

朱 欣,陈光燕,李龙兴,等. 贵州青贮玉米生产性能比较及主要性状相关性分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(16):212-216.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.16.042

# 贵州青贮玉米生产性能比较及主要性状相关性分析

朱 欣<sup>1</sup>,陈光燕<sup>2</sup>,李龙兴<sup>1</sup>,王家豪<sup>3</sup>,罗玉洁<sup>1</sup>,赵丽丽<sup>3</sup>

(1. 贵州省草地技术试验推广站,贵州贵阳 550025; 2. 贵州众智恒生态科技有限公司,贵州贵阳 550025;  
3. 贵州大学动物科学学院,贵州贵阳 550025)

**摘要:**为选出适宜贵州省种植的全株青贮玉米(*Zea mays* L.)品种(系),对7个玉米品种(系)进行引种生产性能比较试验,并探讨其各农艺性状与产量、品质的相关关系。结果表明,在生物学产量方面,以青丰4号表现最好,鲜质量和干质量分别达到64.68、19.28 t/hm<sup>2</sup>;在品质方面,粗蛋白、粗脂肪等含量以青丰4号最高,分别为8.07%、4.63%,显著高于其他各品种(系)(除对照组外)( $P < 0.05$ ),粗纤维含量以红单10号最低,显著低于其他各品种(系)( $P < 0.05$ )。农艺性状与产量、品质有一定程度的相关性,生物学产量与叶片数、株高、茎粗、穗位高、穗质量均呈显著正相关关系( $P < 0.01$ );叶片数、叶长、叶宽与粗蛋白含量均呈显著正相关关系( $P < 0.05$ );叶片数、叶长、叶宽与粗脂肪、粗灰分含量均呈正相关关系,但不显著;叶片数、叶长与粗纤维含量均呈显著负相关( $P < 0.05$ )。从生物学产量及营养品质2个方面综合评定,以青丰4号表现最为良好,适宜在贵州省推广种植。

**关键词:**青贮玉米;品种(系);农艺性状;产量;品质;相关性

**中图分类号:** S816.5<sup>+</sup>3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)16-0212-05

随着我国和贵州省农业结构的调整,畜牧业已成为农业发展的重点,针对畜牧业快速发展中优质饲草饲料缺乏的局面,作为饲草料之王的青贮玉米(*Zea mays* L.),因收获的为包括果穗在内的地上全部绿色植株,更好地保存了玉米蛋白质、微量元素、糖分、维生素等,减少了纤维类物质的含量,保证了青贮玉米的营养价值,改善了其适口性。全株玉米青贮料保证了草食家畜全年的供给,对畜牧业的发展起着举足轻重的作用<sup>[1-3]</sup>。

许多发达国家中,全株青贮玉米的培育和饲喂利用有较多研究,全株玉米青贮料已成为反刍家畜日粮中主要有效能量来源<sup>[4-5]</sup>。我国青贮玉米品种培育工作发展较晚,2002年以前品种审定以生物鲜质量产量为重要指标,2002年以后审定标准才以产量和品质并重。截至2017年共审定了168个青贮玉米品种,国审30个、省审138个<sup>[6]</sup>。因选育种植地区不同,品种间特征、特性存在差异,只有适宜当地气候条件的高产优质品种才是好品种。

贵州省2016年实施“粮改饲”以来,由于前期针对适宜本地青贮玉米品种筛选试验示范工作滞后,大部分地区的青贮玉米产量较低,其中一个最重要的原因为品种混杂多样,很多均为籽实玉米充数。因此,筛选出适宜贵州省的高产优质全株青贮玉米品种,对提高贵州省青贮玉米生产能力有重要的现实意义。本研究对7个青贮玉米品种(系)进行品种比较试验,以期对贵州省“粮改饲”青贮玉米的推广利用提供一定的理论和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

来源于北京正道生态科技有限公司的青贮玉米品种(系)5个:禾玉9566、青丰9号、QZHY001、QZHY002、QZHY003,青丰4号为贵州大学和北京佰青源畜牧业科技发展有限公司联合培育,红单10号来源于云南禾益农业科技有限公司,所选用的对照组(禾玉9566)为西南地区以及贵州省主要栽培籽粒型玉米品种,种植范围较广,所有参试材料均为中晚熟品种(系)。

