

# 高寒牧区青贮玉米的品质分析及其栽培技术

李春喜, 叶润蓉, 周玉碧, 孙菁, 张法伟, 杜岩功

(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:**为了探讨玉米(*Zea mays*)作为青贮饲料在高寒牧区的品质及丰产栽培技术,开展了玉米品质分析及密度、追肥、玉米与箭筈豌豆混播试验研究。结果表明:4个玉米品种的粗蛋白质2.48%~4.49%,粗脂肪0.40%~0.72%,中性洗涤纤维(NDF)67.86%~73.45%,酸性洗涤纤维(ADF)37.30%~46.39%。玉米在高寒牧区可以高密度种植,‘金穗3号’每公顷种植21万株时的鲜草和干草产量比种植15.57万株时增产22.82%和16.55%,‘中玉9号’增产14.33%和9.79%。拔节期每公顷追施尿素150 kg时比不追肥时鲜草和干草的产量,‘金穗3号’增产22.92%和27.32%,‘中玉9号’增产13.71%和12.64%。玉米与箭筈豌豆混播,玉米株高、茎粗、单株鲜质量和干质量表现为极显著降低( $P < 0.01$ ),玉米单播与混播间总鲜草和干草产量差异不显著( $P > 0.05$ )。

**关键词:**高寒牧区;青贮玉米;品质;栽培技术

中图分类号:S 513

文献标志码:A

文章编号:1003-4315(2015)04-0034-06

DOI:10.13432/j.cnki.jgsau.2015.04.007

## Quality analysis and cultivation techniques of silage *Zea mays* in alpine pastoral areas

LI Chun-xi, YE Run-rong, ZHOU Yu-bi, SUN Jing, ZHANG Fa-wei, DU Yan-gong

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

**Abstract:** In order to discuss the quality of *Zea mays* and its high yield cultivation technology in alpine pastoral areas, the studies on the quality analysis, density and topdressing, as well as mixed sowing of *Zea mays* and *Vicia sativa* were carried out. The results indicated that the crude protein, crude fat, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of four *Zea* species ranged from 2.48% to 4.49%, 0.40% to 0.72%, 67.86% to 73.45% and 37.30% to 46.39%, respectively. The results also revealed that *Zea mays* could be planted with high density in alpine pastoral areas. For example, the fresh and dry yields of ‘Golden spike No. 3’ with the planting density of 21 million individuals per hectare were 22.82% and 16.55% higher than those with the planting density of 15.57 million individuals per hectare, which of ‘China corn No. 9’ were 14.33% and 9.7%. At the jointing stage, when dressing 150 kg/hm<sup>2</sup> urea, the fresh and dry yields of ‘Golden spike No. 3’ and ‘China corn No. 9’ increased 22.92% and 27.32%, 13.71% and 12.64%, respectively, compared with those of no topdressing urea. When *Zea mays* and *Vicia sativa* were mixed sowing, the plant height, stem diameter, fresh and dry weights of individual plant decreased significantly ( $P < 0.01$ ), but the fresh and dry yields were not significantly different between mixed planting and signal planting of *Zea mays*.

**Key words:** alpine pastoral areas; silage *Zea mays*; quality; cultivation techniques

第一作者:李春喜(1959-),男,副研究员,从事农作物遗传育种与栽培学研究。E-mail:cxli@nwipb.cas.cn

基金项目:国家科技支撑计划项目(2012BAC08B06)。

收稿日期:2014-09-03;修回日期:2014-10-24

玉米(*Zea mays*)是重要的青贮原料<sup>[1]</sup>,是反刍家畜优良的饲料来源<sup>[2]</sup>,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>[3-4]</sup>,是养殖业不可缺少的基础饲料之一<sup>[5]</sup>。Filya<sup>[6]</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、奶牛奶量和乳蛋白含量最高;崔淘气<sup>[7]</sup>在精料相同时,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>[8]</sup>认为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>[4]</sup>、方勇等<sup>[9]</sup>研究了不同施肥对青贮玉米的产量、植株性状的影响;冯鹏等<sup>[10]</sup>认为群体产量在一定阈值内随密度的增加而增加;王绍美等<sup>[11]</sup>研究了罐区全膜双垄沟播玉米,结果灌水量减少 2 190 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,籽粒产量增加 902 kg/hm<sup>2</sup>;汪佳等<sup>[12]</sup>认为全膜双垄沟播玉米对深层养分的吸收能力最强;陈红等<sup>[13]</sup>认为全膜双垄沟播在玉米苗期能显著增加土壤水分,有利于玉米的出苗和苗期的生长;赵凡等<sup>[14]</sup>认为海拔 2 100~2 480 m 旱作农业区氮、磷、钾肥力因素对全膜双垄沟玉米产量的效应依次为 N>P>K,其中 N、P 为正效应,K 显示负效。李洪影等<sup>[15]</sup>研究了青贮玉米与豆科牧草混种混贮,营养较单播丰富、全面,可以提高产量,有利于青贮发酵,改善品质。王博等<sup>[16]</sup>认为在青贮玉米中添加乳酸菌菌剂及其与矿物盐的混合制剂均能够明显改变青贮发酵过程中微生物系统,从而有效地提高青贮饲料品质。

