

doi:10.11733/j.issn.1007-0435.2013.06.028

## 高寒牧区青贮玉米生产性能初步研究

李春喜, 叶润蓉, 杜岩功, 周玉碧, 林丽, 彭立新

(中国科学院西北高原生物研究所 中国科学院高原生物适应与进化重点实验室, 青海 西宁 810001)

**摘要:**为了探讨青贮玉米(*Zea mays*)在高寒牧区种植的可行性,在海拔2700 m高寒生态区开展了青贮玉米生产性能的初步研究。结果表明:终霜过后到初霜出现,铺地膜种植青贮玉米,生长天数102 d,早熟品种能进入抽雄期,种植密度15.75万株·hm<sup>-2</sup>,植株高度202.1~269.6 cm,鲜草产量83329~95305 kg·hm<sup>-2</sup>,干草产量31888~41509 kg·hm<sup>-2</sup>。在高寒牧区铺地膜种植青贮玉米是完全可行的。金穗3号、中玉9号、郑单958和龙源3号品种综合表现优良,可作为该地区推广的主要品种。

**关键词:**高寒牧区;青贮玉米;生产性能

**中图分类号:**S816.53

**文献标识码:**A

**文章编号:**1007-0435(2013)06-1214-05

## Research on Production Performance of Silage Maize in Alpine Meadow Region

LI Chun-xi, YE Run-rong, DU Yan-gong, ZHOU Yu-bi, LIN Li, PENG Li-xin

(Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biota, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai Province 810001, China)

**Abstract:** In order to study the feasibility of planting silage maize in alpine region, the production performance of silage maize was investigated in the Qilian county of Qinghai Province with the altitude of 2700 m. Results showed that the growth of silage maize was normal with covering mulching film during frost. The average growth period of silage maize was 102 days. Some early maturity varieties had anthesis stage. The plant heights, fresh and dry weights of tested varieties under the planting density of 157,500 plants·hm<sup>-2</sup> were about 202.1~269.6 cm, 83,329~95,305 and 31,888~41,509 kg·hm<sup>-2</sup>, respectively. These results suggested that planting silage maize with covering mulching film in this region was completely feasible. And the varieties of Jinsui 3, Zhongyu 9, Zhengdan 958 and Longyuan 3 were recommended for planting in alpine region.

**Key words:** Alpine meadow pasture; Silage maize; Production performance

青贮玉米(*Zea mays*)是世界范围内应用最广泛的青贮饲料,具有气味芳香、柔软多汁、适口性好,原料中营养成分保存多、损失少等特点,是奶牛、肉牛一年四季特别是冬春季节的优良饲料<sup>[1]</sup>,是养殖业不可缺少的基础饲料之一<sup>[2]</sup>。Filva<sup>[3]</sup>研究表明,全株玉米在籽粒2/3乳线期收割调制青贮,青贮料的瘤胃干物质降解率、奶牛产奶量和乳蛋白含量最高。崔淘气<sup>[4]</sup>在精料相同,饲喂全株玉米青贮比去穗秸秆青贮,可提高肉牛产量10%以上,牛奶产量提高10%~20%。Shinnersa等<sup>[5]</sup>研究结果表明,全株玉米青贮可大幅提高营养成分,干燥堆放营养

物质损失大。徐敏云等<sup>[6]</sup>进行了施肥对青贮玉米产量、品质及植株性状的研究。冯鹏等<sup>[7]</sup>及高飞等<sup>[8]</sup>开展了种植密度和混播的研究。许庆方等<sup>[9]</sup>开展了添加剂对玉米青贮品质的研究。

青海省是我国五大牧区之一,近几年来牧区奶业发展迅速。牧区草场地处高寒地区,燕麦(*Avena sativa*)是人工草地的主要作物。祁连县扎麻什乡河西村2000年成立了祁连康禄奶牛养殖专业合作社,引进饲养荷斯坦奶牛近400头,饲草料为青贮燕麦。高寒牧区尚未有种植饲用玉米及青贮的报道,为了探讨在该区种植饲用玉米的可能性及生产性