### 1.2 试验地基本情况

该试验于2018年5—8月在黔南州独山县贵州省草地技术试验推广站试验区进行,该区属亚热带季风区,全年无霜期在280 d左右,最低气温为

收稿日期:2019-08-14

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFC0502607-04)。

作者简介:朱 欣(1988—),女,贵州毕节人,硕士,畜牧师,从事草地生态畜牧业、饲草料加工及贮藏研究。E-mail:764091308@qq.com。

通信作者:赵丽丽,博士,副教授,主要从事牧草种质资源研究。

E-mail:zhaolili\_0508@163.com。

-2 ℃,最高气温为 32 ℃,年降水量为 1 150 mm 左右,年日照时数为 1 300 h 左右,实属丰产型气候。土壤为黏性土壤,肥力为三级,pH 值为 6.24,有机质含量为 30.0 g/kg,有效磷含量为 112.9 mg/kg,有效钾含量为 220 mg/kg。

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,小区面积为 6 m × 6 m,每个材料 3 个重复小区,均行种植,行距为 0.6 m,株距为 0.3 m,穴播(每穴 2~3 粒种子,分散开,深度为 5 cm 左右),区间步道宽 1 m。2018 年 5 月 6 日播种,人工开沟施底肥过磷酸钙 60 kg/hm<sup>2</sup>,拔节期追施尿素 150 kg/hm<sup>2</sup>。试验地管理:适期定苗、铲蹠,保持无杂草。调查记录播种期、出苗期、抽穗期、乳熟期、收获期(1/2 乳线)。

### 1.4 测定指标

**1.4.1 全株鲜质量及干质量的测定** 所有品种在 95% 处于乳熟末期到蜡熟初期之间(1/2 乳线)收获,收获时去边行效应,选取中间 3 m × 3 m,每个样方所有植株从地上部 15 cm 处全株收割,称鲜质量,并换算成 1 hm<sup>2</sup> 鲜草产量。将收获每个材料的植株用粉碎机粉碎,混合均匀后取鲜样 1 kg,放入烘箱在 105 ℃ 条件下杀青 30 min,65 ℃ 烘干 48 h 至恒质量,称其质量为干质量。

干鲜比 = 干质量(kg)/鲜质量(kg) × 100%

**1.4.2 农艺性状** 收获时每小区随机抽取 10 株青贮玉米,测量其株高(cm)、茎粗(cm)、穗位高

(cm)、鲜质量(kg)、穗质量(kg)、叶片数(张)。由于全株青贮玉米的收获期还未达到蜡熟期,所以叶片数 85% 为绿叶数,本试验统一计算为叶片数。

**1.4.3 营养成分测定** 将测定干质量后的样品采用粉碎机粉碎,过 40 目筛密封保存待测。粗蛋白(crude protein,CP)、粗脂肪(ether extract,EE)、粗纤维(crude fiber,CF)等的含量按照饲料质量检测技术进行分析测定,粗灰分(crude ash,Ash)含量按 GB/T 6438—2007《饲料中粗灰分的测定》、钙(Ca)含量按 GB/T 6436—2002《饲料中钙的测定》、总磷(P)含量按 GB/T 6436—2002《饲料中总磷的测定分光光度法》进行分析测定。

### 1.5 数据分析

使用 Microsoft Excel 进行数据整理,所有数据以“平均值 ± 标准差”的形式表示,采用 SPSS 19.0 软件进行单因素方差分析(ANOVA),用最小显著性差异(LSD)法进行多重比较, $P < 0.05$  为差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 农艺性状比较分析

由表 1 可知,不同品种(系)间的生育期表现不同,其中仅有青丰 4 号比对照组提前 3 d 达到 1/2 乳线(收获期)。其他各品种(系)均比对照组推迟达到 1/2 乳线(收获期),品种(系)间生育期差异跨度达 17 d,提示品种(系)间的农艺性状均存在不同程度的差异性。