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,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。目前尚未见该地区种植饲用玉米及应用的报道。为了探讨在高寒牧区种植饲用玉米的可能性及生产性能,2012 年引进了国内外优良品种,在该地进行玉米生产性能试验研究<sup>[17]</sup>,2013 年开展了品种品质分析和不同密度、不同追肥量及与箭筈豌豆混播的试验研究,以期提出青贮玉米丰产、高产栽培技术,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地生态退化,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地理位置 N 38°6',E 100°7',海拔 2 700 m,年均温 1.0 °C,极端最低气温 -31 °C,最高气温 26.0 °C,年≥0 °C 积温 1 400 °C,年≥5 °C 积温 900 °C,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。试验地土壤栗钙土,有机质 4.06%,全氮 0.05%,全磷 0.07%,全钾 0.91%,速效氮 131.41 mg/kg,速效磷 6.07 mg/kg,速效钾 87.40 mg/kg;前茬燕麦。

### 1.2 试验材料

玉米品种为‘金穗 3 号’和‘中玉 9 号’2 个杂交品种;箭筈豌豆为当地品种,品种名称不详。

### 1.3 试验设计

1.3.1 品质分析 对 2012 年玉米生产性能试验<sup>[17]</sup>中表现良好的‘金穗 3 号’‘中玉 9 号’‘龙源 3 号’‘郑单 958’在收获时每小区取 3 整株,烘干进行干草全株品质分析,用灰色关联度分析进行综合品质评价<sup>[18]</sup>。

1.3.2 密度试验 设每公顷设播种 15.75 万株、21.00 万株、33.00 万株 3 种处理,3 次重复,对应的行距×株距为 30 cm×20 cm,30 cm×15 cm,30 cm×10 cm。

1.3.3 追肥试验 在玉米生长拔节期,株高 40~50 cm 时(6 月 26 日),试验设每公顷追尿素(含氮 46%)0、150、225 kg 3 种处理,行距 30 cm,株距 20 cm,每公顷为 15.75 万株,3 次重复。

1.3.4 与箭筈豌豆混播试验 设玉米单播,混播 2 种处理。行距 30 cm,株距 20 cm,每公顷为 15.75 万株。在同一穴中箭筈豌豆每穴下种 4~7 粒,3 次重复。

以上试验均铺地膜种植,地膜宽度 3 m,四边埋入土中,地面保留覆膜宽度 2.6 m,小区面积 8 m×2.6 m=20.8 m<sup>2</sup>,每小区种 8 行,小区间隔 0.5 m,追肥试验筑埂坎隔离,两端设保护行。2013 年 5 月 7 日浇水,5 月 16 日整地,底肥每 hm<sup>2</sup>施磷酸二胺(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%+N 18%)180 kg,尿素(含 N 46%)

150 kg,用钉齿耙耙磨,铺地膜.5月17日播种,用卷尺固定行株距,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.人工除草2次,生育期内未浇水.密度试验和混播试验拔节期每公顷追施尿素225 kg,用追肥器距根部10 cm处,深度8 cm,集中施肥.

#### 1.4 测定指标及方法

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.

1.4.1 品质分析 测定干草中水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物、钙、磷、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量,测定按照 GB/T 或 NY/T 进行.

1.4.2 生育期 分播种、出苗、拔节、抽雄、收割记载.

1.4.3 出苗率、定株率 出苗3~5 d查看苗情,统计出苗率,对没有苗的穴进行补种,拔节期统计定株率(成活率).

