

文章编号: 1005-0906(2007)01-0107-05

高产优质饲用玉米生产技术研究

张吉旺,胡昌浩,王空军,董树亭,刘 鹏
(山东农业大学农学院,山东 泰安 271018)

摘 要: 系统研究了不同栽培措施对玉米饲用营养价值的影响。研究表明,不同类型玉米品种鲁单 50、高油 115 和科多 4 号的饲用营养价值有显著差异;适宜的种植密度,特别是适宜的高种植密度条件下喷施植物生长调节剂、合理施肥、适时抑制玉米的生殖生长、在乳熟末蜡熟初期适时收获可以显著提高玉米的饲用营养价值。

关键词: 玉米;饲用营养价值;调控措施

中图分类号: S513.048 **文献标识码:** A

Study on High Yield and Quality Production Technology of Maize as Feedstuff
ZHANG Ji-wang, HU Chang-hao, WANG Kong-jun, DONG Shu-ting, LIU Peng
(College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: The effect of cultivating method on forage nutritive value of maize was studied in this experinent. The main results were that there were different forage nutritive value among Ludan50 (LD50), Gaoyou115 (HO115), and Keduo No.4(KD4). It could significantly improve forage nutritive value of maize to set the optimum plant density, apply fitting growth regulator in higher plant population, fertilize reasonably, restrain genital growth of corn in science, and harvest at the end of the milking or at the early waxen stage.

Key words: Maize; Forage nutritive value; Regulating method

1 不同类型玉米饲用营养价值的比较

Coppock 和 Stone 指出,玉米青贮饲料的能量价值主要是由干物质含量决定,而不是由子粒含量决定。研究表明,青饲玉米科多 4 号(KD4)、高油玉米高油 115(HO115)和粮饲兼用玉米鲁单 50(LD50)3 种类型玉米的饲用营养价值差异显著。KD4 的粗纤维、木质素的含量较高,但其鲜物质和干物质产量以及粗蛋白、粗纤维的产量都极显著地高于其他类型玉米品种,适宜于畜牧产区作青饲青贮饲料。KD4

的鲜物质和干物质的产量高主要是由于其生育期长、多穗多蘖、植株高大、叶片数多、叶面积指数高等生理特性所致。HO115 的子粒产量较高,粗脂肪含量和产量极显著地高于其他类型玉米,即可在乳熟至蜡熟期收获作青贮饲料,亦可收获子粒作热能饲料。LD50 的子粒产量最高,但其全株玉米粗蛋白、粗脂肪、粗纤维和无氮浸出物的产量都最低,全株饲用营养价值较低,适宜于以粮食为主的生产(表 1、表 2)。

表 1 不同类型玉米品种的子粒、鲜物质和干物质产量
Table 1 Grains, fresh matter and dry matter yields of different type maize varieties kg/hm²

品 种 Variety	鲜物质 Fresh matter		干物质 Dry matter		子粒产量 Grains yield
	乳熟 - 蜡熟期	收获期	乳熟 - 蜡熟期	收获期	
	Milking-waxen stage	Harvesting stage	Milking-waxen stage	Harvesting stage	
LD50	68 303 Bb	46 826 Cc	18 015 Bb	19 361 Bb	10 536 Aa
HO115	76 815 Bb	71 213 Bb	19 005 Bb	20 093 Bb	9 110 Ab
KD4	153 042 Aa	117 095 Aa	31 580 Aa	33 537 Aa	6 493 Cc

收稿日期: 2006-04-10
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30471025)、国家“粮食丰产科技工程”项目、山东省良种产业化项目
作者简介: 张吉旺(1974-),男,山东肥城人,副教授,博士,主要从事玉米高产优质生理研究。
Tel:0538-8245838 13181805739 Fax:0538-8245838 E-mail:jwzhang@sdau.edu.cn