表 1 不同品种(系)青贮玉米各农艺性状指标

品种	生育期 (d)	株高 (cm)	茎粗 (cm)	穗位高 (cm)	穗质量 (g)	叶片数 (张)
禾玉 9566	101	250.16 ± 4.11bc	2.43 ± 0.12b	114.32 ± 3.38abc	456.67 ± 15.27c	15.77 ± 0.09b
红单 10 号	107	267.56 ± 4.86a	2.32 ± 0.18c	113.12 ± 3.47bc	413.33 ± 37.52d	15.32 ± 0.11b
青丰 9 号	104	248.32 ± 9.71c	2.52 ± 0.08a	115.44 ± 1.76a	523.33 ± 33.29b	16.80 ± 0.69a
青丰 4 号	98	270.53 ± 4.12a	2.57 ± 0.22a	116.30 ± 1.64a	588.33 ± 22.54a	17.10 ± 0.81a
QZHY001	109	267.80 ± 1.28a	2.28 ± 0.14cd	113.43 ± 0.50bc	463.33 ± 35.47c	15.72 ± 0.42b
QZHY002	105	259.90 ± 7.26b	2.38 ± 0.20bc	112.56 ± 4.38c	489.67 ± 34.81bc	16.10 ± 0.41b
QZHY003	115	248.95 ± 7.87c	2.14 ± 0.19d	110.27 ± 2.61c	416.66 ± 64.29d	15.64 ± 0.18b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。表 2 同。

供试品种(系)株高为 248.32 ~ 270.53 cm,其中青丰 4 号株高最高,比对照组提高 8.1%,其次为 QZHY001、红单 10 号,分别比对照组提高了 7.1%、7.0%,三者间差异不显著,但均显著高于对照组( $P < 0.05$ );青丰 9 号、QZHY002、QZHY003 与对照组间差异不显著。青丰 9 号和青丰 4 号两者之间的

茎粗差异不显著,但显著高于其他品种( $P < 0.05$ ),其中只有 QZHY002 的茎粗与对照组间差异不显著;QZHY003 的茎粗显著低于其他各组( $P < 0.05$ )。青丰 9 号和青丰 4 号叶片数约为 17 张,显著高于对照组及其他品种( $P < 0.05$ )。红单 10 号、QZHY001、QZHY002、QZHY003 的叶片数与对照组

间差异不显著。

青丰 4 号、青丰 9 号的穗位高与对照组之间差异不显著,但两者显著高于红单 10 号、QZHY001、QZHY002、QZHY003( $P<0.05$ )。青丰 4 号的穗质量为 588.33 g,比对照组显著提高 28.83% ( $P<0.05$ ),与其他各组均差异显著 ( $P<0.05$ )。QZHY001、QZHY002 的穗质量与对照组差异不显著,红单 10 号、QZHY003 的穗质量显著低于对照组 ( $P<0.05$ )。

2.2 生物学产量及品质比较

由表 2 可知,在生物学产量方面,青丰 4 号全株

鲜质量最高,显著高于红单 10 号、QZHY001、QZHY002、QZHY003 ( $P<0.05$ ),分别提高 9.1%、8.6%、5.4%、16.2%。青丰 4 号、青丰 9 号、红单 10 号、QZHY001 和对照组间差异不显著,QZHY003 鲜质量显著低于对照组 ( $P<0.05$ )。

全株干质量最高的是青丰 4 号,显著高于其他各品种(系) ( $P<0.05$ ),分别比对照组、红单 10 号、青丰 9 号、QZHY001、QZHY002、QZHY003 提高 4.4%、4.7%、6.8%、8.8%、16.9%。红单 10 号、QZHY002 和对照组间差异不显著,青丰 9 号、QZHY001、QZHY003 干质量显著低于对照组 ( $P<0.05$ )。

表 2 不同品种(系)的生物学产量及品质比较

品种	鲜质量 (t/hm <sup>2</sup> )	干质量 (t/hm <sup>2</sup> )	粗蛋白含量 (%)	粗纤维含量 (%)	粗脂肪含量 (%)	粗灰分含量 (%)	钙含量 (%)	总磷含量 (%)
禾玉 9566	62.58±3.31ab	18.47±1.40bc	7.72±0.41ab	23.55±0.90b	3.76±0.02b	2.75±0.55a	0.42±0.04a	0.27±0.03a
红单 10 号	59.28±1.06bc	18.42±1.08bc	6.61±0.20c	22.37±0.93c	4.00±0.17b	2.54±0.19a	0.41±0.02a	0.29±0.02a
青丰 9 号	63.18±4.89a	18.05±1.18c	7.56±0.38b	23.14±0.12ab	2.86±0.06c	2.44±0.52a	0.46±0.04a	0.23±0.02a
青丰 4 号	64.68±1.74a	19.28±2.06a	8.07±0.50a	23.62±1.15b	4.63±0.38a	2.23±0.22b	0.51±0.04a	0.32±0.01a
QZHY001	59.58±2.76bc	17.72±1.64c	6.63±0.35c	24.49±0.64a	4.28±0.16a	2.39±0.24ab	0.54±0.03a	0.24±0.02a
QZHY002	61.38±5.70bc	18.69±1.78bc	7.08±0.46bc	24.02±0.58a	4.08±0.08b	2.32±0.38b	0.50±0.04a	0.30±0.03a
QZHY003	55.68±3.72c	16.49±1.62c	6.84±0.30c	23.86±0.42ab	3.47±0.13b	2.28±0.21b	0.48±0.02a	0.25±0.02a

