豹, 王晔. 青贮玉米不同器官对产量和品质的影响. 北京农学院学报, 2016, 31(3): 16-22.
CHEN Y X, NAN Z J, PAN J B, WANG Y. The influence of difference organs on yield and quality for whole plant of silage maize. Journal of Beijing University of Agriculture, 2016, 31(3): 16-22.
- [17] 朱丹, 张佩华, 赵勐, 刘士杰, 张开展, Weiss W P, 卜登攀. 不同 NDF 与淀粉比例饲料在奶牛瘤胃的降解特性. 草业科学, 2015, 32(12): 2122-2130.
ZHU D, ZHANG P H, ZHAO M, LIU S J, ZHANG K Z, WEISS W P, BU D P. Rumen degradation characteristics of different neutral detergent fiber starch ratio diets in dairy cattle. Pratacultural Science, 2015, 32(12): 2122-2130.
- [18] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
ZHANG L Y. Feed analysis and Feed Quality Inspection Technology. Beijing: China Agricultural University Press, 2003.
- [19] 郭冬生, 彭小兰. 蒽酮比色法和酶水解法两种淀粉测定方法的比较研究. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2007, 19(3): 34-36.

- GUO DS, PENG X L. A comparative method study on starch between the enzyme hydrolysis and anthrone colorimetry. *Journal of Hunan University of Arts and Science (Natural Science)*, 2007, 19(3): 34-36.
- [20] 汪铁桥. 影响淀粉盐酸水解的主要因素. *科技传播*, 2013, 23: 109-110.
WANG T Q. The main factors influencing the hydrochloric acid hydrolysis of starch. *Public Communication of Science and Technology*, 2013, 23: 109-110.
- [21] ROHWEDER D A, BARNES R F, JORGENSEN N. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 1978, 47(3): 747-759.
- [22] FERRARETTO L F, SHAVER R D. Impact of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation and lactation performance by dairy cows through a meta analysis. *Journal of Dairy Science*, 2015, 98(4): 2662-2675.
- [23] 兰贵生, 闫佰鹏, 李发弟, 李飞. 日粮 uNDF 对反刍动物生长和代谢的作用. *草业科学*, 2018, 35(5): 1247-1253.
LAN G S, YAN B P, LI F D, LI F. Nutritional function of undigested neutral detergent fiber in ruminant. *Pratacultural Science*, 2018, 35(5): 1247-1253.
- [24] 全国畜牧业标准化技术委员会. GB/T 25882-2010 青贮玉米品质分级. 北京: 中国标准出版社, 2010.
National Technical Committee of Animal Husbandry Standardization. GB/T 25882-2010 Quality Grading for Silage Maize. Beijing: China Standard Press, 2010.
- [25] 陈淑萍, 魏建伟, 游永亮, 谢俊良, 卜俊周, 彭海成, 岳海旺, 王雪征. 海河低平原区 14 个玉米品种青. 贮性状评价及适应性分析. *华北农学报*, 2017, 32(s1): 95-101.
CHEN S P, WEI J W, YOU Y L, XIE J L, BU J Z, PENG H C, YUE H W, WANG X Z. Identification and evaluation of silage characters of 14 corn varieties in Haihe low plain. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 2017, 32(s1): 95-101.
- [26] JOHNSON L M, HARRISON J H, DAVIDSON D, SWIFT M, MAHANNA W C, SHINNERS K. Corn silage management II: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on digestion and energy content. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85(11): 2913-2927.
- [27] 潘金豹, 张秋芝, 郝玉兰, 南张杰. 青贮玉米的类型与评价标准. *北京农业*, 2002, 11(11): 27-28.
PAN J B, ZHANG Q Z, HAO Y L, NAN Z J. Types and evaluation criteria of silage maize. *Beijing Agriculture*, 2002, 11(11): 27-28.
- [28] 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.
- [29] 王振南, 杨燕, 李付武, 吕慎金. 不同青贮玉米品种产量与品质研究. *黑龙江畜牧兽医*, 2018, 6(6): 141-144.
WANG Z N, YANG Y, LI F W, LYU S J. Study on yield and quality of different silage maize varieties. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2018, 6(6): 141-144.
- [30] 王芳, 南张杰, 史利玉. 优质青贮玉米自交系筛选与评价. *玉米科学*, 2016, 24(24): 12-19.
WANG F, NAN Z J, SHI L Y. Identification and evaluation of high quality silage maize inbred lines. *Journal of Maize Sciences*, 2016, 24(24): 12-19.

(责任编辑 魏晓燕)