1.4.4 株高、茎粗、单株鲜质量、干质量 8月25日收获前,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,采用称质量法在电子称上称单株鲜质量,装入纸袋,置于70℃烘箱烘24 h,称单株干质量,计算出干鲜比.

1.4.5 鲜草产量、干草产量 每小区取中间6行称质量,计算出单位面积的鲜草产量,用干鲜比计算出单位面积的干草产量.

#### 1.5 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 软件制作.

## 2 结果与分析

### 2.1 不同青贮玉米品种的饲用品质比较

4个品种间全株养分含量结果见表1.水分含量4.44%~4.81%,差异不显著( $P>0.05$ );磷含量0.18%~0.23%,差异显著( $P<0.05$ );其它养分含量差异极显著( $P<0.01$ ),其中,灰分含量‘中玉9号’达7.54%,明显高于其它品种,‘龙源3号’最低;粗蛋白‘郑单958’最高,达4.49%,‘龙源3号’最低;粗纤维‘中玉9号’最高,达38.09%,‘龙源3号’最低;粗脂肪‘郑单958’最高,达0.72%,‘龙源3号’最低;钙‘金穗3号’最高,达0.73%,‘中玉9号’最低;磷‘中玉9号’最高,达0.23%,‘郑单958’最低;中性洗涤纤维‘金穗3号’最高,达73.45%,‘龙源3号’最低;酸性洗涤纤维‘中玉9号’最高,达46.39%,‘龙源3号’最低;无氮浸出物‘龙源3号’最高,达64.96%,‘中玉9号’最低.

表1 全株营养成分含量

Tab.1 The nutrition contents of whole plant

%

营养成分	金穗3号	中玉9号	龙源3号	郑单958	F检验
水分	4.81±0.11	4.74±0.45	4.61±0.23	4.44±0.07	1.93
灰分	5.08±0.07 <sup>c</sup>	7.54±0.19 <sup>a</sup>	4.40±0.14 <sup>d</sup>	5.66±0.17 <sup>b</sup>	157.76**
粗蛋白	2.73±0.04 <sup>c</sup>	3.97±0.21 <sup>b</sup>	2.48±0.05 <sup>d</sup>	4.49±0.11 <sup>a</sup>	181.07**
粗纤维	34.76±0.76 <sup>b</sup>	38.09±1.03 <sup>a</sup>	23.12±0.99 <sup>c</sup>	36.95±1.60 <sup>a</sup>	120.56**
粗脂肪	0.44±0.05 <sup>c</sup>	0.64±0.03 <sup>b</sup>	0.40±0.02 <sup>c</sup>	0.72±0.05 <sup>a</sup>	60.08**
钙	0.73±0.03 <sup>a</sup>	0.51±0.02 <sup>c</sup>	0.64±0.03 <sup>b</sup>	0.67±0.03 <sup>b</sup>	29.86**
磷	0.22±0.02 <sup>ab</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.19±0.03 <sup>ab</sup>	0.18±0.01 <sup>b</sup>	3.70*
中性洗涤纤维	73.45±3.62 <sup>a</sup>	68.20±3.24 <sup>bc</sup>	67.86±1.75 <sup>c</sup>	71.45±0.91 <sup>ab</sup>	7.17**
酸性洗涤纤维	40.00±1.93 <sup>b</sup>	46.39±1.06 <sup>a</sup>	37.30±1.16 <sup>b</sup>	44.36±1.54 <sup>a</sup>	22.73**
无氮浸出物	52.18±1.75 <sup>b</sup>	45.02±1.92 <sup>c</sup>	64.96±1.87 <sup>a</sup>	47.74±1.21 <sup>c</sup>	93.88**

同行数据比较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( $P<0.01$ ).

采用灰色关联度分析法分析品质所得数据时,对10种营养元素值的参考序列(X0)的设置,采取对饲料品质起正作用元素的粗蛋白、粗脂肪、钙、磷和

无氮浸出物以最高值为品质较佳,对饲料品质起副作用元素水分、灰分、粗纤维、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维以最低值为品质较佳.关联系数计算时采用 DPS

软件数处理据,其中原始数据经灰色关联度分析常用的初值化处理<sup>[18]</sup>,且令 $\Delta_{\min}$ 为0,分辨系数设为0.1,得到4个品种10种营养灰色关联度系数( $\xi$ )分析结果(表2).表明4个品种品质表现为‘郑单958’>‘龙源3号’>‘中玉9号’>‘金穗3号’.

