文章编号：1005-0906(2008)03-0104-05

刈割对不同类型玉米再生分蘖及产量和品质的影响

郭智慧,董树亭,王空军,刘 鹏,张吉旺
(作物生物学国家重点实验室/山东农业大学农学院,山东 泰安 271018)

摘 要：以饲用玉米品种科多8号(多蘖多穗型)、普通玉米泰玉2号(多蘖单穗型)和郑单958(无蘖单穗型)为试验材料,研究了不同类型玉米在不同生育阶段刈割后再生分蘖的干物质积累产量及其对品质的影响。结果表明:拔节期刈割主茎后饲用玉米品种科多8号单株分蘖数有所增加,泰玉2号和郑单958单株分蘖数均降低;大喇叭口期刈割显著增加了科多8号和泰玉2号的单株分蘖数,降低了郑单958的单株分蘖数。拔节期和大喇叭口期刈割后3个品种分蘖的干物质积累量均表现为科多8号>泰玉2号>郑单958,并且3个品种均是大喇叭口期刈割处理>拔节期刈割处理>不刈割(对照)。刈割大大提高玉米子粒的粗脂肪和粗蛋白含量,改善了玉米子粒的品质,并且能够增加玉米鲜秸秆的产量,缓解了畜牧业饲料来源不足的问题。

关键词：玉米;再生;分蘖;产量;品质
中图分类号：S513.04 **文献标识码：**A

Effects of Cutting Caulis on Axillary Buds and Grain Yield and Quality of Different Maize Cultivars

GUO Zhi-hui, DONG Shu-ting, WANG Kong-jun, LIU Peng, ZHANG Ji-wang
(*State Key Laboratory of Crop Biology/College of Agronomy, Shandong Agriculture University, Taian* 271018, China)

Abstract: The effects of cutting caulis on dry matter accumulation, regeneration and quality at different stages of three maize cultivars, Keduo 8(multi-axillary buds and multi-spikes), common breed Taiyu 2 (multi-axillary buds and single spike), and common breed Zhengdan 958(none-axillary bud and single spike) were investigated. As a result, when cutting caulis at jointing stage, the number of tillers per plant increased a little for Keduo 8, while for Taiyu 2 and Zhengdan 958 it decreased. Tillers per plant increased remarkably when cutting at booting stage either for Keduo 8 or Taiyu 2, as for Zhengdan 958 it reduced. Dry matter accumulation for the tillers of all three cultivars appeared Keduo 8>Taiyu 2>Zhengdan 958, and it seemed that cutting caulis at booting stage (treatment 2)>cutting caulis at jointing stage (treatment 1)>no cutting (contrast) of all the three cultivars. Grain crude protein and crude fat content increased greatly, and so, grain quality was improved. This study provided a theoretical and practical way for fresher yield in order to alleviate the tension of scarcity of fodder consequently.

Key words: Maize; Regeneration; Axillary buds; Yield; Quality

畜牧业的发展需要提供充足优质的饲料资源,玉米特别是青贮饲用玉米成为发展饲料产业的首选。工业及生物能源业等众多的需求也对玉米子粒的生产提出了更高的要求,这就要求寻求一种既不影响玉米的子粒产量又能提高玉米的营养体产量的栽培方法。

玉米再生指利用某些玉米的再生特性,在不同时期去除玉米不同的部位和器官,促使其他部位和器官加速生长,最终获得较高的经济产量和生物产量。

玉米生产过程,实质是其干物质积累、运转与分配的过程。营养生长阶段的干物质积累对玉米

收稿日期：2007-11-27;**修回日期：**2008-01-02
基金项目：国家科技支撑计划(2006BAD02A09)、农业行业项目(nyhyzx07-003)、山东省农业良种产业化项目
作者简介：郭智慧(1980-),女,山东曹县人,在读硕士,主要从事作物生态生理研究。
董树亭为本文通讯作者。E-mail:stdong@sdau.edu.cn
Tel:0538-8241591 13345289866

