

# 东北农牧交错带玉米田收获高品质粗饲料方法研究 I

## ——玉米去雄摘叶对产量及秸秆饲用价值的影响

靳英华<sup>1,2</sup>, 周道玮<sup>3\*</sup>, 姜世成<sup>2</sup>, 陈钱磊<sup>1</sup>

(1. 东北师范大学城市与环境科学学院, 吉林 长春 130024; 2. 东北师范大学草地科学研究所,

植被生态科学教育部重点实验室, 吉林 长春 130024; 3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130024)

**摘要:** 在东北农牧交错带玉米田中两种垄距种植玉米, 吐丝期对玉米进行三种去雄摘叶(去雄穗+1顶叶, 去雄穗+2顶叶, 去雄穗+3顶叶)处理, 收获青绿秸秆作饲料。研究不同去雄摘叶处理对产量及鲜秸秆饲用价值的影响。结果表明: 窄垄种植玉米三种去雄摘叶的处理与不去雄摘叶传统垄距种植的玉米产量比较, 增产 16.6%~32%, 又可获得较多的含粗蛋白高、消化率大的青绿秸秆, 并提供较多的代谢能。如果仍然保持传统垄距种植, 去掉雄穗+1个顶叶的处理产量略高于不去雄摘叶的对照并可获取优质青绿秸秆。因此, 在不影响玉米籽实产量的前提下, 提前收获青绿秸秆, 将为东北农牧交错带家畜提供营养价值高, 适口性好可替代部分饲草的青绿饲料, 为发展草地农业, 缓解草原压力提供可行途径。

**关键词:** 玉米秸秆; 去雄摘叶; 吐丝期; 产量; 饲用价值; 东北农牧交错带

**中图分类号:** S513.099 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0001-06

东北农牧交错带农田与草地相嵌分布<sup>[1]</sup>, 奠定了该区饲草供应方式, 即除草地外, 农田残茬和防护林下草地及落叶提供了大比例饲草。但是此区草畜矛盾依然突出, 如何生产更多更好的饲草是解决草畜矛盾、防止草地进一步退化的关键问题<sup>[2~6]</sup>。

农田残茬和玉米秸秆作为该地区冬季重要的饲料补充来源一直发挥着重要作用。玉米传统的收获方式是尽量推迟果穗收获期, 以图提高籽实产量。果穗收回后, 秸秆留在地里至很晚, 农闲期收回, 这时的秸秆已经枯黄, 饲用价值变低或几无饲用价值。本研究目的是在7月末至8月初玉米吐丝末期, 雄穗的授粉作用已经完成, 对大田玉米进行去雄摘叶处理, 提前收获青绿秸秆作饲料。研究去雄摘叶对玉米籽粒产量的影响及去雄摘叶所收获的饲料产量和质量。如果对籽粒产量不影响或影响小, 并可得到相当数量和高质量的秸秆, 这对于缓解草畜矛盾应该具有积极意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

本研究是在吉林省西部的长岭县种马场进行。

该地区位于东北农牧交错带的东端, 地理位置 44°30'~44°45'N, 123°31'~124°10'E, 属于温带半湿润半干旱气候类型。年均温 4.9°C, ≥10°C 积温 2 920°C, 无霜期 140~160 d, 年日照时数 2 800 h。年降水量 300~500 mm, 集中在 6~9 月, 占总降水量的 70%。年蒸发量 1 600.2 mm, 年蒸发量约是降水量的 3.5 倍。地带性土壤为黑钙土, 农田为风沙土。

### 1.2 研究方法

1.2.1 试验设计 试验于 2006 年的生长季进行, 玉米品种为郑单 958。小区采用随机区组设计, 3 次重复。小区长 20 m, 12 行区。5 月 7 日浇水后穴播。施肥磷酸二铵 5.4 g/株。五叶期定苗, 每穴留 1 株。大喇叭口期中耕, 施尿素 5.4 g/株, 封垄。玉米吐丝末期, 隔行去雄摘叶, 三种去雄摘叶方式分别为: 去掉雄穗和最上 1 个顶叶, 包括部分茎秆(下同)(简称去雄穗+1 顶叶)、去掉雄穗和最上 2 个顶叶(简称去雄穗+2 顶叶)、去掉雄穗和最上 3 个顶叶(简称去雄穗+3 顶叶)。玉米种植为 65 cm、43 cm 两种垄距, 株距为 40 cm。该地区玉米种植传统垄距为 65 cm。产量分析以 65 cm、43 cm 垄距的不去雄摘叶分别作为对照。质量分析又加入了不同时期收获的羊