表2 灰色关联度系数( $\xi$ )及排序

Tab.2 The grey correlation analysis( $\xi$ ) and sort

品种	灰色关联度系数( $\xi$ )	排序
金穗3号	0.5945	4
中玉9号	0.5962	3
龙源3号	0.6333	2
郑单958	0.8979	1

## 2.2 不同种植密度对饲用玉米产草量的影响

试验结果表明,2个品种在3种密度处理间生育期表现相同,5月17日播种,5月27日出苗,7月6日拔节,8月底收获时处于抽雄前期.出苗率‘金穗3号’72.02%~74.15%,补种后定株率88.14%~89.35%,‘中玉9号’出苗率73.13%~80.35%,补种后定株率86.61%~91.56%.从表3中看出:密度处理间株高、茎粗、单株鲜质量、单株干质量、鲜草产量和干草产量间差异极显著( $P < 0.01$ ),干鲜比差异不显著( $P > 0.05$ ).株高表现为品种间差异显著,同一品种各处理间差异不显著,但表现出随密度增加株高增高趋势;茎粗、单株鲜质量和单株干质量表现为随密度增加而显著降低,鲜草产量和干草产量表现为随密度增加而显著提高;21万株/hm<sup>2</sup>与33万株/hm<sup>2</sup>间差异不显著( $P > 0.05$ ),21万株/hm<sup>2</sup>与15.75万株/hm<sup>2</sup>间差异极显著( $P < 0.01$ ),‘金穗3号’21万株/hm<sup>2</sup>的鲜草产量和干草产量达95760 kg和9577 kg,比15.57万株/hm<sup>2</sup>分别增产22.82%和16.55%,‘中玉9号’21万株/hm<sup>2</sup>的鲜草产量和干草产量达98215 kg和9977 kg,比15.75万株/hm<sup>2</sup>分别增产14.33%和9.79%,表明‘金穗3号’和‘中玉9号’适宜种植密度均为21万株/hm<sup>2</sup>.

## 2.3 不同追肥水平对饲用玉米产草量的影响

试验结果表明,2个品种在3种追肥处理间生育期表现相同,5月17日播种,5月27日出苗,7月6日拔节,8月底收获时处于抽雄前期.‘金穗3号’出苗率66.21%~73.08%,补种后定株率88.14%~89.35%,中玉9号出苗率75.17%~82.88%,补

种后定株率84.34%~93.88%.从表4中看出,在拔节期追施尿素处理间株高、茎粗、单株鲜质量、单株干质量、鲜草产量和干草产量间差异极显著( $P < 0.01$ ),干鲜比差异不显著( $P > 0.05$ ).株高表现为品种间差异显著,同一品种各处理间差异不显著,但表现出随追施尿素量增加株高增高趋势;茎粗、单株鲜质量、单株干质量、鲜草产量和干草产量表现为随追施尿素量增加而增加,但每公顷追施尿素225 kg与150 kg间差异不显著( $P > 0.05$ ),每公顷追施尿素150 kg与没有追施间差异极显著( $P < 0.01$ );‘金穗3号’每公顷追施尿素150 kg鲜草产量和干草产量达81119 kg和9186 kg,比没有追施分别增产22.92%和27.32%,‘中玉9号’每公顷追施尿素150 kg鲜草产量和干草产量达81465 kg和8609 kg,比没有追施分别增产13.71%和12.64%.结果表明在拔节期追施尿素量每公顷50 kg即可.

## 2.4 与箭筈豌豆混播对饲用玉米产草量的影响

试验结果表明,玉米2个品种单播和混播生育期表现相同,5月18日播种,5月28日出苗,7月29日拔节,8月底收获时处于抽雄前期;箭筈豌豆生育期表现在也相同,5月18日播种,6月1日出苗,7月29日开花,8月底收获时处于结荚期.‘金穗3号’出苗率66.71%~82.65%,补种后定株率90.16%~98.39%,‘中玉9号’出苗率80.52%~84.39%,补种后定株率90.52%~93.19%.箭筈豌豆出苗率90%~95%.