的分蘖再生起着决定性作用，是其生物学产量形成的基础。由于饲料资源的匮乏人们对饲用玉米及牧草的再生已进行了较深入的研究。有关普通玉米的再生研究鲜见报道。本研究以多蘖多穗型饲用玉米品种科多 8 号、多蘖单穗型玉米品种泰玉 2 号和无蘖单穗型玉米品种郑单 958 为试验材料，探讨了刈割处理对玉米不同生育阶段的干物质积累、转运与分配的影响,在不减少普通玉米子粒产量的前提下提高玉米植株的生物产量，充分利用玉米再生特性缓解饲料来源不足问题。

1　材料与方法

试验在山东农业大学黄淮海区域玉米技术创新中心和山东农业大学作物生物学国家重点实验室进行。供试材料为饲用玉米品种科多 8 号、普通玉米品种泰玉 2 号和当前大面积推广的玉米品种郑单 958。土壤质地为中壤土，耕作层含有机质 1.03%,全氮含量为 0.095%,碱解氮为 83.5 μg/g,速效磷为 52.3 μg/g,速效钾为 96.8 μg/g。6 月 6 日播种,种植密度 60 000 株 /hm^2,以正常生长的植株为对照，分别于拔节期刈割主茎和大口期刈割主茎两个处理,T1,T2,T0 分别代表拔节期刈割主茎处理、大口期刈割主茎处理和对照(不刈割)。小区面积 2.7 m × 5 m,3 次重复,随机排列。肥水管理同一般高产田。

分别于拔节期、大喇叭口期、吐丝期、乳熟期、蜡熟期和成熟期取样,称量鲜重,然后置于 105℃烘箱中杀青 30 min,80℃温度下烘至恒重称量干重,过 40 目筛粉碎用以室内分析。

记录各处理分蘖的产生、消亡时间及分蘖数。成熟期测产、考种、收获。子粒测定粗蛋白、粗脂肪、淀粉含量等品质指标,采用流动分析仪测定粗蛋白含量,残余法测定粗脂肪含量,旋光仪测定淀粉含量。

2　结果与分析

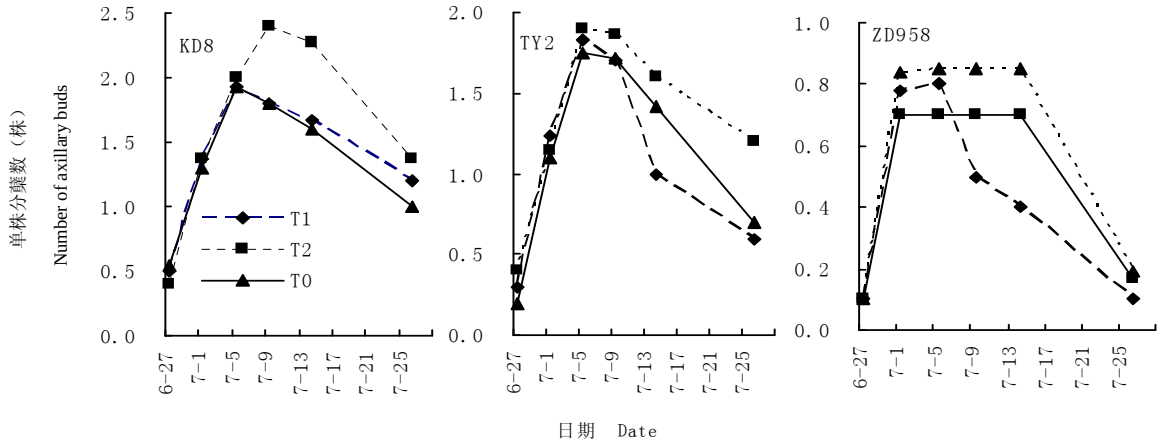

图 1　不同刈割方式各品种的分蘖数变化

Fig.1　Effects of cutting on number of axillary buds

注：图中 T0，T1，T2 分别代表不刈割处理、拔节期刈割主茎处理和大口期刈割主茎处理。下图同。

Notes: T0meant no cutting,T1 meant cutting at cutting caulis at jointing stage,T2 meant cutting caulis at booting stage. The same as below.