收稿日期: 2008-11-25

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)“我国农田生态系统重要生态过程与调控对策研究”(2005CB121101); 吉林省科技发展计划项目“吉林西部玉米种植生态技术研究”(20070559); 东北师范大学分析测试基金

作者简介: 靳英华(1968-), 女, 博士, 吉林长春人, 副教授, 主要从事区域气候变化研究、农田生态学研究。E-mail: jinyh796@nenu.edu.cn。

\* 通讯作者: 周道玮(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事恢复生态学研究、草地农业研究。E-mail: zhoudw@nenu.edu.cn。

草质量。

1.2.2 测定指标及方法 把从植株上去掉的玉米秸秆(包括雄穗、1~3 片叶和茎秆),放入 105℃ 烘箱,10 min 杀青后,降温到 65℃,烘干至恒重,称取生物量。

2006 年 10 月 5 日大田收获籽粒,各小区在中间行随机取 10 个果穗,阴干后进行室内考种。用全自动测氮仪(2300 Kjeltac Analyzer Unit, Foss Tecator)测定各处理获得的秸秆(雄穗、叶片和茎秆)和收获后玉米植株相同部位的干秸秆及 7、8、9 月末取样的羊草的粗蛋白含量。使用美国 parr-1281 半自动氧弹热量计(Bomb Calorimeter)测定能值(GE)。应用 Tilley-Terry 体外法<sup>[7]</sup>测定干物质消化率。

应用 ARC(1965)提供的方法计算代谢能:

$$ME = GE \times IVDMD \times 0.815 \quad (1)$$

式中:ME 为代谢能;GE 为总能;IVDMD 为体外干物质消化率。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同去雄摘叶处理对玉米籽粒产量及果穗性状的影响

实验结果表明(表 1):65 cm 垄距种植玉米的三种去雄摘叶处理对产量的影响不同。去雄穗+1 顶叶处理的产量高于对照,差异不显著( $P>0.05$ )。去雄穗+2 顶叶处理的产量低于对照,差异不显著( $P>0.05$ )。去雄穗+3 顶叶的处理低于对照,差异显著( $P<0.05$ )。

与对照相比,去雄摘 1、2 个叶的处理对百粒重影响不大,只有去雄穗+3 顶叶的处理与对照差异显著( $P<0.05$ )。不同处理对每穗总粒数的影响不同,去雄穗+1 顶叶的处理显著高于对照( $P>0.05$ ),去雄穗+2、3 顶叶的处理与对照差异不显著( $P>0.05$ )。去雄穗+1 顶叶处理的穗长与对照差异不显著( $P>0.05$ ),其它的处理穗长较短,差异显著( $P<0.05$ )。只有去雄穗+3 顶叶处理的穗粗与对照差异显著( $P<0.05$ )。去雄摘叶三个处理对秃尖长的影响与对照相比差异不显著( $P>0.05$ )。不同处理可明显地影响玉米轴的重量,差异显著( $P<0.05$ )。去的叶片数越多,轴重下降越明显。

43 cm 垄距种植玉米的三种去雄摘叶处理对产量的影响不同。去雄穗+1 顶叶处理的产量略低于对照,但差异不显著( $P>0.05$ )。去雄穗+2、3 顶叶处理的产量低于对照,差异显著( $P<0.05$ )。