所有参试品种(系)中,青丰 4 号粗蛋白含量与对照组间差异不显著;红单 10 号、QZHY001、QZHY003 粗蛋白含量显著低于对照组 ( $P<0.05$ );青丰 9 号、QZHY002 与对照组差异不显著。红单 10 号粗纤维含量显著低于对照组 ( $P<0.05$ ),QZHY001、QZHY002 等 2 个品种(系)粗纤维含量显著高于对照组 ( $P<0.05$ ),青丰 4 号、青丰 9 号、QZHY003 与对照组间差异不显著。青丰 4 号和 QZHY001 粗脂肪含量显著高于其他各品种(系) ( $P<0.05$ ),且除青丰 9 号外剩下各品种(系)间差异均不显著。红单 10 号、青丰 9 号、QZHY001 的粗灰分含量与对照组间差异不显著,对照组的粗灰分含量显著高于青丰 4 号、QZHY002 和 QZHY003 ( $P<0.05$ )。钙、总磷含量在所有参试品种(系)间均无显著性差异。

2.3 农艺性状与产量的相关性分析

由表 3 可知,农艺性状与产量间存在相关性。其中,鲜质量与叶片数、株高、茎粗、穗位高、穗质量呈极显著正相关关系 ( $P<0.01$ ),相关系数分别为 0.643、0.623、0.901、0.961、0.839;干质量与株高、茎粗、穗位高、穗质量均呈极显著正相关关系 ( $P<$

0.01),相关系数分别为 0.805、0.788、0.827、0.648、0.855,干质量与叶片数呈显著正相关 ( $P<0.05$ );干鲜比与叶片数、茎粗、穗位高、穗质量和鲜质量均呈极显著负相关关系 ( $P<0.01$ ),相关系数分别为 -0.745、-0.449、-0.494、-0.560、-0.528,与株高和干质量均呈负相关关系,但不显著。因此,全株青贮玉米的叶片数、株高、茎粗、穗位高、穗质量均影响牧草鲜质量和干质量。

2.4 叶片特性与产量、营养品质的相关性分析

由表 4 可知,叶片特性与产量、营养品质之间存在一定的相关性。其中,鲜质量与叶片数、叶长、叶宽均呈显著正相关关系 ( $P<0.05$ ),相关系数分别为 0.643、0.314、0.430;粗蛋白含量与叶片数、叶长、叶宽均呈显著正相关关系 ( $P<0.05$ ),相关系数分别为 0.489、0.411、0.364;粗纤维含量与叶片数、叶长均呈显著负相关关系 ( $P<0.05$ ),相关系数分别为 -0.308、-0.395;粗脂肪含量与叶片数、叶长、叶宽呈正相关,但均不显著。粗灰分与叶片数、叶长、叶宽呈正相关关系,但均不显著。因此,全株青贮玉米的叶片数、叶片面积均影响其生物学产量,也影响植株适口性和营养价值。

表 3 农艺性状与产量的相关性分析

项目	相关系数							
	叶片数	株高	茎粗	穗位高	穗质量	鲜质量	干质量	干鲜比
叶片数	1.000							
株高	0.111	1.000						
茎粗	0.683 **	0.770 **	1.000					
穗位高	0.519 **	0.647 **	0.876 **	1.000				
穗质量	0.775 **	0.520 **	0.885 **	0.857 **	1.000			
鲜质量	0.643 **	0.623 **	0.901 **	0.961 **	0.839 **	1.000		
干质量	0.309 *	0.805 **	0.788 **	0.827 **	0.648 **	0.855 **	1.000	
干鲜比	-0.745 **	-0.118	-0.449 **	-0.494 **	-0.560 **	-0.528 **	-0.010	1.000

注:数据后\*、\*\*分别表示项目间显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ )相关。下表同。