2.1　分蘖发生规律

由图 1 可知:3 品种生育期内分蘖个数均呈抛物线变化。科多 8 号在拔节期和大口期刈割后单株分蘖数均增加,T2 增加效果显著；泰玉 2 号的 T2 处理分蘖数较对照增加，而 T1 处理在拔节期刈割后分蘖数开始缓慢减少，之后快速减少以致低于对照；郑单 958 两个处理的分蘖数均低于对照,后期几乎无分蘖。由图 1 还可看出,饲用玉米品种科多 8 号的分蘖数最多,泰玉 2 号次之,郑单 958 分蘖数最少,这些与品种特性有关。

2.2　干物质积累量变化

2.2.1　分蘖干物质积累

拔节期和大喇叭口期刈割,3 个品种的分蘖干物质积累均呈现了较对照增加的趋势（图 2)。科多 8 号两个时期处理后分蘖的干物质均增加,T2 增加量较多,T1 次之；泰玉 2 号与郑单 958 两品种表现出了与科多 8 号相同的趋势，并且两个处理的增加量均表现为科多 8 号＞泰玉 2 号＞郑单 958。

2.2.2　整株干物质积累与分配

拔节期刈割后科多 8 号、泰玉 2 号和郑单 958 的干物质积累速率极为缓慢，大喇叭口期以

后积累速率逐渐加快,乳熟期以后又趋于缓慢;科多 8 号、泰玉 2 号和郑单 958 单株干物质产量均显著降低，分别较对照降低了 10.4%,11.1%和 25.5%；大喇叭口期刈割后 3 个品种的干物质积累速率各有不同程度的变化。科多 8 号积累速率持续增加,泰玉 2 号积累缓慢,直至乳熟期以后快速增长,而郑单 958 乳熟期以后就开始缓慢下降。科多 8 号和泰玉 2 号单株干物质产量均增加,分别较对照增加了 1.3%和 43.7%;郑单 958 的单株干物质产量显著降低，降幅 77.9%。刈割对郑单 958 干物质产量的影响大于泰玉 2 号和科多 8 号(图 3)。