三种去雄摘叶处理的百粒重均小于对照,差异显著( $P<0.05$ )。去雄穗+1 顶叶处理的每穗总粒

数低于对照,差异不显著。去雄穗+2、3 顶叶处理的每穗总粒数低于对照,差异显著( $P<0.05$ )。三种去雄摘叶处理的穗长低于对照,差异显著( $P<0.05$ )。去雄穗+1、2 顶叶处理的秃尖长、穗粗与对照相比差异不显著( $P>0.05$ ),去雄穗+3 顶叶处理的秃尖长、穗粗与对照相比差异显著( $P<0.05$ )。不同处理可明显地影响玉米轴的重量,差异显著( $P<0.05$ )。去的叶片数越多,轴重下降越明显。

去雄摘叶处理的玉米产量大都高于 65 cm 传统垄距种植的对照或与它差异不显著。特别是 43 cm 垄距种植去雄穗+1、2、3 顶叶处理的产量均高于 65 cm 传统垄距种植的对照,增产 16.6%~32%,差异显著( $P<0.05$ )。65 cm 垄距去雄穗+2、3 顶叶处理的产量低于对照,减产 3%~8%。43 cm 垄距种植无论对照还是去雄摘叶三个处理的果穗性状都劣于 65 cm 传统垄距的对照。特别是 43 cm 垄距种植去雄摘叶的处理轴很轻,只占穗重的 10%,而对照 65 cm 垄距种植不去雄摘叶的轴重占到穗重的 16%。

玉米在孕穗期,穗的大小和潜在的粒数已经被决定,所以吐丝后去顶叶不影响穗的分化。但是果穗的其它性状是由花粒期的营养状况所决定<sup>[8,9]</sup>,玉米棒三叶以上的叶片其生长发育过程的光合产物输向穗及籽粒,直接影响产量。棒三叶的叶面积大,光合能力强且功能期长。其光合产物主要供应果穗,对果穗的发育和籽粒的灌浆成熟作用尤为突出。65 cm 垄距种植的玉米去掉雄穗+1 顶叶的处理,减源很少,相反去掉顶叶改善了棒三叶的受光状况,增加了光合能力,节省了养分,反而促进了果穗的发育,补偿了源减少造成的减产,产量还略有增加,但差异不显著。总粒数、秃尖长都优于对照。但是剪掉三片叶子的处理缩源明显,光合产物形成得少,向果穗里输送得少,对百粒重影响较大,减产显著。对穗长、穗粗、秃尖长也有较大影响<sup>[10,11]</sup>。

很多研究表明合理增加种植密度是一种有效增加产量的管理手段,但是,植株密度的增加加剧了植株间的相互遮蔽和养分的争夺,使个体生长发育受到影响<sup>[12,13]</sup>。窄垄种植玉米,密度增大影响了玉米穗库的大小,限制了单株玉米的生长。同时在吐丝期去顶又减少了源,源和库同时减少,使玉米单株百粒重、总粒数和果穗性状都与 65 cm 垄距种植的对照有显著差异<sup>[14]</sup>。但通过增加密度,大部分处理增产或者差异不显著。