从表5~6看出,玉米与箭筈豌豆混播,对玉米的株高、单株鲜质量、单株干质量、鲜草产量和干草产量有显著影响,差异显著( $P < 0.05$ ).金穗3号和‘中玉9号’混播比单播株高分别降低20.50 cm和18.37 cm,降11.29%和9.92%;单株鲜质量降低170.83 g和154.17 g,减少26.42%和25.25%;单株干质量降低22.43 g和22.31 g,减少29.86%和30.04%;鲜草产量每公顷降低11560 kg和20797 kg,减少13.55%和23.69%,干草产量每公顷降低1443 kg和2666 kg,减少14.71%和25.21%.玉米与箭筈豌豆混播,箭筈豌豆每穴(4.37±1.21)株,对箭筈豌豆影响不显著( $P > 0.05$ ).玉米单播或与箭筈豌豆混播总鲜草产量和总干草产量差异不显著( $P > 0.05$ ).

表 3 不同密度收获时的性状表现及产量

Tab. 3 Characteristic performances and yields of different sowing densities

密度/ ( $1 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	品种	株高/cm	茎粗/cm	单株鲜 质量/g	单株干 质量/g	干鲜比	鲜草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	干草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )
15.75	金穗 3 号	165.57±2.61 <sup>b</sup>	2.14±0.14 <sup>ab</sup>	562.17±22.22 <sup>b</sup>	59.23±2.36 <sup>b</sup>	0.105±0.07	77 970±2 034.15 <sup>d</sup>	8 217±635.10 <sup>d</sup>
21.00	金穗 3 号	168.80±2.90 <sup>b</sup>	1.99±0.07 <sup>c</sup>	492.33±40.26 <sup>c</sup>	51.39±3.49 <sup>c</sup>	0.104±0.02	95 760±2 870.10 <sup>ab</sup>	9 577±159.00 <sup>b</sup>
33.00	金穗 3 号	169.43±3.39 <sup>b</sup>	1.80±0.03 <sup>d</sup>	333.17±32.51 <sup>d</sup>	32.79±2.92 <sup>e</sup>	0.098±0.03	98 190±8 969.55 <sup>a</sup>	9 648±806.55 <sup>b</sup>
15.75	中玉 9 号	177.70±2.35 <sup>a</sup>	2.19±0.04 <sup>a</sup>	629.17±39.83 <sup>a</sup>	66.66±3.97 <sup>a</sup>	0.106±0.03	85 905±11 154.45 <sup>c</sup>	9 087±944.10 <sup>c</sup>
21.00	中玉 9 号	179.70±2.72 <sup>a</sup>	2.06±0.05 <sup>abc</sup>	459.33±17.79 <sup>c</sup>	46.19±2.76 <sup>cd</sup>	0.101±0.03	98 215±3 018.15 <sup>a</sup>	9 977±250.20 <sup>a</sup>
33.00	中玉 9 号	181.23±3.50 <sup>a</sup>	2.02±0.05 <sup>bc</sup>	392.17±29.04 <sup>d</sup>	43.04±3.24 <sup>d</sup>	0.110±0.09	102 785±10 344.60 <sup>a</sup>	10 792±771.45 <sup>a</sup>
F 检验		14.72 <sup>**</sup>	9.45 <sup>**</sup>	31.55 <sup>**</sup>	41.74 <sup>**</sup>	1.91	8.22 <sup>**</sup>	12.83 <sup>**</sup>

同列数据比较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( $P < 0.01$ ).

表 4 不同追肥量收获时的性状表现及产量

Tab. 4 Characteristic performances and yields of different chemical fertilizer volumes

追肥量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	品种	株高/cm	茎粗/cm	单株鲜 质量/g	单株干 质量/g	干鲜比	鲜草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	干草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )
0	金穗 3 号	179.30±9.07 <sup>b</sup>	1.99±0.09 <sup>c</sup>	475.83±37.06 <sup>b</sup>	49.96±0.24 <sup>e</sup>	0.109±0.00	65 996±4 641.75 <sup>b</sup>	7 215±545.10 <sup>c</sup>
150	金穗 3 号	184.53±3.37 <sup>b</sup>	2.14±0.04 <sup>b</sup>	581.50±30.62 <sup>a</sup>	67.92±3.94 <sup>a</sup>	0.113±0.00	81 119±6 741.75 <sup>ab</sup>	9 186±713.85 <sup>a</sup>
225	金穗 3 号	184.97±4.31 <sup>b</sup>	2.18±0.06 <sup>ab</sup>	584.33±43.02 <sup>a</sup>	61.10±4.61 <sup>cd</sup>	0.107±0.00	82 092±7 258.20 <sup>a</sup>	9 045±1 056.35 <sup>a</sup>
0	中玉 9 号	180.63±2.27 <sup>b</sup>	2.02±0.03 <sup>c</sup>	560.67±40.19 <sup>a</sup>	59.99±2.09 <sup>d</sup>	0.108±0.00	71 640±4 369.62 <sup>ab</sup>	7 643±368.52 <sup>bc</sup>
150	中玉 9 号	198.37±2.40 <sup>a</sup>	2.22±0.12 <sup>a</sup>	595.00±67.01 <sup>a</sup>	63.79±3.21 <sup>bc</sup>	0.106±0.01	81 465±7 106.70 <sup>ab</sup>	8 609±311.70 <sup>ab</sup>
225	中玉 9 号	200.20±3.48 <sup>a</sup>	2.23±0.04 <sup>a</sup>	616.17±14.69 <sup>a</sup>	65.67±1.04 <sup>ab</sup>	0.108±0.00	84 015±7 237.35 <sup>a</sup>	9 069±703.35 <sup>a</sup>
F 检验		12.23 <sup>**</sup>	22.34 <sup>**</sup>	6.24 <sup>**</sup>	41.41 <sup>**</sup>	1.11	3.54 <sup>*</sup>	3.74 <sup>*</sup>