表 4 叶片特性与产量、营养品质的相关性分析

项目	相关系数								
	叶片数	叶长	叶宽	鲜质量	干质量	粗蛋白含量	粗纤维含量	粗脂肪含量	粗灰分含量
叶片数	1.000								
叶长	0.719 **	1.000							
叶宽	0.475 *	0.603 **	1.000						
鲜质量	0.643 *	0.314 *	0.430 *	1.000					
干质量	0.309 *	0.488 *	0.373 *	0.855 **	1.000				
粗蛋白含量	0.489 *	0.411 *	0.364 *	0.824 **	0.621 **	1.000			
粗纤维含量	-0.308 *	-0.395 *	-0.217	-0.846 **	-0.693 **	-0.895 **	1.000		
粗脂肪含量	0.103	0.203	0.281	0.175	0.523 **	0.025	0.132	1.000	
粗灰分含量	0.281	0.003	0.297	0.128	0.104	0.036	-0.136	-0.264	1.000

3 讨论

3.1 生物学产量与品质

在全株青贮玉米新品种的选育过程中,较高的营养品质和生物学产量是优良青贮玉米品种的必备指标<sup>[7-8]</sup>,在生产中除了品种本身的特性外,不同地区气候、土壤条件、收获期等对产量和品质也有很大影响<sup>[9-10]</sup>。收获太早则水分含量较高,干物质积累未达到最大量,影响收获产量和青贮品质;收获太晚,全株青贮玉米木质化程度较高,适口性降低,营养物质转移;枯叶增多、茎叶老化而导致生物学产量损失<sup>[11]</sup>。因此,全株青贮玉米适时收获是很关键的因素。已有研究表明,全株青贮玉米在乳熟末期和蜡熟初期(1/2 乳线)间品质最好,且产量较高<sup>[12-16]</sup>。

本试验中各品种(系)选择在绝大部分植株处于乳熟末期到蜡熟前期时(1/2 乳线)收获。作为青贮饲用,此时期收获是产量与品质并重达到最佳时期,如果单独针对产量来评估,还有很大的提升空间。结果表明,不同玉米品种的最佳收获时期不同,青丰4号生育期最短,为98 d,QZHY003 生育期

最长,达115 d。在生物学产量方面,刘栋指出,青贮玉米单产量在82.5~112.5 t/hm<sup>2</sup>之间<sup>[17]</sup>。本研究中,产量最高的是青丰4号,为64.68 t/hm<sup>2</sup>,所有参试品种(系)产量与标准的产量有一定差距,种植地土壤肥力是关键因素之一,由于试验地的选择是根据老百姓种植特性,大多会用坡耕地和中等土质来种植,因此本试验地也未选择肥沃土壤进行种植,而是选择中等土壤肥力。同时,试验地土壤为黏性土壤,透气性差,生育期雨水充足,会对植株生长产生一定的影响。当然,产量的高低还与地域气候、种植技术、施肥等因素有关。另有研究表明,干鲜比达30%~35%时,品质最好<sup>[18]</sup>,本试验中除青丰9号,其他各品种(系)干鲜比约在30%。营养物质含量是决定饲喂价值的关键因素之一,结果表明除钙、全磷含量外,同一品种其他营养指标与对照组相比,优劣并不总是一致的,因此单一营养指标的优劣并不能决定品种(系)的好坏。

结合农艺性状、产量和营养品质三者的因素,青丰4号生育期最短,产量最高,株高最高,叶片数最多,粗蛋白含量最高,表现最为优秀。试验前期

青丰4号在黔东南、六盘水、黔西南等地区已开展过大面积种植,效果非常好,本试验的研究进一步验证了该品种(系)的利用价值。

### 3.2 农艺性状与产量的相关性

研究各农艺性状与产量之间的密切关系,对指导选育高产优质的青贮玉米具有重要意义。鲜产量、干产量与株高、茎粗、穗位高、穗质量均呈极显著正相关关系,植株高度越高,生长势越强,茎、穗位、穗质量均有较好的生长趋势,从而提高了生物学产量,本试验的相关性结果完全证实了这一点。这与牛荃苓等的研究结果<sup>[18]</sup>一致。干鲜比与叶片数、茎粗、穗位高、穗质量和鲜质量等均呈极显著负相关关系,这与李德锋等的研究结果<sup>[19]</sup>一致。鉴于叶片数、株高、茎粗、穗位高、穗质量是影响生物学产量的重要因素,为获得较高的产量,应选育植株粗壮高大、叶片数多、穗部性状优良的品种。

