

文章编号: 1005-0906(2005)04-0081-05

青贮玉米生物产量及营养积累规律研究

王永宏, 赵 健, 沈强云, 韩礼义

(宁夏农林科学院农作物研究所, 银川 750105)

摘要: 对青贮玉米不同生育阶段全株干物质与青贮营养积累规律、不同器官产量与营养转移规律、全株生物产量积累规律及水分变化规律进行了研究。结果表明, 青贮玉米乳熟期鲜产量最高, 随着子粒灌浆和成熟度的提高, 全株鲜产量及蛋白质含量有所下降, 但蜡熟期全株具有较高的干物质产量和蛋白质总量, 具有适宜青贮的最佳含水量, 蜡熟期全株青贮后 NDF 和 ADF 最低, 消化率最高, 收获加工青贮具有较高的产量和营养价值。

关键词: 青贮玉米; 生物产量; 营养; 积累规律

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Studies on Accumulation of Organism Yield and Nutrition of Silage Maize

WANG Yong-hong, ZHAO Jian, SHEN Qiang-yun, HAN Li-yi

(Grop Research Institute, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750105, China)

Abstract: This experiment studied the accumulation trends of dry matter and nutrition of silage maize at different development stages, the transfer of yield and nutrition in different organs, the accumulation trend of whole organism yield as well as the dynamic of water content. The result showed that fresh yield of whole plant at milk stage was the highest. With the improvement of grain filling and maturity, fresh yield and protein content decreased. However, at dough stage, dry matter and total protein content were higher and water content was optimal for silage, also whole maize silage with ear had the lowest neutral detergent fiber(NDF) and acid detergent fiber(ADF), while it had the highest coefficient of digestibility. It was showed that yield and nutrition value were higher when harvesting and producing silage at dough stage.

Key words: Silage maize; Organism yield; Nutrition; Accumulation trend

近年来,随着养殖业的快速发展和退耕还林、封山禁牧政策的实施,青贮玉米以其适应性强、产草量高、营养丰富全面、适口性好等优点,在国内发展很快,相配套的青贮玉米生产、加工、配送日趋专业化。但是,青贮玉米由于涉及种植业、加工业和养殖业多个领域,对青贮玉米种植户而言,以追求最大生物产量为目的,而对养殖户和加工企业而言,追求的是最佳营养质量。目前生产与加工单位对青贮玉米收割时期、灌浆程度上缺乏严格的要求和定性标准,企业

在收购青贮玉米时按交售玉米秆叶枯黄程度决定价格等次,青贮玉米收获时期过早造成加工水分过大,而收获太迟枯叶增多,其穗轴和秸秆木质化程度偏高,对种植户损失的是产量,对青贮加工收购企业而言,收购的是低质量的青贮产品,影响了养殖户家畜的育肥效果、奶产量或品质,往往造成种植、加工、养殖三方面利益受到损害。生产中对青贮玉米加工及饲喂要求缺乏完整的量化指标。因此,研究青贮玉米生物产量积累规律和营养积累规律,探寻青贮玉米最佳产量和营养的收获时期,建立科学合理的青贮玉米质量评价标准体系,对规范青贮玉米种植与加工,提高养殖业生产水平,促进青贮玉米生产健康可持续发展具有重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为高油型青贮玉米 H0647、普通型青

收稿日期: 2005-06-22; 修回日期: 2005-07-06

基金项目: 科技部、农业部“奶业重大关键技术研究产业化技术集成示范”项目“宁夏农区奶业现代化生产技术集成与产业化研究”课题(2002BA518A20)资助

作者简介: 王永宏(1966-),男,宁夏固原人,副研究员,从事玉米栽培与育种研究。Tel:13369590626

E-mail:wyhnx2002-3@163.com

注:本研究得到中国农业大学国家玉米改良中心陈绍江教授指导,并提供青贮品质分析,在此深表感谢!