同列数据比较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( $P < 0.01$ ).

表 5 玉米单播与箭筈豌豆混播的性状表现

Tab. 5 Characteristic performances of corn unicast and mixed seeding *Vicia sativa*

处理	玉米				箭筈豌豆			
	株高/cm	单株鲜 质量/g	单株干 质量/g	干鲜比	株高/cm	单株鲜 质量/g	单株干 质量/g	干鲜比
金穗 3 号单播	181.43±7.54 <sup>ab</sup>	646.50±119.76 <sup>a</sup>	75.12±8.32 <sup>a</sup>	11.59±0.82	—	—	—	—
金穗 3 号混播	160.93±3.23 <sup>c</sup>	475.67±34.67 <sup>b</sup>	52.69±1.54 <sup>b</sup>	11.10±0.51	89.73±5.86	79.33±27.30	12.63±4.47 <sup>a</sup>	0.16±0.01
中玉 9 号单播	185.20±4.23 <sup>a</sup>	610.67±30.09 <sup>ab</sup>	74.27±7.13 <sup>a</sup>	12.04±0.59	—	—	—	—
中玉 9 号混播	166.83±9.71 <sup>bc</sup>	456.50±49.98 <sup>b</sup>	51.96±14.38 <sup>b</sup>	11.48±2.36	98.97±18.39	71.67±20.65	11.27±4.49 <sup>b</sup>	0.15±0.02
F 检验	6.76 <sup>*</sup>	4.34 <sup>*</sup>	5.41 <sup>*</sup>	0.21	0.44	6.08	5.86	0.14

同列数据比较小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ); \* 表示差异显著( $P < 0.05$ ).

表 6 玉米单播与箭筈豌豆混播的产量

Tab. 6 Yields of corn unicast and mixed seeding *Vicia sativa*

处理	玉米		箭筈豌豆		总鲜草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	总干草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )
	鲜草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	干草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	鲜草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	干草产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )		
金穗 3 号单播	85 328±14 856.15 <sup>ab</sup>	9 812±1 108.35 <sup>ab</sup>	—	—	85 328±14 856.15	9 812±1 108.35
金穗 3 号混播	73 768±6 523.05 <sup>ab</sup>	8 369±365.10 <sup>bc</sup>	12 241±1 594.95	1 391±288.45	86 009±8 084.10	9 760±785.85
中玉 9 号单播	87 799±969.60 <sup>a</sup>	10 574±618.90 <sup>a</sup>	—	—	87 799±969.60	10 574±618.90
中玉 9 号混播	67 002±2 332.35 <sup>b</sup>	7 908±1 313.10 <sup>c</sup>	11 018±750.90	1 341±423.30	78 020±1 592.85	9 249±779.36
F 检验	4.84 <sup>*</sup>	5.73 <sup>*</sup>	1.15	0.86	0.38	1.02

同列数据比较小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ); \* 表示差异显著( $P < 0.05$ ).

### 3 讨论与结论

韩建国等<sup>[19]</sup>报道,单位面积粗蛋白产量的高低取决于牧草刈割的时间,随着饲草的生长发育,蛋白质含量增加;进入乳熟期后,穗成分(籽实)所占比例增加,致使中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)比生长前期下降.在青海高寒牧区种植玉米由于受气候影响,无霜期短,不能完成整个生长发育,铺地膜情况下,收获时早熟品种也只能进入抽雄期,收获早,是造成玉米蛋白质含量相对较低、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)含量较高的原因<sup>[20]</sup>.