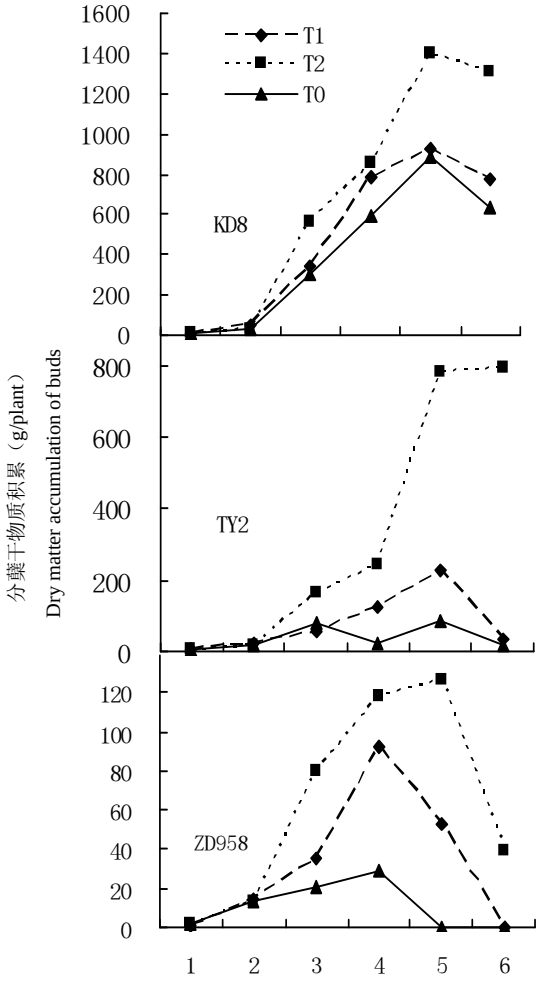

图2 刈割对分蘖干物质积累的影响

Fig.2 Effects of cutting on dry matter accumulation of axillary buds

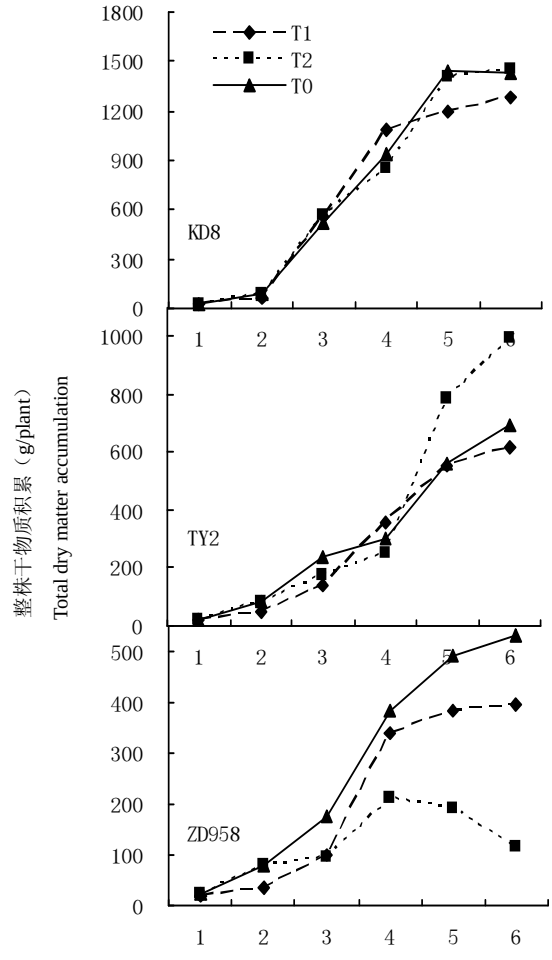

图3 刈割对整株干物质积累的影响

Fig,3 Effects of cutting on total dry matter accumulation

注：1 为拔节期；2 为大口期；3 为吐丝期；4 为乳熟期；5 为蜡熟期；6 为成熟期。

Notes：1:Jointing stage, 2:Booting stage, 3:Silking stage, 4:Milking stage, 5: Dough stage, 6:riping

拔节期和大口期刈割处理，干物质分配到子粒的比例增加（只有郑单 958T2 处理分蘖大部分死亡,无产量),分配到叶片和茎鞘的比例相对减少,即玉米子粒的收获指数升高(图 4)。这说明刈割不仅显著影响了玉米的光合作用，改变了光合产物的形成,而且影响了干物质的分配与转运。

2.3 产量及其构成

2.3.1 子粒产量及其构成

刈割后玉米再生分蘖的子粒产量均有不同程度的降低(表 1)。拔节期刈割后科多 8 号、泰玉 2 号和郑单 958 的子粒产量分别较对照降低了 11.15%、25.77%和 22.19%。科多 8 号和泰玉 2 号的千粒重均显著升高,郑单 958 显著降低。科多 8 号穗粒数降低，但差异不显著，泰玉 2 号和郑单 958 的穗粒数极显著降低。3 个品种的穗行数均显著降低。科多 8 号的行粒数降低,但与对照差异不显著,泰玉2 号和郑单 958 的行粒数极显著降低。科多 8 号穗长和穗粗降低幅度不大,差异不显著,泰玉 2 号和郑单 958 显著降低。饲用玉米科多 8 号的秃尖长降低,而泰玉 2 号和郑单 958 升高,但