贮玉米 ZYD32、普通玉米 YD19。试验于 2003 ~ 2004 年在宁夏农林科学院农作物研究所试验田进行。

1.2 试验方法

试验采用随机区组设计,重复 3 次,小区面积 24.3 m²,6 行区,行距 50 cm,设计密度 66 675 株/hm²。4 月 13 日人工开沟点播,5 月 1 日出苗,5 月 18 日间、定苗。底肥施磷酸二铵 150 kg/hm²,尿素 112.5 kg/hm²;6 月上旬玉米拔节期追尿素 225 kg/hm²,磷酸二铵 225 kg/hm²,结合追肥中耕、壅土、灌水。其它田间管理同大田生产。

参试品种苗期标记相同叶龄标准株。从拔节期开始每隔 7 d 取样 3 株,定期测定全株及不同器官鲜重,测定穗部发育、株型特征、叶面积系数等,记载生育表现。鲜物质经过 110℃ 条件下杀青 30 min,然后在 70 ~ 80℃ 条件下烘干至恒重,称干物质产量,计算含水量。留全株及各器官干物质样品用于品质分析。干物质品质分析在宁夏农林科学院分析测试中心进行,测定仪器为 1030 全自动凯氏定氮仪、Tactor1043 脂肪测定仪、Tactor1010 纤维素分析仪等。

从 7 月上旬雌穗形成前每隔 7 d 定期加工青贮,取相同标记样全株粉碎成 2 cm 左右装入 PVC 罐,经压实、严格封闭处理后埋入地下,5 个月后取出风干粉碎,青贮饲料品质评价采用近红外反射光谱仪(NIRS)方法,实验在中国农业大学国家玉米改良中心完成。

2 结果与分析

2.1 青贮玉米营养积累规律

2.1.1 青贮玉米全株干物质品质动态变化规律

研究结果表明,青贮玉米全株干物质粗蛋白含量随着生育期延后逐渐下降,不同品种均表现为由雌穗形成初期 10% 左右,到蜡熟期(8 月底)下降为 6.98% ~ 7.38%(图 1)。

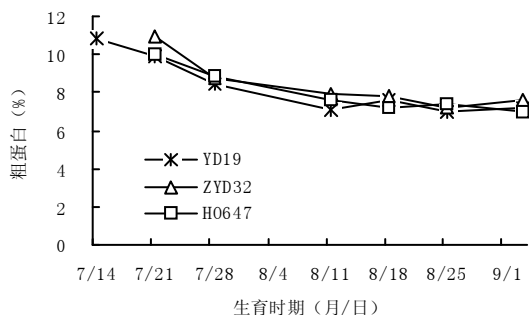


图 1 不同时期全株干物质粗蛋白含量

全株干物质粗脂肪含量随着生育期延后含量逐

渐增加,由雌穗形成之初的 1.44 % ~ 1.65%,随着雌穗灌浆进程,至蜡熟期(8 月底)全株粗脂肪含量上升到一生中最高水平,为 2.54% ~ 3.49%(图 2)。