表 2 不同类型玉米品种饲用营养成分的产量

品 种 Variety	乳熟 - 蜡熟期 Milking-waxen stage					收获期 Harvesting stage				
	CP	EE	CF	CA	NFE	CP	EE	CF	CA	NFE
LD50	2 270	495	4 467	905	9 879	1 271	676	4 547	1 134	11 732
HO115	3 006	803	4 932	892	9 384	1 853	1 438	6 441	1 116	16 740
KD4	4 227	451	11 144	1 683	14 072	2 661	814	10 362	1 874	17 820

注:CP为粗蛋白,EE为粗脂肪,CF为粗纤维,CA为粗灰分,NFE为无氮浸出物。
Note: CP:crude protein,EE:ether extract,CF:crude fiber,CA:crude ashes,NFE:nitrogen-free extract,the content of all nutritive ingredients was based on dry matter of whole plant corn. The same as below.

2 收割时期对玉米饲用营养价值的影响

玉米的饲用营养价值随着生育进程的推进而不断变化。单位面积玉米子粒和秸秆粗蛋白的最大产量是确定玉米最适宜收获时期的关键因素。本研究结果表明,玉米成熟期子粒产量最高但不是饲用营

养价值最高的时期,粮饲兼用玉米鲁单 50 和高油玉米高油 115 在乳熟末蜡熟初期收获鲜物质产量最高,粗蛋白含量及产量也最高,其他营养成分也较高,可以获得最大饲用营养价值;而青饲玉米科多 4 号在乳熟期收获可以获得最高的饲用营养价值(图 1,图 2)。

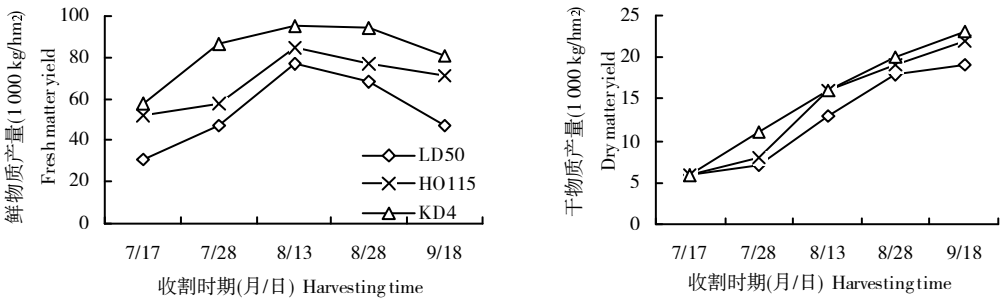


图 1 收割时期对不同玉米品种鲜物质和干物质产量的影响

Fig.1 Effects of harvesting time on fresh matter and dry matter yield of different maize cultivars

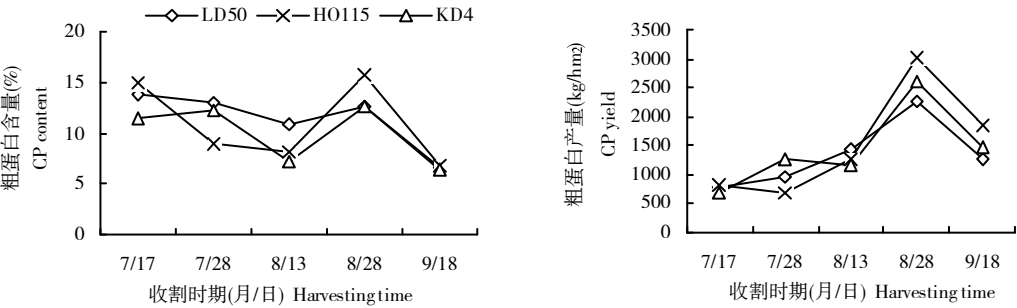


图 2 收割时期对不同玉米品种全株干物质粗蛋白含量和产量的影响

Fig.2 Effects of harvesting time on CP content and yield of whole plant maize dry matter of different maize cultivars