收稿日期:2013-05-06;修回日期:2013-06-19

基金项目:国家科技支撑计划“干旱沟壑型小流域综合治理技术集成与示范”(2012BAC08B06);青海省作物分子育种重点实验室;青海省青藏高原特色资源研究重点实验室资助

作者简介:李春喜(1959-),男,河南新乡人,副研究员,主要从事农作物遗传育种与栽培学研究,E-mail:cxli@nwipb.cas.cn

能,通过引进国内外优良品种,在该村进行玉米生产性能试验研究,筛选出优良品种及种植技术,增加当地饲料作物资源,增加单位面积饲草产量,为高寒牧区建植一年生高产人工饲草基地提供科学依据,为缓解放牧压力和遏制草业生态退化,促进草地畜牧业可持续发展创造条件。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

祁连县扎麻什乡河西村海拔 2700 m,年均温 1.0℃,极端最低气温 -31℃,最高气温 26.0℃,年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 1400℃·d,年 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温 900℃·d,年降水量 470~600 mm,终霜期为 5 月初,初霜期为 9 月初,无霜期 110~120 d。试验地土壤为栗钙土,前茬为燕麦。

### 1.2 供试品种

试验材料 8 份,播前对引进品种百粒重、发芽率

进行测定,结果如表 1 所示。

### 1.3 试验设计

试验铺地膜,随机排列,3 次重复。试验小区 2.6 m×8 m=20.8 m<sup>2</sup>,行距 0.3 m,株距 0.2 m,每小区种 8 行,每 hm<sup>2</sup> 株数 15.75 万株,小区间隔 1 m,两端设保护区。

### 1.4 田间管理

2012 年 4 月 28 日浇座水,5 月 8 日整地,施底肥磷酸二铵 150 kg·hm<sup>-2</sup>,尿素 150 kg·hm<sup>-2</sup>,5 月 9 日铺地膜,地膜宽度 3 m,两边埋入土中,地面保留盖膜宽度 2.6~2.7 m,用卷尺固定株行距。用吉林省四平市铁东区五丰播种器厂生产的五丰牌手提自动播种器播种,播深 3~4 cm,每穴下种 1~2 粒。6 月 15 日—18 日除头草,7 月 5 日—7 日除草,拔节期(7 月 3 日)追施尿素 225 kg·hm<sup>-2</sup>,每株约 1.4 g,距根部 8~10 cm 处集中施肥,生育期内仅于 7 月 10 日浇头水 1 次。

表 1 供试材料

Table 1 Tested materials

编号 No.	品种 Varieties	品种来源 Resources	百粒重 100-grain weight/g	发芽率 Germination/%
1	53844-13	澳大利亚百绿集团 Barenbrug	31.17±1.45	95.0±7.07
2	沈单 16 号 Shendan No. 16	沈阳市农科院 Academy of agricultural sciences of Shenyang	27.90±0.72	90.0±7.07
3	中玉 9 号 China corn No. 9	中国种业 China national seed group corp.	30.97±1.92	95.0±7.07
4	金穗 3 号 Golden spike No. 3	甘肃白银金穗种业有限公司 Baiyin golden spike seed group corp.	29.17±0.25	77.5±3.54
5	金穗 10 号 Golden spike No. 10	甘肃白银金穗种业有限公司 Baiyin golden spike seed group corp.	31.87±0.25	60.0±7.07
6	甘鑫 9 号 Ganxin No. 9	甘肃 Gansu	31.60±0.92	87.5±3.54
7	龙源 3 号 Royai No. 3	北京垦丰龙源种业科技有限公司 Beijing kenroyai seeds s&t corp.	30.77±0.15	97.5±3.54
8	郑单 958 Zhengdan No. 958	北京德农种业有限公司 Beijing denong seed group corp.	33.27±2.18	87.5±10.61