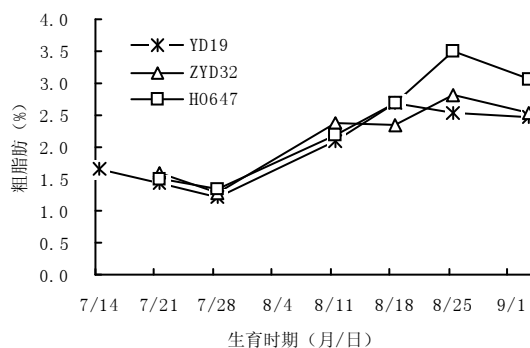


图 2 不同时期全株干物质粗脂肪含量

伴随着青贮玉米生长发育,秆叶粗纤维含量明显增加,由子粒灌浆前的 29.06% ~ 32.38% 增加到子粒蜡熟期的 34.63% ~ 36.77%(图 3)。

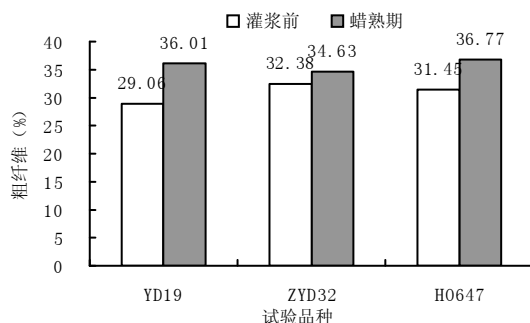


图 3 不同品种灌浆前后秆叶粗纤维含量比较

不同品种全株干物质粗纤维含量由灌浆之前的 29.06% ~ 32.38%,随着雌穗灌浆进程,至蜡熟期下降为 19.64% ~ 23.80%(图 4)。这是因为就整株而言,随着灌浆营养向子粒转化,全株干物质淀粉和可溶性碳水化合物含量增加,从而抵消了茎秆中增加的纤维素和木质素对整株的影响,表现为随着生育期延后,全株干物质纤维素含量逐渐降低。

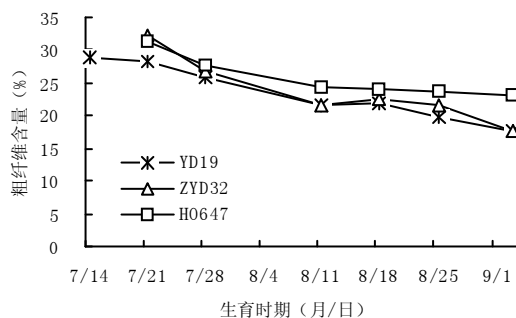


图 4 不同时期全株干物质粗纤维含量

青贮玉米一生中随着生育期延后,全株干物质无氮浸出物含量逐渐上升,由灌浆之初的 40.50% ~

43.56%，随着雌穗灌浆进程，至蜡熟期上升为 54.69%~60.19%(图 5)。

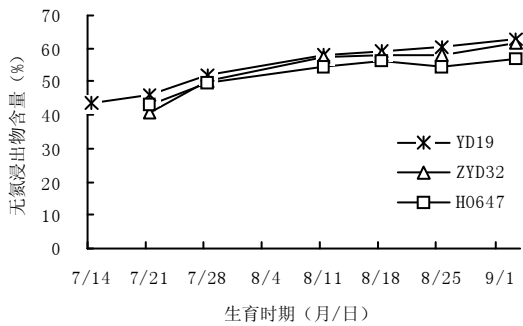


图 5 不同时期全株干物质无氮浸出物

随着生长发育，青贮玉米全株干物质灰分含量有下降趋势，由扬花期的 7%~8%，降到蜡熟前期的 5%左右(图 6)。

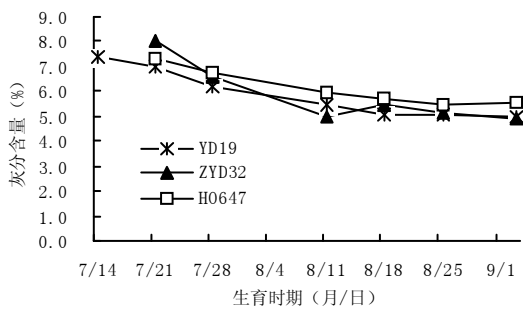


图 6 不同时期全株干物质灰分含量比较

2.1.2 青贮玉米不同器官营养分布及转移规律

对青贮玉米 HO647 蜡熟期全株各器官品质分析表明，子粒和叶片中粗蛋白含量较高，分别为 10.26%和 9.81%，茎秆为 3.53%，穗轴含量较低。粗脂肪主要存在于子粒中，为 6.42%，叶片、茎秆、穗轴含量较低。茎秆中粗纤维含量最高，为 44.24%；其次为穗轴和叶片，子粒中含量很少。无氮浸出物以子粒中最高，为 71.3%；其次穗轴为 53.77%，叶片和茎秆含量为 46.55%和 42.07%。叶片中灰分含量最高，为 10.58%，茎秆次之，子粒与穗轴中灰分含量很少(表 1)。