### 3.3 叶片特性与产量、营养品质的相关性分析

关于叶片数与生物学产量的关系,本试验结果表明叶片数与产量呈显著正相关关系,这与李德锋等的研究结果不太一致,他的研究表明绿叶数与产量呈正相关,但不显著<sup>[19]</sup>。可能由于他的研究品种是粮用和粮饲兼用型,收获时的绿叶数较少,基本是黄叶数,影响产量的主要因子是干质量,因此叶片数与产量的相关关系小。叶片特性与营养品质的关系显示,粗蛋白含量与叶片数、叶长、叶宽均呈显著正相关含量,粗纤维含量与叶片数、叶长均呈显著负相关关系,粗脂肪含量、粗灰分含量均与叶片数、叶长、叶宽呈正相关关系,但均不显著。说明叶片特质对营养品质有一定影响,叶面积大,粗蛋白含量相对提高,品种(系)粗纤维含量适当降低,适口性得到改善。

## 4 结论

全株青贮玉米生物学产量与叶片数(绿叶数)株高、茎粗、穗位高、穗质量均呈正相关关系,叶片数、叶长、叶宽与粗蛋白、粗脂肪、粗灰分等含量均呈正相关关系,叶片数、叶长均与粗纤维含量呈负相关关系,因此引进全株青贮玉米时,可以选择株型高大、绿叶数多、叶面积较大且穗部性状良好的品种。本试验中,从生物学产量和营养品质2个方面综合评定,以青丰4号表现最好,适宜在贵州省推广种植。

### 参考文献:

- [1]李之富. 全株玉米青贮技术与利用[J]. 四川畜牧兽医,2008(10):42.
- [2]郭荣钗. 发展全株玉米青贮技术提高饲草质量[J]. 河北农机,2009(1):19.
- [3]马平安,陈春生,王 聪,等. 全株玉米青贮料与去穗玉米秸秆青贮料饲喂奶牛效果对比试验[J]. 现代农业科技,2008(18):240-240.
- [4]Weiss W P, Wyatt D J. Effect of oil content and kernel processing of corn silage on digestibility and milk production by dairy cows[J]. Journal of Dairy Science,2000,83(2):351-358.
- [5]Neylon J M, Kung L. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows[J]. Journal of Dairy Science,2003,86(6):2163-2169.
- [6]丁光省. 我国青贮玉米发展现状及发展方向[J]. 中国乳业,2018(4):2-8.
- [7]张秋芝,潘金豹,郝玉兰,等. 不同种植密度和地点对青贮玉米杂交种生物产量的影响[J]. 北京农学院学报,2006,21(3):18-22.
- [8]张劲柏,李仁昆,高 飞,等. 农业产业结构调整中的新锐——青贮玉米[J]. 世界农业,2003(1):51-52.
- [9]Johnson R R, Balwani T L, Johnson L J, et al. Corn plant maturity. II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrate content[J]. Journal of Animal Science,1966,25(3):617-623.
- [10]Bai 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[J]. Journal of Dairy Science,1997,80(10):2497-2503.
- [11]王爱荣. 青贮玉米的发展现状及栽培技术[J]. 现代农业科技,2008(22):241-242.
- [12]Ashley R O. Corn maturity and ensiling corn[R]. Management, North Dakota State University, Dickinson Research Extension Center, Agronomy,2001.
- [13]Ferraretto L F, Shaver R D, Luck B D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting[J]. Journal of Dairy Science,2018,101(5):3937-3951.
- [14]Peyrat J, Baumont R, Morvan A L, et al. Effect of maturity and hybrid on ruminal and intestinal digestion of corn silage in dry cows[J]. Journal of Dairy Science,2016,99(1):258-268.
- [15]Bates G. Corn silage[EB/OL]. <http://utbfc. utk. edu/content%20Folders/Forages/Hay%20and%20Silage/Publications/sp434d>.
- [16]Heuze V, Tran G, Edouard N, et al. Maize silage. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO[EB/OL]. [2019-06-30]. <https://www.feedipedia.org/node/13883>. Last updated on June 22,2017.
- [17]刘 栋. 青贮玉米2016年市场形势及2017年展望[EB/OL]. (2017-01-22)[2019-06-30]. [http://jiuban. moa. gov. cn/zwllm/jcyj/201701/t20170122\\_5461531.htm](http://jiuban. moa. gov. cn/zwllm/jcyj/201701/t20170122_5461531.htm).
- [18]牛荃苓,郭建华,蔡敦江,等. 不同青贮玉米品种(系)引种鉴定试验[J]. 现代化农业,2019(2):24-27.
- [19]李德锋,姜义宝,付 楠,等. 青贮玉米品种比较试验[J]. 草地学报,2013,21(3):612-617.