### 1.5 测定项目及方法

为减少进入中间行对植株造成损伤,故以小区两边第 2 行为样段区,数据均在样段区内取得。

**1.5.1 生育期** 分播种、出苗、分蘖、拔节、抽雄、收割记载生育期。

**1.5.2 出苗率、定株率(成活率)** 出苗 3~5 d 查

看苗情,统计出苗率,5 月 27 日对没有出苗的穴进行补种;6 月 13 日统计定株率。

**1.5.3 株高、茎粗、单株质量、叶片数** 9 月 12 日收割前,在样段区内中部连续取 10 株,采用钢卷尺测量法测株高,用游标卡尺测量基部往上第 6 节茎粗,单株鲜质量采用称重法在电子秤上称重,记录单

株绿叶数;之后置于楼道中晾干,分别于2012年11月4日(62 d)、2013年1月12日(120 d,叶碎、秆断)在电子秤上测单株干质量。

**1.5.4 鲜草产量** 每小区取中间6行称重,计算出每 $\text{hm}^2$ 鲜草产量。

**1.5.5 干草产量** 用2013年1月12日的风干单株干质量计算出鲜干比,再计算出每 $\text{hm}^2$ 干草产量。

## 1.6 数据处理

试验数据均用农作物区域试验专用 RCT 99 统计软件进行差异显著性分析和多重比较,表格用

Excel 2003 制作。

## 2 结果与分析

### 2.1 生育期

由表2可知,终霜过后,铺地膜播种,12~13 d 出苗,38~45 d 进入拔节期,早熟品种能抽雄,其中龙源3号抽雄最早,其次为金穗10号、郑单958和金穗3号,其他品种未能进入抽雄期。9月2日出现晚霜,停止生长。从出苗至初霜出现,玉米实际生长天数102 d。试验地补种后,定株率达到94%以上。

表2 生育期及出苗率、定株率

Table 2 Growth and developmental periods, emergence and seeding rates

品种 Varieties	播种期 Sowing time/M-D	出苗期 Seeding stage/M-D	拔节期 Jointing stage/M-D	抽雄期 Tasseing stage/M-D	收割时间 Harvest time/M-D	出苗率 Emergence rate/%	定株率 Given strain rate/%
53844-13	05-09	05-21	07-04	—	09-12	82.00±8.49	96.00±3.27
沈单16号 Shendan No. 16	05-09	05-22	06-30	—	09-12	75.31±3.81	94.00±2.31
中玉9号 China corn No. 9	05-09	05-21	06-30	—	09-12	76.59±16.13	94.00±5.16
金穗3号 Golden spike No. 3	05-09	05-21	06-30	09-01	09-12	79.54±9.14	97.00±3.46
金穗10号 Golden spike No. 10	05-09	05-21	07-01	08-25	09-12	71.73±11.69	98.00±2.31
甘鑫9号 Ganxin No. 9	05-09	05-22	07-04	—	09-12	85.19±3.97	96.00±3.27
龙源3号 Royai No. 3	05-09	05-21	06-28	08-15	09-12	85.00±15.56	97.00±2.00
郑单958 Zhengdan No. 958	05-09	05-21	06-30	08-29	09-12	84.00±14.14	99.00±2.00

### 2.2 单株性状、鲜质量及干质量

由表3可知,霜冻后停止生长。收获时品种间株高、单株鲜质量差异极显著( $P<0.01$ ),单株叶片数、干质量差异显著( $P<0.05$ )。植株高,叶片多,产量也相应的高。本试验中玉米株高为202.1~269.6 cm,龙源3号最高,其次金穗3号和中玉9

号;单株叶片数为12.1~14.4,中玉9号最多;单株鲜质量434.0~639.3 g,中玉9号最高,其次为金穗3号和郑单958;在楼道中晾62 d,单株干质量326.0~483.5 g,120 d后降为207.5~271.7 g,金穗3号最高,其次为龙源3号、甘鑫9号和中玉9号。茎粗差异不显著。