表 1 青贮玉米 HO647 蜡熟期各器官营养成分 %

器 官	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰 分
茎 秆	3.53	0.36	44.24	42.07	7.52
叶 片	9.81	0.76	28.90	46.55	10.58
子 粒	10.26	6.42	3.25	71.30	1.43
穗 轴	2.35	0.30	38.78	53.77	1.44

2.1.3 青贮玉米全株青贮后营养成分及消化率动态比较

消化率高低是评价青贮玉米质量的重要指标，也是确定青贮玉米最佳收获期的重要依据。通过对

HO647 不同生育阶段全株青贮后营养测定的结果表明，子粒灌浆初期全株消化率为 61.34%，随着子粒灌浆增加，全株消化率逐渐提高，至 8 月下旬全株消化率达到一生中最大值 64.58%，之后逐渐下降。说明青贮玉米蜡熟期收获加工青贮质量较好(图 7)。

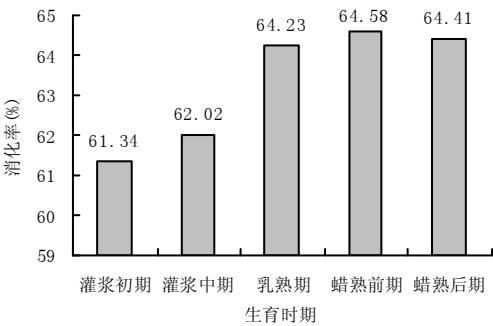


图 7 不同生育时期 HO647 青贮消化率比较

不同青贮品种蜡熟前期全株青贮的消化率不同，普通玉米 YD19 全株青贮消化率为 64.15%，而专用青贮玉米 HO647 和 ZYD32 全株青贮后消化率为 64.58%和 65.54%。表明专用青贮玉米品种比普通玉米品种青贮消化率高。因此，选用专用青贮玉米品种是青贮玉米生产发展的方向(图 8)。

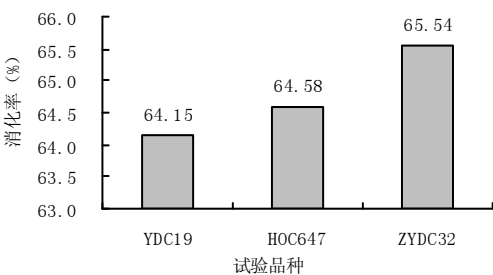


图 8 不同品种蜡熟期全株青贮消化率比较

不同时期全株青贮处理后蛋白质含量与青贮前干物质结果相同，即表现为雌穗形成前全株由秆叶构成，全株蛋白质含量 8.25%，雌穗形成后随着秆叶营养向子粒转化，全株蛋白质含量降低为 6.83%~7.62%。这可能是雌穗形成后随着子粒灌浆，全株部分蛋白质转化成为碳水化合物(图 9)。