剪掉最上部三片叶子使穗轴明显变小,并且去掉的叶片越多,轴重越轻。在东北半干旱区,窄垄种植玉米,植株间对光和水及其它营养竞争加剧,但在

繁殖分配中,把有效的资源更多地分配到籽粒中去,比例。  
使玉米轴重占整个穗重的比例减小,提高了粒重的

表1 不同处理对籽粒产量及果穗性状的影响

Table 1 The effects of different treatments on grain yield and ear characters

处理 Treatment	65 cm 垄距 65cm row space			43 cm 垄距 43cm row space				
	CK	去雄穗+1 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>1</sup> tip leaf	去雄穗+2 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>2</sup> tip leaves	去雄穗+3 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>3</sup> tip leaves	CK	去雄穗+1 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>1</sup> tip leaf	去雄穗+2 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>2</sup> tip leaves	去雄穗+3 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>3</sup> tip leaves
产量(kg/hm <sup>2</sup> ) Grain yield	8113 <sub>a</sub>	8207 <sub>a</sub>	7872 <sub>ab</sub>	7478 <sub>b</sub>	10860 <sub>a</sub>	10729 <sub>a</sub>	9807 <sub>b</sub>	9456 <sub>b</sub>
百粒重(g/100) Kernel weight	32.4 <sub>a</sub>	32.1 <sub>a</sub>	30.4 <sub>ab</sub>	26.9 <sub>b</sub>	30 <sub>a</sub>	27.9 <sub>b</sub>	25.7 <sub>bc</sub>	24. c
总粒数 Kernel number per ear	654.9 <sub>b</sub>	694.2 <sub>a</sub>	653.4 <sub>b</sub>	642.4 <sub>b</sub>	640.8 <sub>a</sub>	635.7 <sub>a</sub>	602.9 <sub>b</sub>	588.1 <sub>b</sub>
穗长(cm) Ear length	21.1 <sub>a</sub>	20.6 <sub>ab</sub>	20 <sub>b</sub>	19.1 <sub>bc</sub>	19.9 <sub>a</sub>	18.8 <sub>b</sub>	18 <sub>bc</sub>	17.6 <sub>c</sub>
秃尖长(mm) Ear barren tip length	0.07	0.04	0.11	0.13	0.01 <sub>a</sub>	0.16 <sub>a</sub>	0.5 <sub>b</sub>	0.95 <sub>c</sub>
穗粗(mm) Ear diameter	51.85 <sub>a</sub>	52.61 <sub>a</sub>	51.38 <sub>a</sub>	49.7 <sub>b</sub>	50.5 <sub>a</sub>	50.86 <sub>a</sub>	48.22 <sub>b</sub>	47.19 <sub>b</sub>
轴重(g) Cob weight	41.5 <sub>a</sub>	28.6 <sub>b</sub>	25 <sub>c</sub>	19.9 <sub>d</sub>	30.6 <sub>a</sub>	21.4 <sub>b</sub>	17.7 <sub>c</sub>	14.5 <sub>d</sub>

注:不同字母表示处理间在  $P<0.05$  水平上存在显著差异。Note: Different letter are significantly different at the  $P<0.05$  level

## 2.2 不同去雄摘叶处理提供鲜秸秆的干物质重量

郑单 958 是植株略矮、叶片较窄、直立型的玉米品种。各种处理如果大田隔行去雄摘叶可提供干物

质 130~360 kg/hm<sup>2</sup>(表 2),窄垄距种植玉米去雄摘叶处理可提供更多的干物质。

表2 不同去雄摘叶处理提供的干物质重量(kg/hm<sup>2</sup>)

Table 2 Dry matter of straw produced by different detasseling and defoliating treatments

项目 Items	雄穗+1 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>1</sup> tip leaf	雄穗+2 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>2</sup> tip leaves	雄穗+3 顶叶 Detasseling and defoliating <sup>3</sup> tip leaves
65 cm 垄距 65cm row space	131±5.96	181±12.3	252±18.46
43 cm 垄距 43cm row space	206±9.88	249±19.77	363±24.71

## 2.3 不同去雄摘叶处理提供鲜秸秆的粗蛋白含量

不同去雄摘叶处理提供鲜秸秆的粗蛋白含量有显著差异(表 3)。7 月末去雄穗+1、2 个顶叶的两个处理比去 3 个顶叶的处理粗蛋白含量要高。65 cm 垄距去雄穗+1、2 个顶叶的处理比 43 cm 垄距相同处理的粗蛋白百分比要高,差异显著。而 65 cm 垄距去雄穗+3 个顶叶的处理高于 43 cm 垄距相同处理的粗蛋白百分比,差异不显著( $P>0.05$ )。不同去雄摘叶处理可提供的粗蛋白 18~43 kg/hm<sup>2</sup>(表 4)。

7 月末去雄摘叶处理的鲜秸秆粗蛋白百分比显

著高于收获后的干秸秆 2 倍多,也显著高于 7~9 月的羊草,是 8~9 月羊草的 1.7 倍( $P<0.05$ )。收获后的干秸秆是随着去叶数量的增加粗蛋白含量增加。收获后的秸秆与 8、9 月天然牧草羊草的粗蛋白含量相似(表 3)。