3 者均与对照无显著差异。

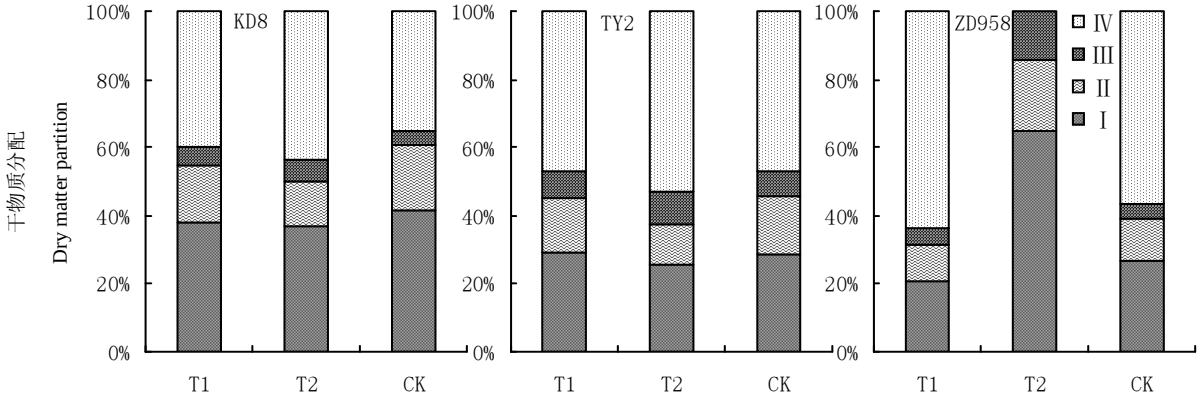

图 4　刈割对于干物质分配的影响

Fig.4　Effects of cutting on dry matter partition of maize

注:Ⅰ为茎鞘,Ⅱ为叶片,Ⅲ为苞叶,Ⅳ为子粒。

Notes: Ⅰ Stalks, Ⅱ Leaves, Ⅲ Bracts, Ⅳ Grains

表 1　不同刈割方式对产量及其构成的影响

Table 1　Effects of cutting methods on Grain yield and its components

品种 Variety	处理 Treatment	产量 (kg/hm²) Yield	千粒重(g) Weight per 1000 kernels	穗粒数(粒) No.of kernels per ear	穗长(cm) Ear length	穗粗(cm) Ear diameter	秃尖长(cm) Barren length	穗行数 No.of rows per ear	行粒数 No.of kernels per row
	T0	2 648.88 Bb	230.80 Ab	513.25 Aab	17.30 Aa	4.48 Aab	1.43 Aa	14.40 Bb	35.67 Aa
KD8	T1	2 353.56 Cc	247.78 Aa	464.73 Ab	16.67 Aa	4.34 Ab	1.09 Aa	13.83 Bc	33.47 Aa
	T2	2 921.31 Aa	251.58 Aa	569.88 Aa	18.47 Aa	4.71 Aa	1.30 Aa	15.47 Aa	36.87 Aa
	T0	9 965.25 Aa	305.06 Bb	593.73 Aa	22.20 Aa	5.00 Aa	0.40 Ab	14.53 Aa	40.87 Aa
TY2	T1	7 397.55 Bb	319.20 Aa	471.23 Bb	19.64 ABb	4.80 ABb	0.47 Ab	13.60 ABb	34.67 Bb
	T2	9 191.70 Aa	319.02 Aa	353.68 Cc	17.87 Bb	4.67 Bb	1.03 Aa	13.07 Bb	27.07 Cc
	T0	11 324.85 Aa	326.62 Aa	672.88 Aa	20.60 Aa	5.27 Aa	0.00 Aa	15.60 Aa	43.13 Aa
ZD958	T1	8 811.55 Bb	320.36 Ab	511.09 Bb	17.00 Bb	5.00 Ab	0.07 Aa	14.00 Ab	36.53 Bb
	T2								

注:不同大、小写字母分别表示 0.01、0.05 水平下差异显著。

Note: Values followed by different capital and lowercase letters in the same row meant significant difference at 1% and 5% level respectively.