表3 收获时单株性状及重量

Table 3 Characteristic and weight of individual plant in harvesting time

品种 Varieties	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	单株叶片数 Leaves per plant	单株鲜质量 Fresh weight per plant/g	单株干质量 Dry weight per plant/g
53844-13	202.1±14.91 <sup>c</sup>	2.18±0.02	13.9±1.63 <sup>abc</sup>	549.8±27.75 <sup>c</sup>	210.9±25.35 <sup>d</sup>
沈单16号 Shendan No. 16	217.4±11.81 <sup>bc</sup>	2.12±0.23	13.9±0.42 <sup>abc</sup>	600.0±36.04 <sup>ab</sup>	228.5±20.50 <sup>bcd</sup>
中玉9号 China corn No. 9	230.0±14.99 <sup>bc</sup>	2.13±0.15	14.4±0.85 <sup>a</sup>	639.3±9.25 <sup>a</sup>	237.5±6.86 <sup>abcd</sup>
金穗3号 Golden spike No. 3	237.4±12.37 <sup>b</sup>	2.16±0.21	13.7±0.00 <sup>abc</sup>	615.8±29.75 <sup>a</sup>	271.7±16.51 <sup>a</sup>
金穗10号 Golden spike No. 10	218.1±8.69 <sup>bc</sup>	1.98±0.02	12.1±0.14 <sup>d</sup>	434.0±37.27 <sup>d</sup>	212.9±15.50 <sup>cd</sup>
甘鑫9号 Ganxin No. 9	202.9±7.85 <sup>c</sup>	2.23±0.13	13.0±0.00 <sup>bcd</sup>	561.0±16.50 <sup>bc</sup>	246.3±22.61 <sup>abc</sup>
龙源3号 Royai No. 3	269.6±3.96 <sup>a</sup>	2.01±0.03	12.7±0.14 <sup>cd</sup>	529.0±26.12 <sup>c</sup>	257.9±13.72 <sup>ab</sup>
郑单958 Zhengdan No. 958	223.5±1.48 <sup>bc</sup>	2.09±0.14	14.3±0.42 <sup>ab</sup>	610.0±21.07 <sup>a</sup>	207.5±18.33 <sup>d</sup>
F 检验 F test	6.49 <sup>**</sup>	0.83	3.82 <sup>*</sup>	16.87 <sup>**</sup>	3.97 <sup>*</sup>

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ );\*表示差异显著( $P<0.05$ ),\*\*表示差异极显著( $P<0.01$ )。下同

Note: Different small letters in each column show significant difference at the 0.05 level; \* and \*\* indicate significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same as below

### 2.3 鲜草产量和干草产量

由于9月2日出现初霜冻,植株受害,9月12日取样测产时上半部叶片、茎秆变黄,对试验结果有一定影响。由表4可知,尽管受到初霜影响,鲜草产量除金穗10号最低外,其他品种在83329~95305 kg·hm<sup>-2</sup>,郑单958最高,其次为中玉9号和金穗3

号,品种间差异极显著( $P<0.01$ );干草产量在31888~41509 kg·hm<sup>-2</sup>,金穗3号最高,其次为龙源3号、甘鑫9号和中玉9号,品种间差异显著( $P<0.05$ );鲜干比郑单958最高达2.95,其次为中玉9号、沈单16号和53844-13,品种间差异显著( $P<0.05$ )。综合分析,金穗3号、中玉9号、郑单958和龙源3号表现优良。

表4 鲜草和干草产量

Table 4 Fresh and dry weights

品种 Varieties	鲜草产量 Fresh weight/kg·hm <sup>-2</sup>	干草产量 Dry weight/kg·hm <sup>-2</sup>	鲜干比 Fresh/Dry ratio
53844-13	83329±5927.9 <sup>bc</sup>	31888±4498.5 <sup>c</sup>	2.61±0.19 <sup>b</sup>
沈单16号 Shendan No. 16	89069±7219.8 <sup>ab</sup>	33829±3754.6 <sup>cd</sup>	2.64±0.07 <sup>b</sup>
中玉9号 China corn No. 9	94258±5402.5 <sup>a</sup>	35162±1071.0 <sup>bcd</sup>	2.68±0.23 <sup>ab</sup>
金穗3号 Golden spike No. 3	93458±1658.6 <sup>a</sup>	41509±1245.9 <sup>a</sup>	2.26±0.03 <sup>c</sup>
金穗10号 Golden spike No. 10	66988±6174.0 <sup>d</sup>	32861±2392.8 <sup>cd</sup>	2.04±0.04 <sup>c</sup>
甘鑫9号 Ganxin No. 9	84823±2495.2 <sup>bc</sup>	37241±3418.1 <sup>abc</sup>	2.28±0.14 <sup>c</sup>
龙源3号 Royai No. 3	80777±3139.0 <sup>c</sup>	39401±1686.1 <sup>ab</sup>	2.05±0.01 <sup>c</sup>
郑单958Zhengdan No. 958	95205±4236.5 <sup>a</sup>	32354±4903.8 <sup>cd</sup>	2.95±0.32 <sup>a</sup>
F 检验 F test	12.28 <sup>**</sup>	4.12 <sup>*</sup>	12.82 <sup>**</sup>