雄穗比茎叶的粗蛋白含量百分比高<sup>[15]</sup>,雄穗在秸秆中所占比例越大,该处理的粗蛋白含量百分比就越高。有文献报道茎比叶的粗蛋白含量要低<sup>[16]</sup>,而收获后的秸秆雄穗已经不完整,叶片和茎秆的增加起主导作用。随着植物生长期的延长,粗蛋白含量逐渐降低,营养水平下降<sup>[17,18]</sup>。

表 3 不同处理的秸秆与羊草的粗蛋白含量、能值、体外消化率、代谢能

Table 3 The content of crude protein, GE, IVDMD and ME for corn straw in different treatments and *Leymus chinensis*

项目 Items	粗蛋白含量 Content of crude protein (%)	能值 GE(MG/KG)	体外消化率 IVDMD (%)	代谢能 ME(MJ/KG)
65 cm 垄距去雄穗+1 顶叶 65 cm row space detasseling and defoliating 1 tip leaf	14.19±0.12 a	18.68±0.08 b	56.02±1.2 a	8.53±0.04 a
CK	5.96±0.05 ef	16.72±0.01 fg	32.47±0.2 de	4.42±0.03 ef
65 cm 垄距去雄穗+2 顶叶 65 cm row space detasseling and defoliating 2 tip leaves	14.2±0.15 a	18.67±0.01 b	52.52±1.3 b	7.99 ±0.2 b
CK	6.11±0.04 ef	16.42±0.11 h	33.18 ±0.2 de	4.44 ±0.03 ef
65 cm 垄距去雄穗+3 顶叶 65 cm row space detasseling and defoliating 3 tip leaves	12.05±0.003 c	17.82 ±0.002 e	47.68 ±1.4 c	6.92 ±0.2 d
CK	6.6 ±0.15 e	16.74 ±0.01 f	31.67±0.1 e	4.32 ±0.02 f
43 cm 垄距去雄穗+1 顶叶 43 cm row space detasseling and defoliating 1 tip leaf	13.09±0.11 b	18.49 ±0.08 c	47.07 ±1.1 c	7.09 ±0.03 cd
CK	5.23 ±0.6 f	16.73±0.02 f	34.76 ±0.1 d	4.74 ±0.01 e
43 cm 垄距去雄穗+2 顶叶 43 cm row space detasseling and defoliating 2 tip leaf	12.75±0.17 b	18.07 ±0.01 d	50.04 ±0.4 bc	7.37±0.07 c
CK	5.69±0.002 f	16.6±0.11 g	35.06±0.2 d	4.75 ±0.03 e
43 cm 垄距去雄穗+3 顶叶 43 cm row space detasseling and defoliating 3 tip	11.82 ±0.31 c	17.79 ±0.05 e	49.53 ±0.6 c	7.18±0.07 c
CK	6.54 ±0.36 e	16.84±0.02 f	32.73 ±2.7 de	4.49 ±0.36 ef
7 月份的羊草 <i>Leymus chinensis</i> in July	10.25±0.1 d	17.91±0.03 de	31.37 ±0.3 ef	4.58±0.01 ef
8 月份的羊草 <i>Leymus chinensis</i> in August	5.81±0.31 f	19.09 ±0.05 a	29.37 ±1.8 f	4.57 ±0.01 ef
9 月份的羊草 <i>Leymus chinensis</i> in September	5.81±0.3 f			

注:不同字母表示处理间在  $P<0.05$  水平上存在显著差异。Note: Different letter are significantly different at the  $P<0.05$  level.

表 4 不同去雄摘叶处理提供的粗蛋白量(kg/hm<sup>2</sup>)

Table 4 Different detasseling and defoliating treatments offer the content of crude protein

不同处理 Treatments	65cm 垄距去雄穗 +1 顶叶 65cm row space detasseling and defoliating 1 tip leaf	65cm 垄距去雄穗 +2 顶叶 65cm row space detasseling and defoliating 2 tip leaves	65cm 垄距去雄穗 +3 顶叶 65cm row space detasseling and defoliating 3 tip leaves	43cm 垄距去雄穗 +1 顶叶 43cm row space detasseling and defoliating 1 tip leaf	43cm 垄距去雄穗 +2 顶叶 43cm row space detasseling and defoliating 2 tip leaves	43cm 垄距去雄穗 +3 顶叶 43cm row space detasseling and defoliating 3 tip leaves
粗蛋白含量(kg/hm <sup>2</sup> ) The content of crude protein	18.59	25.70	30.37	26.97	31.75	42.91