大喇叭口期刈割后科多 8 号增产 10.28%,泰玉 2 号减产 7.76%,郑单 958 无产量。科多 8 号和泰玉 2 号千粒重均显著增加。科多 8 号的穗粒数升高,但差异不显著,泰玉 2 号极显著降低。科多 8 号的穗行数极显著增加,而泰玉 2 号的穗行数极显著降低。科多 8 号的行粒数略有增加,泰玉 2 号的行粒数极显著降低。科多 8 号穗长和穗粗升高,泰玉 2 号降低。秃尖长科多 8 号稍有降低,泰玉 2 号显著增加。

2.4　刈割时期对玉米子粒品质的影响

2.4.1　粗蛋白

拔节期和大喇叭口期刈割均不同程度地提高了 3 个品种玉米子粒的粗蛋白含量。拔节期刈割后科多 8 号和郑单 958 与对照差异不显著,泰玉 2 号显著高于对照,提高了 10.35%;大口期刈割处理对科多 8 号子粒粗蛋白含量没有显著影响,但显著提高了泰玉 2 号子粒粗蛋白含量,提高幅度为 13.5%。这说明拔节期和大口期刈割有利于泰玉 2 号对氮素的吸收利用与合成,对科多 8 号和郑单 958 氮素吸收也具有一定的促进作用。

2.4.2　粗脂肪

拔节期刈割科多 8 号,再生蘖子粒粗脂肪含量均高于对照,较对照升高 8.6%,泰玉 2 号和郑单 958 与对照相差不多,科多 8 号升高的幅度显著大于泰玉 2 号和郑单 958;大喇叭口期刈割科多 8 号子粒粗脂肪含量较对照升高了 5.3%,其余两个品种较对照均无显著差异。说明刈割可以促进饲用玉米子粒中粗脂肪的合成,而对普通型玉米无显著影响。

2.4.3　淀粉含量

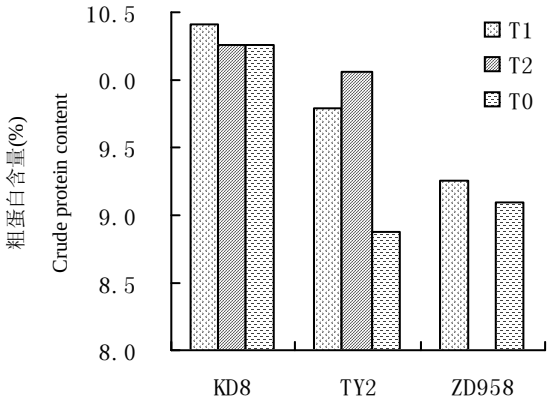

图 5 刈割对子粒粗蛋白含量的影响

Fig. 5 Effects of cutting on grain crude protein content

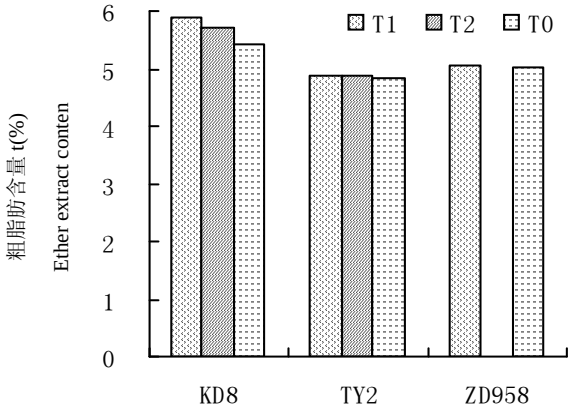

图 6 刈割对子粒粗脂肪含量的影响

Fig.6 Effects of cutting on grain ether extract conten

刈割降低了玉米再生蘖子粒的淀粉含量,科多 8 号和泰玉 2 号拔节期刈割较对照差异不显著，郑单 958 拔节期刈割淀粉含量较对照减少了 9.1%;大口期刈割后科多 8 号和泰玉 2 号淀粉含量没有显著变化。淀粉是构成玉米子粒的主要成分,淀粉含量的降低导致玉米产量的降低。