3 种植密度对玉米饲用营养价值的影响

适宜的种植密度是影响玉米产量和品质的关键因素。本研究结果表明,随着种植密度的增加,粮饲兼用玉米 LD50 单株的饲用物质产量显著降低,但

群体鲜物质和干物质产量显著增加,且在高密度条件下可获得较高的子粒产量。随着种植密度的增加,全株玉米的饲用营养品质差异不显著,粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物以及总能量的产量显著增加。在乳熟末蜡熟初期和成熟期尤其是在乳熟末蜡熟初期,粮饲兼用玉米鲁单 50 在增加种植密度条件

下的鲜物质和干物质产量可以达到甚至显著地高于青饲玉米科多8号,成熟期子粒产量都显著地高于科多8号。因此,合理的增加种植密度可以获得较高的饲用物质产量,提高玉米的饲用营养价值(表3,图3)。

表3 种植密度对玉米子粒、鲜物质和干物质产量的影响

Table 3 Effects of plant density on grains, fresh matter and dry matter yield of maize						kg/hm ²
处 理 Treatment	种植密度 (株 /hm ²)	鲜物质 Fresh matter		干物质 Dry matter		子粒产量 Grains yield
		乳熟 – 蜡熟期	成熟期	乳熟 – 蜡熟期	成熟期	
	Planting density	Milking–waxen stage	Maturity stage	Milking–waxen stage	Maturity stage	
鲁单 50	75 000	68 235.0 Cc	46 826 Cc	18 014 Ab	19 361.0 Ac	10 536.0 a
	112 500	89 839.0 Bb	57 057 Ab	23 088 Aa	23 698.0 Ab	10 575.0 a
	150 000	9 3428.0 Aa	61 905 Aa	24 011 Aa	24 825.0 Aa	10 447.0 a
科多 8 号	45 000	91 825.2	60 257	19 714	21 118.6	3 895.8

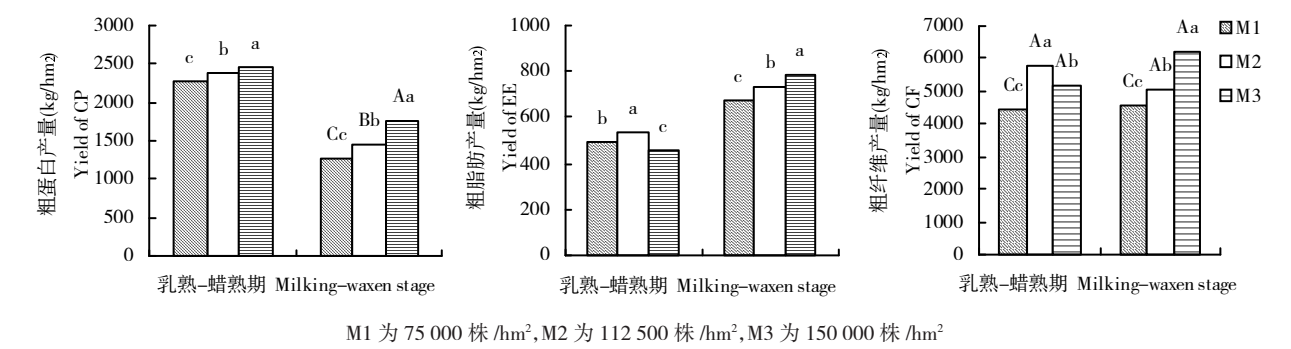


图3 种植密度对鲁单50全株干物质粗蛋白、粗脂肪和粗纤维产量的影响

Fig.3 Effects of plant density on CP, EE and CF yield of whole plant maize dry matter of LD50