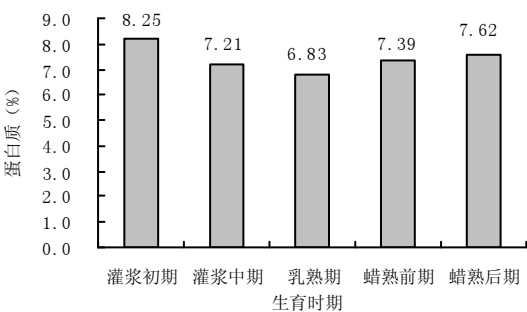


图 9 不同时期 HO647 全株青贮后蛋白质含量

蜡熟期青贮玉米经青贮后，随着微生物发酵作用,与青贮前全株干物质相比,全株蛋白质含量均有所增加,表明青贮处理能提高青贮玉米品质(表 2)。

表 2 不同品种青贮前后全株蛋白质变化比较 %

品 种	YD19	HO647	ZYD32
青贮前	6.98	7.38	7.22
青贮后	7.38	7.40	7.28

中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)是评价青贮玉米品质的重要指标。NDF 和 ADF 含量高,饲料降解所需要的时间长,饲料的吸收率也下降;相反含量相对小,从而使整株玉米干物质消化率提高。青贮玉米 HO647 全株青贮试验结果表明,雌穗形成初期 NDF 为 56.10%，随着子粒灌浆和成熟度的提高,NDF 逐渐下降,到蜡熟前期降至一生中最低点 44.99%。ADF 变化趋势相同,雌穗形成初期 ADF 为 33.14%,随着子粒灌浆和成熟度的提高,ADF 逐渐下降,到蜡熟前期降至一生中最低点 23.64%(表 3)。

表 3 不同时期 HO647 全株青贮 NDF 与 ADF 比较 %

生育时期 (月/日)	灌浆初期 (7/28)	灌浆中期 (8/11)	乳熟期 (8/18)	蜡熟前期 (8/25)	蜡熟后期 (9/3)
NDF	56.10	52.52	48.87	44.99	45.35
ADF	33.14	30.54	26.84	23.64	24.20

2.2 青贮玉米生物产量积累规律

2.2.1 青贮玉米不同时期全株鲜产量变化规律

全株生物产量的的高低是衡量品种的重要指标。通过对青贮玉米全株动态生物鲜产量测定,表明青贮玉米自拔节期开始生物产量积累很快,伴随着子粒灌浆,乳熟期全株生物鲜产量达到最高值,之后开始缓慢下降。普通玉米 YD19 伴随着底部叶片枯死鲜产量下降很快,专用青贮玉米品种 HO647、ZYD32 保绿性相对较好。不同品种生物产量差异较大,8 月上旬 YD19 达到鲜产量最高值 129.6 t/hm²,8 月 11 日 ZYD32 鲜产量最高 123.3 t/hm²,HO647 最高生物鲜产量出现在 8 月 18 日,为 153.5 t/hm²(图 10)。

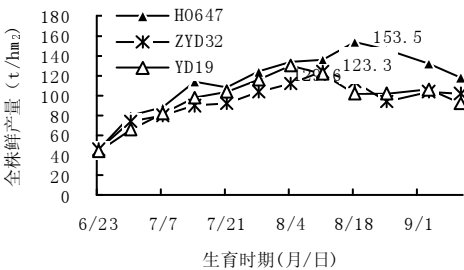


图 10 青贮玉米全株鲜产量积累规律

2.2.2 青贮玉米不同时期全株干物质产量变化规律

青贮玉米对牲畜能量的贡献主要体现在干物质产量上。青贮玉米干物质产量与生育进度呈正相关,随着生长发育全株干物质逐渐递增,至子粒成熟期干物质产量最高。不同品种由于生育期、发育规律、生长潜力等不同,干物质产量不尽相同。鲜生物产量最高时期各品种干物质产量分别为:YD19 为 27.75 t/hm²,ZYD32 为 27.45 t/hm²,HO647 为 32.55 t/hm²。可见鲜产量最高时干物质产量较低,此时收获加工青贮损失较大(图 11)。