#### 2.4 不同去雄摘叶处理提供鲜秸秆的能值

不同去雄摘叶处理提供鲜秸秆的能值有显著差异(表 3)。随着去叶数量的增加,能值越小。7 月末去雄穗+1、2 个顶叶的两个处理比去 3 个顶叶的处理提供的能值高,65 cm 垄距种植去雄穗+1、2 个顶叶的两个处理比 43 cm 垄距的相同处理提供的能值高,差异显著( $P<0.05$ )。而 65 cm 和 43 cm 垄距去雄穗+3 个顶叶的处理差异不显著( $P>0.05$ )。

收获后的干秸秆能值较低,低于 7 月末去雄摘

叶处理鲜秸秆的 2% 左右(表 3), 差异显著( $P<0.05$ )。8 月末的羊草具有最高的能值,大部分 7 月末去雄摘叶处理的鲜秸秆能值高于或相当于 7 月末的羊草。

#### 2.5 不同去雄摘叶处理提供鲜秸秆的体外消化率

65 cm 垄距种植去雄穗+1 顶叶的处理体外消化率显著高于其它处理。去雄摘叶处理提供鲜秸秆的体外消化率显著高于收获后干秸秆对照和 7、8 月份的羊草,去雄摘叶处理鲜秸秆体外消化率是收获

后干秸秆的 1.5~2 倍,是羊草的 1.5 倍( $P<0.05$ ) (表 3)。

随着植物生长期的延长,粗纤维特别是木质素的含量逐渐上升,玉米植株上部秸秆的体外消化率在降低<sup>[16]</sup>,7 月末去顶叶秸秆体外消化率高于羊草,它比 7 月份的羊草更易消化。这可能是在 6 月份羊草结实后消化率下降,羊不爱吃羊草的原因。65 cm 垄距种植去雄穗+1 个顶叶处理的秸秆比去雄穗+2~3 个顶叶的体外消化率要高,可能因为雄穗所占比例大,更容易被消化。

## 2.6 不同去雄摘叶处理提供鲜秸秆的代谢能

65 cm 垄距种植去雄穗+1 顶叶的处理代谢能显著高于其它处理。宽垄去叶越多,所提供的单位代谢能越少,差异显著。窄垄三个处理差异不显著( $P>0.05$ )。去雄摘叶秸秆单位重量提供的代谢能显著高于收获后的秸秆和 7、8 月份的羊草( $P<$

0.05)。65 cm 垄距种植去雄穗+1 顶叶的处理提供的代谢能最多,是对照的 2 倍。羊草的能值虽高,但消化率低,提供的代谢能与收获后的秸秆相同( $P>0.05$ ) (表 3)。

每公顷农田不同去雄摘叶处理所提供的干物质质量不同,相应计算了按照不同去雄摘叶处理提供的干物质质量,等量干物质对照收获后的干秸秆和 7、8 月份羊草所提供的总代谢能。图 1 显示所提供的总代谢能不相同,窄垄三个去雄摘叶处理提供的代谢能最多;宽垄去雄摘三个顶叶和窄垄去雄摘两个顶叶的、宽垄去雄摘两个顶叶和窄垄去雄摘一个顶叶的差异不显著( $P>0.05$ );宽垄去雄摘一顶叶提供的代谢能较少。收获后的干秸秆所提供的代谢能最少。羊草少于去雄摘叶处理的,差异显著( $P<0.05$ )。7、8 月份的羊草差异不显著( $P>0.05$ )。