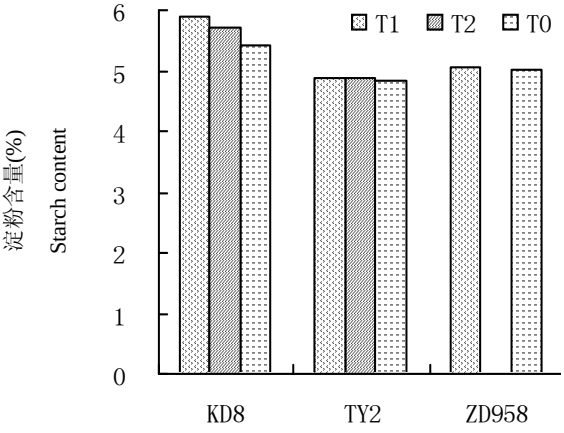

图 7 刈割对子粒淀粉含量的影响

Fig.7 Effects of cutting on grain starch content

3 结 论

研究结果表明: 多蘖型饲用玉米品种科多 8 号大口期刈割分蘖数显著增加，拔节期刈割也会使单株分蘖数有所增加；分蘖型普通玉米品种泰玉 2 号大喇叭口期刈割显著增加了单株分蘖数，而拔节期刈割分蘖数略有降低；少蘖型玉米品种郑单 958 拔节期和大喇叭口期刈割均降低了分蘖数甚至无分蘖。

不同类型玉米刈割后的再生差异取决于其固有的生理学和形态学特征，由这些特征表现出来的玉米再生力直接决定着其干物质积累量。本研究表明，拔节期和大喇叭口期刈割后 3 个品种分蘖的干物质积累量均表现为科多 8 号＞泰玉 2 号＞郑单 958，并且 3 个品种均是大喇叭口期刈割处理＞拔节期刈割处理＞对照。说明大喇叭口期刈割有利于多蘖多穗型品种科多 8 号和多蘖单穗型品种泰玉 2 号分蘖的形成生长，而少蘖型玉米品种郑单 958 刈割效果不同于另外两个品种，分蘖少或没有分蘖。

虽然刈割降低了玉米子粒的产量和子粒淀粉含量，但大大提高玉米子粒的粗脂肪和粗蛋白含量,改善了玉米子粒的品质。饲用玉米品种和分蘖型普通玉米品种在大喇叭口期刈割能够在不影响子粒产量的情况下改善子粒品质，并且能够增加玉米鲜秸秆的产量，缓解了畜牧业饲料来源不足的问题。有关刈割对玉米植株营养品质的影响有待进一步研究。

参考文献:

[1] 马国胜,薛吉全,路海东.不同类型饲用玉米品种干物质的积累与运转规律研究[J] . 玉米科学,2005,1(4):66-69.

[2] 王永军,王空军,董树亭,等.留茬高度与刈割时期对墨西哥玉米再生性能的影响[J] . 中国农业科学,2005,38(8):1555-1561.

[3] 王永军,王空军,董树亭,等.氮肥用量、时期对墨西哥玉米产量及饲用营养品质的影响[J] .中国农业科学,2005,38(3):492-497.

[4] 符 昕,魏臻武,耿小丽,等.早期刈割对苜蓿再生性的影响[J] . 草业科学,2007,(3):56-61.

[5] Brunting E S. Maize-an alternative fodder crop in Britain[J] . Outl. Agric.,1966,5:104-109.

[6] 徐富贤,熊 洪,赵甘霖,等.杂交中稻收割前再生芽死亡机理及其调节[J] . 中国农业科学,2000,33(4):31-37.

[7] 徐富贤,洪 松,熊 洪.促芽肥与杂交中稻再生力关系及其作用机理[J] . 作物学报,1997,23(3):311-317.

[8] Ichii M. The effect of light and temperature on plant ratoon[J]. Crop Sci.,1982,51(3):281-285.

[9] 熊 洪,方 文.再生稻腋芽萌发与产量形成的生态研究[J] . 生态学报,1994,14(2):161-167.

[10] 夏景新,樊奋成,王 培.刈牧对禾草草地的再生和生产力影响的研究进展[J] . 草业学报,1994,2(1):45-55.

(责任编辑:尹 航)