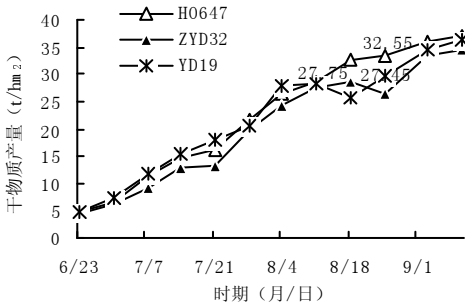


图 11 青贮玉米全株干物质产量积累规律

2.2.3 青贮玉米不同器官鲜、干物质产量转移规律

青贮玉米 HO647 雌穗形成之前全株由茎秆和叶片组成,其中茎秆鲜重占全株的 63.5%,叶片鲜重占 36.5%;但茎秆和叶片干物质产量差别不大,茎秆占 53.1%,叶片占 46.9%。从雌穗形成前至蜡熟期,随着雌穗发育及灌浆进程,茎秆中部分养分开始向雌穗转移,茎秆鲜、干物质产量占全株比重逐渐降低。从雌穗形成开始,通过灌浆增重,叶片鲜、干物质产量占全株比重大幅度降低,而雌穗干物质比重逐渐增加,至子粒蜡熟期雌穗鲜产量占全株的 23.1%,而干物质产量达到 47.5%。青贮玉米全株产量由秆、叶向穗部转移的过程,也伴随着全株纤维素等营养物质的转化(表 4)。

表 4 HO647 不同时期各器官鲜、干物质产量占全株比重 %

器 官	吐丝期	子粒形成期	乳熟期	蜡熟期	完熟期
鲜 叶	36.5	31.2	29.5	26.0	19.7
鲜 茎	63.5	52.2	48.7	50.9	53.7
鲜 穗	0.0	16.7	21.8	23.1	26.6
干 叶	46.9	29.8	27.8	24.8	19.3
干 茎	53.1	38.9	29.6	27.8	29.3
干 穗	0.0	31.4	42.7	47.5	51.4

2.3 青贮玉米不同时期全株含水量变化规律

青贮原料含水量过高,往往营养成分不足,加工损失大,青贮后发酵不稳定,易变质;含水量过低,穗轴和秸秆木质化程度偏高,不易粉碎,牲畜采食浪费较大,装窖时不易踩实,易使青贮料霉烂变质。因此,

确定青贮玉米全株最佳水分含量是决定青贮质量的关键。一般认为全株含水量在 70% 左右青贮效果较好。研究表明,青贮玉米全株含水量随着生长发育而降低,乳熟期鲜产量较高,但含水量很高,干物质含量较低,后期随着雌穗灌浆速度的加快,营养物质的转化,水分含量降低,干物质产量逐渐增加,但随着子粒成熟度提高,全株木质化程度也逐渐增加。不同品种全株含水量变化规律不同,YD19 生育期早,灌浆速度快,至 8 月 25 日蜡熟期全株含水量为 70.77%,ZYD32 全株含水量为 71.68%,HO647 生育期较晚,9 月 3 日蜡熟期全株含水量为 72.9%(图 12)。

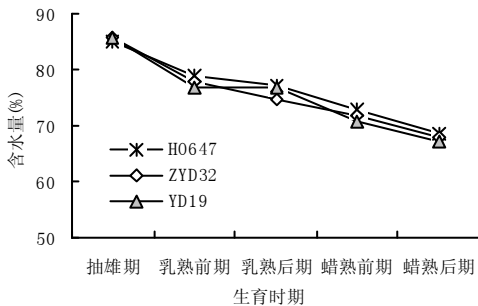


图 12 青贮玉米全株含水量变化规律

3 结论与讨论

近年来宁夏青贮玉米发展很快,但是普通玉米用作青贮现象非常普遍,种植户在收割时期、收割程度上缺乏科学的质量和产量评价指标;随着青贮玉米种植面积的不断增多和养殖户对玉米青贮需求量的增加,出现了许多青贮加工配送中心,由于缺乏科学的质量评价标准,对青贮玉米健康发展势必产生不良影响。本文研究了青贮玉米不同生育阶段全株干物质营养积累规律、子粒蜡熟期不同器官营养转移与分布特征及全株青贮后营养及消化率变化规律,摸清了青贮玉米全株生物产量积累规律、子粒蜡熟期不同器官产量转移规律等,初步确定了宁夏青贮玉米生产中主栽品种的最高生物产量生育指标和形态指标。结合全株含水量变化规律,为最佳收获、青贮加工时期的确定及青贮玉米质量评价标准制定提供了理论依据。因此,该项研究对青贮玉米生产、加工及养殖业发展具有重要的现实意义。