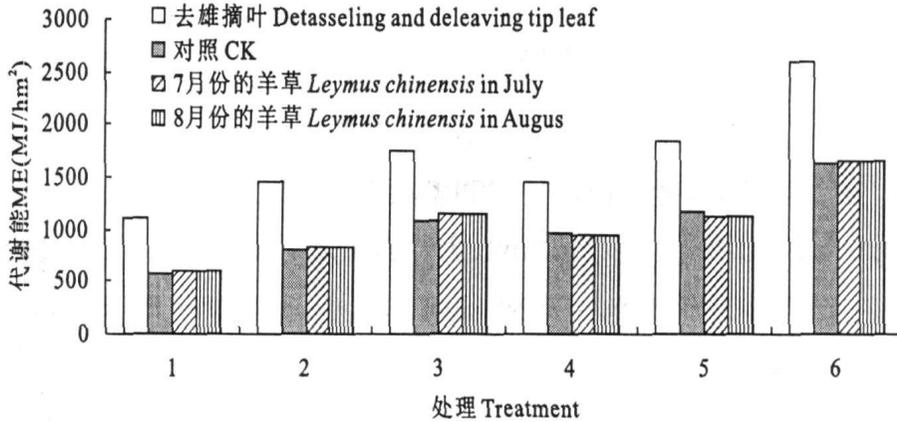


图 1 不同去顶摘叶处理提供的总代谢能以及等量干物质的对照和羊草所提供的总代谢能

Fig. 1 ME of different detasseling and defoliating treatments, CK and *Leymus chinensis* in July and August for equal dry matter

## 2.7 去雄摘叶的可行性分析

在大田隔行去雄摘叶,各种处理可提供干物质 130~360 kg/hm<sup>2</sup>,1 hm<sup>2</sup> 羊草地大概可提供干物质是 1 t,那么就相当于 3~7 hm<sup>2</sup> 的玉米田就可提供 1 hm<sup>2</sup> 羊草地提供的干物质。而且不影响籽粒的产量和秸秆的后续利用。一只羊一年消耗 0.7 t 干物质,一天需要 2 kg 干物质,在东北半干旱地区 7 月末 8 月初正是雨季,放牧对草地有严重的破坏性影响,通过提前收获鲜秸秆可以为牲畜在雨季进行舍饲提供饲草进行,有效地解决了雨季草地不应放牧和饲草短缺问题。

## 3 结论

综上所述,从产量、粗蛋白含量、消化率及提供的代谢能,窄垄种植去雄摘叶三种处理都可增产,又可获得较多的青绿秸秆,提供多的代谢能。如果仍

然保持传统垄距种植,去掉雄穗+1 个顶叶的处理可获得高产和获取优质青绿秸秆。

青刈玉米顶叶颜色浓绿,气味芳香,味甜多汁,适口性好,消化率高,营养价值远远高于收获籽实后剩余的干秸秆,甚至高于相同季节的羊草,这对促进动物生长发育、提高畜产品品质和产量等具有重要作用。有报道,青绿饲料含有丰富的铁、锰、锌、铜等微量矿物元素。还含有各种酶、激素和有机酸,易于消化,从动物营养的角度来说,青绿饲料是一种营养相对平衡的饲料。东北农牧交错带上,草畜矛盾突出,要想保证夏季牲畜吃饱吃好,保证雨季饲草的供应,又不增加草原压力,在不影响玉米籽实收获的前提下,可提前利用高品质青绿秸秆作为粗饲料。该区有大面积种植的玉米,在玉米吐丝期就可以开始利用玉米植株上部秸秆作为饲料,充分扩展了食用玉米秸秆的作用,这将为发展草地农业,缓解草原压

力提供一条可行途径。

### 参考文献:

- [1] 张英俊. 农田草地系统耦合生产分析[J]. 草业学报, 2003, 12(6): 10—17.
- [2] 祝廷成, 李志坚, 张为政, 等. 东北平原引草入田、粮草轮作的初步研究[J]. 草业学报, 2003, 12(3): 34—43.
- [3] 李建东, 郑慧莹. 松嫩平原盐碱化草地治理及其生物生态机理[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 192—193.
- [4] 程序. 农牧交错带研究中的现代生态学前沿问题[J]. 资源科学, 1999, 21(5): 1—8.
- [5] 张新时, 史培军. 边际生态系统管理的理论与实践——我国北方草原与农牧交错带“优化生态生产范式”构建[J]. 植物学报, 2003, 45(10): 1135—1138.
- [6] 周道玮, 卢文喜, 夏丽华, 等. 北方农牧交错带东段草地退化与水土流失[J]. 资源科学, 1999, 21(5): 57—61.
- [7] Tilley J M A, Terry R A. A Two-stage technique for the in vitro digestion of forage crop[J]. J Brit Grassland Soc, 1963, 18: 104—111.
- [8] Ritchie S W, Hanway J J, Benson G O. How a corn plant develops [R]. Iowa State University CES Special Report No. 48. 1997.
- [9] Maddonia G A, Otegui M E, Bonhomme R. Grain yield components in maize II. Postsilking growth and kernel weight [J]. Field Crops Re-