4 植物生长调节剂对玉米饲用营养价值的影响

Langan T. D.等(1987)指出,乙烯利导致玉米株高和穗位高降低,促进气生根发育,可用作抗倒伏剂。一般情况下,施用乙烯利是降低产量的,并提出种植密度与乙烯利的施用效果有一定的关系。本研究表明,常规种植密度条件下,喷施植物生长调节剂玉米的鲜物质、干物质、子粒产量都降低。高种植密度条件下,喷施植物生长调节剂玉米的鲜物质、干物质和子粒产量都可以显著地高于常规种植密度

条件下的对照。另外,不同植物生长调节剂的处理效果不同(表4,图4)。因此,在较高种植密度下选择适宜的植物生长调节剂如稼棵安、PP2003和助壮素可以有效地对玉米的农艺性状进行调节,降低其株高、穗位高,增加茎粗,降低空秆率,增强其抗倒伏能力,提高其鲜物质、干物质产量和子粒产量。结合前人研究报道,本研究认为在常规种植密度(一般大田生产条件下)喷施生长调节剂对玉米生产意义不大,但在玉米的饲用生产上可发挥巨大的作用,即通过合理增大种植密度,喷施植物生长调节剂来提高其全株玉米产量。

表4 植物生长调节剂对玉米子粒产量的影响

Table 4 Effects of plant growth regulators on grains yield of LD50								kg/hm ²
处 理 Treatment	75 000 株 /hm ²		105 000 株 /hm ²		135 000 株 /hm ²		165 000 株 /hm ²	
	子粒产量	± %	子粒产量	± %	子粒产量	± %	子粒产量	± %
	Grains yield		Grains yield		Grains yield		Grains yield	
清水(CK)	11 196 a	0.0	11 767 Cc	0.0	10 095 Cc	0.0	9 983 Dd	0.0
乙烯利	10 035 c	−10.4	9 234 Dd	−21.5	7 521 Ee	−25.5	9 081 Ee	−9.0
稼棵安	10 558 b	−5.7	14 670 Aa	24.7	12 355 Bb	22.4	14 406 Aa	44.3
PP2003	10 679 b	−4.6	13 591 Bb	15.5	13 432 Aa	33.1	11 010 Cc	10.3
维他灵			9 074 Dd	−22.9	9 045 Dd	−10.4	7 958 Ff	−20.3
助壮素	10 991 a	−1.8	11 700 Cc	−0.6	10 120 Cc	0.2	13 491 Bb	35.1

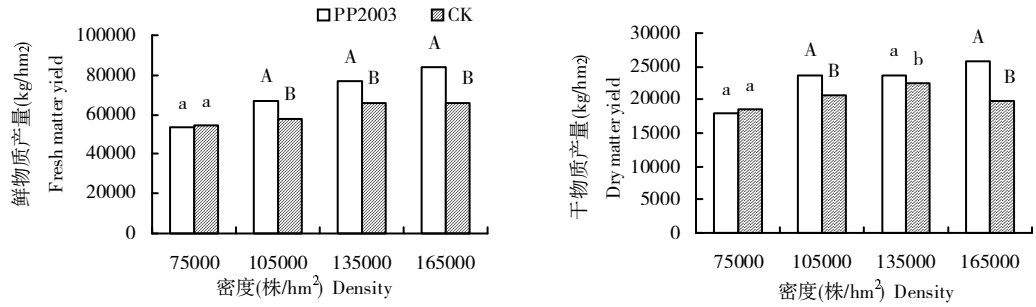


图 4 植物动力 2003 对玉米全株鲜、干物质产量的影响

Fig.4 Effect of plant power 2003(PP2003) on fresh matter and dry matter yield of whole plant maize

5 合理施肥对玉米饲用营养价值的影

响

在以子粒为收获目的的玉米生产中，主张分次施肥(苗肥、穗肥、花粒肥等)以期提高玉米的子粒产量。随着畜牧业的进一步发展,对玉米作为饲料的要求不仅仅局限于子粒,而是玉米全株的饲用营养品质。