### 3 讨论与小结

高飞等<sup>[8]</sup>及潘金豹等<sup>[10]</sup>研究表明青贮玉米最适收获期在乳熟期和蜡熟期之间,此期间收获秸秆和籽粒的营养高,木质素含量低,适口性好,家畜消化吸收快,植株含水量在60%~70%之间,即干物质含量在30%~40%之间。而在青海海拔2700 m的高寒牧区,9月初就有初霜出现,玉米不能完成整个生长周期,早熟品种在铺地膜情况下,也只能进入抽雄期。

茎秆和叶片是鲜草产量和干草产量2个主要组成部分,茎秆高,叶片数多,产量也相应的高。海拔高、气温低、无霜期短是影响玉米生长的主要因素,因而限制了植株性状的发育。本试验茎秆高度202.1~269.6 cm,平均为225.1 cm,单株鲜质量434.0~639.3 g,平均为567.4 g,分别比青海海拔2000 m以下地区及内地种植地区<sup>[2,7,9]</sup>降低65~100 cm和371.2 g;由于生育期能到抽雄期,故叶片数与其他地区基本相同。

本试验种植密度为15.75万株·hm<sup>-2</sup>,比青海海拔2000 m以下地区及内地增加1倍多,属较高密度种植,这是与其他地区种植青贮玉米的不同之处。尽管受到初霜冻影响,鲜草产量平均仍达86000 kg·hm<sup>-2</sup>,最高达95305 kg·hm<sup>-2</sup>,比青贮燕麦(32220 kg·hm<sup>-2</sup>)平均高1.67倍,干草产量平均为35531 kg·hm<sup>-2</sup>,最高达41509 kg·hm<sup>-2</sup>,比青贮燕麦(11591 kg·hm<sup>-2</sup>)平均高2.07倍。这表明

在高寒牧区铺地膜种植青贮玉米是完全可行的,可以适当增加密度来获得较高饲草产量。应选用早熟品种,金穗3号、中玉9号、郑单958和龙源3号可为首选推广品种。

### 参考文献

- [1] 闵国春,杨克军,卢翠华,等. 寒地青贮玉米高产栽培研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2007(1):22-25
- [2] 李刚,刘惠青,高飞,等. 混播对青贮玉米产量和品质的影响[J]. 草地学报,2008,16(4):417-421
- [3] Filya I. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity[J]. Animal Feed Science and Technology,2004,116(1/2):141-150
- [4] 崔淘气. 玉米秸秆青贮与全株玉米青贮饲喂奶牛的效果[J]. 中国奶牛,2003(1):24-31
- [5] Shinnerson K J, Binversiea B N, Muckb R E, et al. Comparison of wet and dry corn stover harvest and storage[J]. Biomass and Bioenergy,2007,31(4):211-221
- [6] 徐敏云,李建国,谢帆,等. 不同施肥处理对青贮玉米生长和产量的影响[J]. 草业学报,2010,19(3):245-250
- [7] 冯鹏,温定英,孙启忠. 种植密度对玉米产量及青贮品质的影响[J]. 草业科学,2011,28(12):2203-2208
- [8] 高飞,高洪雷,王丽霁,等. 不同成熟期青贮玉米混播对产量和品质的影响[J]. 草地学报,2009,17(4):490-494
- [9] 许庆方,张翔,崔志文,等. 不同添加剂对全株玉米青贮品质的影响[J]. 草地学报,2009,17(2):157-161
- [10] 潘金豹,张秋芝,郝玉兰,等. 我国青贮玉米育种的策略与目标[J]. 玉米科学,2002,10(4):3-4