search, 1998, 56: 257—264.

- [10] 王宝君, 潘庆山. 玉米制种带叶去雄与产量关系的试验研究[J]. 杂粮作物, 2001, 21(1): 23—24.
- [11] 王天广, 刘军平, 毛朝军. 玉米超前去雄与常规去雄产量和纯度比较试验[J]. 中国农技推广, 2000, (4): 27.
- [12] Buren L L, Mock J J, Anderson I C. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density [J]. Crop Sci., 1974, 14: 426—429.
- [13] Monneveux P, Zaidi P H, Sanchez C. Population density and low nitrogen affects yield-associated traits in tropical maize [J]. Crop Sci., 2005, 45: 535—545.
- [14] 王婷, 饶春富, 王友德, 等. 减源缩库与玉米产量关系的研究[J]. 玉米科学, 2000, 8(2): 67—69.
- [15] 杨福有, 李彩凤, 许彩萍, 等. 玉米植株营养含量及变化规律研究[J]. 西北农业学报, 1997, 6(4): 88—90.
- [16] Coleman S W, Henry D A. Nutritive value of herbage [C]//Freer M, Dove H. Sheep Nutrition. CSIRO Publishing in Australia, 2002: 1—22.
- [17] 张吉旺, 王空军, 胡昌浩. 收获期对玉米饲用营养价值的影响[J]. 玉米科学, 2000, (增刊 1): 33—35.
- [18] 陈玉香, 周道玮, 张玉芬. 玉米营养成分时空动态[J]. 应用生态学报, 2004, 15(9): 1589—1593.

## Study on harvesting high quality roughage in corn field of the ecotone between agriculture and animal husbandry in Northeast China

### —Effects of detasseling and defoliating on yield and corn straw feeding value

JIN Ying-hua<sup>1,2</sup>, ZHOU Dao-wei<sup>3\*</sup>, JIANG Shi-cheng<sup>2</sup>, CHEN Qian-lei<sup>1</sup>

(1. School of Urban and Environmental Science, Northeast Normal University, Changchun, Jilin 130024, China;

2. Institute of Grassland Science, Northeast Normal University, Key Laboratory of Vegetation Ecology, Ministry of Education, Changchun, Jilin 130024, China; 3. Northeast Institute of Geography and Agroecology,

Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin 130024, China)

**Abstract:** To study the effect of different detasseling and defoliating treatments on yield and straw feeding value, the corn was planted in two row space in corn field of the ecotone between agriculture and animal husbandry in Northeast China and detasselled and deleafed for three treatments at silking stage, then the green corn straw were cut for feeding livestock. The result showed that three treatments of detasseling and defoliating 1—3 top leaves for corn with narrow row space can increase yield by 16.6%~32% in comparison with no detasseling and defoliating treatment with conventional row space, it can also produce more green corn straw with high content of crude protein and digestibility, and more metabolizable energy. The yield of detasseling and defoliating 1 tip leaf treatment was higher than that of contrast treatment and obtain corn straw with high content of crude protein and digestibility when planting corn with the conventional row space. So cutting the green corn straw earlier in the condition of no effect on yield can supply green corn straw with higher nutritional value and better palatability for livestock which can substitute to forage grass in the ecotone between agriculture and animal husbandry in Northeast China. These are doable approaches for developing the grassland agriculture and lessen the grassland pressure.

**Keywords:** corn straw; silking; detasseling and defoliating for corn; yield; corn straw feeding value; the ecotone between agriculture and animal husbandry in Northeast China