全株生物产量、干物质及营养分析表明,青贮玉米生育前期全株蛋白质含量较高,最高生物产量出现时期往往在子粒乳熟期,但生育前期全株含水量偏高,内容物较少,单位面积有效成分不高,青贮加工营养和产量损失较大。随着灌浆子粒成熟度提高,

蜡熟期青贮玉米全株淀粉、可溶性碳水化合物、粗脂肪及蛋白质含量较高;而 NDF 和 ADF 相对最低,消化率显著提高,综合营养全面。蜡熟期青贮玉米全株含水量适宜青贮,并具有较高的干物质产量。因此,青贮玉米最佳收获、加工时期应在子粒蜡熟期。

从不同类型青贮玉米不同器官营养比较来看,子粒和叶片中粗蛋白和粗脂肪含量相对较高,而粗纤维较低,因而具有较高的营养价值,叶比茎易消化,叶片多干物质体外消化率相对较高;另外,专用青贮品种消化率高,单位面积生物产量高,生产和加工效益好。因此,在选用品种方面应注意选择那些多叶、大穗型品种,不提倡普通玉米用于青贮生产。

参考文献:

- [1] 扈光辉. 饲用玉米的育种进展与趋势[J]. 玉米科学, 2003, 11(2): 46-49.
- [2] 戴景瑞. 浅谈我国玉米育种的目标和发展思路[J]. 中国农业科技导报, 2004, 6(增刊): 13-16.
- [3] 苏秀侠, 等. 玉米转化增值有效途径的探讨[J]. 玉米科学, 2002, 10(3): 7-10.
- [4] 赵元凤. 世界奶业发展的特点及启示[J]. 世界农业, 2001, (4): 16-18.
- [5] A. B. Гарист. 青贮和半干贮料营养价值的确定[J]. 国外畜牧学, 1990, (3): 24-26.
- [6] 何忠伟, 等. 入世后中国农业标准化的出路[J]. 世界农业, 2003, (8): 4-6.
- [7] 潘金豹, 等. 青贮玉米的类型与评价标准[J]. 北京农业, 2002, (11): 27-28.
- [8] 刘春晓, 等. 青贮玉米利用价值及对奶牛产奶量的影响[J]. 内蒙古草业, 2004, 16(1): 4-5.
- [9] 杨云贵, 等. 牧草、玉米青贮和作物秸秆营养价值的洗涤剂法评定[J]. 草地学报, 2004, 12(2): 132-135.
- [10] 曲永利, 等. 不同收获期玉米青贮干物质在奶牛瘤胃内降解率的研究[J]. 黄牛杂志, 2003, 29(6).
- [11] C.S.Kuehe, 等. 不同杂交青贮玉米对肉牛和奶牛饲用价值的评定[J]. 国外畜牧科技, 1999, 26(4): 15-18.
- [12] 王景才, 等. 全株玉米青贮料喂育肥牛的试验[J]. 黄牛杂志, 2003, 29(6): 27-28.
- [13] 于平. WTO 与世界肉类贸易[J]. 世界农业, 2001, (11): 7-9.
- [14] 高聚林, 等. 不同类型玉米饲用栽培的营养品质研究[J]. 玉米科学, 2004, 12(专刊): 66-72.
- [15] 田培育, 等. 蜡熟期玉米青贮的生产技术及其利用价值[J]. 黑龙江畜牧兽医, 1997, (9): 24-25.
- [16] 张文举, 等. 甲醛对全株玉米青贮饲料营养价值的影响[J]. 中国奶牛, 2002, (5): 27-29.
- [17] 崔淘气. 全株玉米青贮与去穗秸秆青贮饲喂肉牛的增重效果对比试验[J]. 黄牛杂志, 2002, (5): 19-21.
- [18] 王永宏, 等. 试论发展青贮玉米对宁夏农牧业生产的重要性[J]. 玉米科学, 2004, 12(专刊): 128-131.