‘金穗3号’‘中玉9号’适宜种植密度每公顷为21万株,都属于高密度种植,比其它地区种植青贮玉米密度高3.5倍,这与其它地区种植青贮玉米的不同之处.尽管玉米只有102d的有效生长时间,鲜草产量和干草产量比当地传统饲草作物燕麦高1.67倍和2.07倍<sup>[17]</sup>,没有发生任何病虫害,表明在高寒牧区铺地膜,高密度种植青贮玉米是完全可行的.

在青贮玉米生长期中,拔节期追施氮肥有显著增产效果,与徐敏云等<sup>[4]</sup>和方勇等<sup>[9]</sup>研究结果一致.高寒牧区由于生长天数有限,拔节期到收获时间只有60d,过多追施用尿素,肥料发挥不了应有的作用,增产效果不显著.在每公顷底肥施磷酸二胺(含 $P_2O_5$  46%)180kg,尿素(含N 46%)150kg的基础上,拔节期追施尿素每公顷150kg即可.

李洪影等<sup>[15]</sup>对黑龙江北部青贮玉米(乳熟期)与豆科牧草混播的研究结果为混合比例1:2时鲜草产量最高,营养品质最好.而在高寒牧区青贮玉米生育期只能达到抽雄期,青贮玉米与箭筈豌豆混播,对玉米生长有显著影响,比单播株高、单株鲜质量、单株干质量显著降低,差异显著( $P < 0.05$ ),混播与单播鲜重和干重总产量差异不显著( $P > 0.05$ ),与李洪影等<sup>[15]</sup>的研究结果不同.而对箭筈豌豆生长影响不显著.

#### 参考文献

[1] 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

[2] 李洪影,焉石,孙涛,等.施磷对不同收获期青贮玉米碳水化合物积累的影响[J].草业学报,2011,20(4):90-97

[3] 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

[4] 徐敏云,李建国,谢帆,等.不同施肥对青贮玉米生长和产量的影响[J].草业学报,2010,19(3):245-250

[5] 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

[6] 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: 141-150

[7] 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

[8] Shinnerson K J, Binversie A N, Muck R E, et al. Comparison of wet and dry corn stover harvest and storage [J]. Biomass and Bioenergy, 2007, 31(4): 211-221

[9] 方勇,程林润,朱璞,等.施肥处理对南方青贮玉米产量和植株性状的影响[J].草业科学,2010,27(3):98-101

[10] 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

[11] 王绍美,金胜利,王刚.河西灌区全膜双垄沟播玉米的节灌增产效应[J].甘肃农业大学学报,2010,45(5):40-45

[12] 汪佳,黄高宝,李玲玲.全膜双垄沟播玉米对土壤全氮及全磷时空变化的影响[J].甘肃农业大学学报,2011,46(1):22-29

[13] 陈红,黄高宝,李玲玲,等.旱作全膜双垄沟播对玉米苗期土壤水分的影响[J].甘肃农业大学学报,2011,46(5):50-55

[14] 赵凡,崔增团.高海拔旱作农业区全膜双垄沟播玉米肥料效应研究[J].甘肃农业大学学报,2013,48(4):62-68

[15] 李洪影,高飞,刘昭明,等.青贮玉米不同混播方式对饲料作物产量和品质的影响[J].草地学报,2011,19(5):825-829

[16] 王博,吴建平,雷赵民,等.两种生物添加剂在全株玉米青贮中的应用效果[J].甘肃农业大学学报,2012,47(5):30-33

[17] 李春喜,叶润蓉,杜岩功,等.高寒牧区青贮玉米生产性能初步研究[J].草地学报,2013,21(6):1214-1217

[18] 唐启义. DPS 数据处理系统-实验设计、统计分析 & 数据挖掘[M]. 2版.北京:科学出版社,2010

[19] 韩建国,马春晖,毛培胜,等.播种比例和施氮肥及刈割期对燕麦与豌豆混播草地产草量和质量的影响[J].草地学报,1999,7(2):87-93

[20] 冯淑华,李伟忠,李晶.不同青贮玉米品种光合特征及产量比较[J].草原与草坪,2011,31(2):38-40

(责任编辑 李辛)