本研究结果表明，施用氮肥显著提高了玉米的

生物产量、子粒产量以及饲用营养品质。拔节期 1 次施肥(N_J),虽然子粒产量较低,但在灌浆期至乳熟期收获,可以获得较高的生物产量,其饲用营养成分的产量也是最高的。拔节 + 大口(N_{JM})和拔节 + 开花期(N_{JF})2 次,拔节 + 大口 + 开花(N_{JMF})3 次施肥的可以获得较高的子粒产量，其饲用营养成分的产量也是最高的。大口期(N_M)和开花期(N_F)1 次施肥的,由于前期不能形成足够的生物产量，其子粒产量和饲用营养成分产量都是最低的(表 5,表 6)。

表 5 不同施肥处理对玉米全株鲜物质和干物质产量的影响

Table 5 Effect of different N treatments on fresh matter and dry matter yields of whole corn plant maize									kg/hm ²
处 理 Treatment	鲜物质 Fresh matter				干物质 Dry matter				
	灌浆期	乳熟期	蜡熟期	成熟期	灌浆期	乳熟期	蜡熟期	成熟期	
	Filling	Milking	Waxen	Maturity	Filling	Milking	Waxen	Maturity	
N ₀	30 799 e	27 645 d	31 417 d	22 851 c	6 897 d	7 020 d	10 423 e	10 446 b	
N _J	63 007 a	49 612 a	42 769 b	33 644 b	14 512 a	14 967 a	14 686 bc	12 208 c	
N _M	42 067 d	45 927 b	38 805 c	23 284 c	9 132 d	12 313 bc	13 840 cd	10 876 c	
N _F	31 500 e	38 659 c	31 357 d	25 654 c	6 562 d	9 892 c	11 781 de	12 784 b	
N _{JM}	53 100 b	51 409 a	44 190 b	35 101 a	1 0477 bc	12 984 b	16 870 ab	16 749 a	
N _{JF}	46 935 c	44 059 b	53 215 a	33 930 b	9 817 bc	10 944 bc	19 278 a	18 043 a	
N _{JMF}	54 427 b	49 807 a	42 332 b	36 267 a	11 767 b	12 436 bc	16 660 b	17 596 a	

表 6 不同施肥处理玉米的饲用营养成分产量

Table 6 Forage nutritive ingredient yield of corn of different N treatments													kg/hm ²
处 理 Treatment	乳熟期 Milking						成熟期 Maturity						
	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	粗灰分	无氮浸出物	养分总计	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	粗灰分	无氮浸出物	养分总计	
	CP	EE	CF	CA	NFE	Total	CP	EE	CF	CA	NFE	Total	
N ₀	376	139	1 988	459	4 058	7 020	395	303	2 473	512	6 764	10 447	
N _J	974	335	4 423	1 024	8 211	14 967	659	454	3 589	606	9 719	15 027	
N _M	778	246	3 607	860	6 823	12 314	695	339	2 552	470	6 820	10 876	
N _F	740	280	2 811	602	5 459	9 892	701	407	3 021	551	8 104	12 784	
N _{JM}	904	348	3 747	860	7 126	12 985	1 122	589	3 924	688	10 965	17 288	
N _{JF}	914	317	2 882	673	6 158	10 944	1 079	601	4 150	713	11 501	18 044	
N _{JMF}	949	330	3 435	812	6 911	12 437	977	593	4 097	748	11 184	17 599	

6 抑制生殖生长对玉米饲用营养价值的影

响

Coors 等(1997)研究认为,人工控制的子粒不育使 WPC(Whole Plant Corn)产量降低,秸秆产量增加,有效的果穗对于实现玉米杂交种最大总干物质是必

须的,随着果穗充实度的增加,WPC 的营养价值增加。Albrecht 等(1986)研究认为,秸秆的质量和果穗的发育有交换替位作用,对于获得最大的干物质积累,一个有效库仍然是必须的。

表 7 抑制生殖生长对鲁单 50 的鲜、干物质产量的影响

Table 7 Effects of restraining genital growth(RGG)on fresh matter and dry matter yield of LD50							kg/hm ²
处 理 Treatment	鲜物质产量 Fresh matter yield			干物质产量 Dry matter yield			
	乳熟期	蜡熟期	成熟期	乳熟期	蜡熟期	成熟期	
	Milking	Waxen	Maturity	Milking	Waxen	Maturity	
CK	44 655 a	83 097 a	74 997 b	15 387 b	25 238 a	20 978 a	
抑制生殖生长 RGG	44 598 a	70 133 b	82 538 a	18 072 a	22 485 a	15 000 b	

本研究结果认为抑制玉米的生殖生长(RGG)即雄穗抽出后拔除,吐丝前将雌穗套袋,抑制其子粒发育,显著地提高了玉米叶片和茎鞘的粗蛋白、粗脂肪、无氮浸出物的含量,降低了粗纤维、木质素、粗灰分,显著地改善了叶片和茎鞘的饲用营养品质。由于子粒不能发育形成,全株干物质的饲用营养指标只是在乳熟期与对照差异不大,但随着对照玉米子粒

所占比重的增大,对照玉米的全株饲用营养品质要优于抑制生殖生长的。抑制玉米的生殖生长或者选育雄性不育玉米品种来进行饲用生产,可以很好地改善提高不以子粒为生产目的的青饲青贮玉米的饲用营养价值,但以在乳熟末蜡熟初期收获作饲用为宜。

表 8 抑制生殖生长对鲁单 50 粗蛋白含量及产量的影响

Table 8 Effects of restraining genital growth(RGG) on crude protein(CP) content and yield of LD50							
处 理 Treatment	粗蛋白含量(%) CP content				粗蛋白产量 (kg/hm ²)		
	叶片 Leaves	茎鞘 Stalks	子粒 Grains	全株 WPC	CP yield		
乳 熟	CK	12.46 b	4.22 b	8.20	6.97 a	1 072.8 b	
	RGG	14.61 a	5.46 a	—	7.65 a	1 383.3 a	
蜡 熟	CK	9.75 b	3.31 Bb	8.93	6.90 Bb	1 745.3 b	
	RGG	13.71 a	8.04 Aa	—	9.11 Aa	2 047.9 a	
成 熟	CK	7.04 Bb	2.85 Bb	9.49	6.84 b	1 435.2 a	
	RGG	12.69 Aa	7.98 Aa	—	8.93 a	1 339.2 a	

综合以上研究结果,在玉米饲用生产中应当根据不同生产需要合理选择玉米品种类型,并根据能量和营养标准由单纯收获子粒扩大到全株收获,由单纯产量型生产转变为质量型生产,以提高玉米的饲用营养价值。针对不同类型玉米品种,设置合理的种植密度;粮饲兼用玉米高种植密度条件下喷施适宜的植物生长调节剂,适时抑制玉米的生殖生长;改变以收获子粒为目的的施肥方式,拔节期一次性施肥;在饲用营养价值最高的生育时期(乳熟末蜡熟初期)适时收获可以提高玉米的饲用营养价值。

参考文献:

[1] 佟屏亚. 确立玉米在饲料中的主导地位[J]. 中国农业资源与区划, 1995(3): 24-27 .
[2] 任天志,李应中. 发展玉米生产是增加我国粮食产量的一个有效途径[J]. 中国农业科学院院刊, 1996(3): 217-219 .
[3] White R P. Effects of planting dates on forage corn yields and maturity on Prince Edward Island[J]. Plant Science, 1977, 57: 563-569.

[4] 张吉旺,胡昌浩,王空军,等. 青饲玉米品种的比较研究[J]. 玉米科学, 2004, 12(1): 8-9 .
[5] Coppock C E, Stone J B. Corn silage in the ration of dairy cattle: A review[J]. New York State Cokk. Agric, Cornell Misc. Bull. 1968: 89.
[6] 张吉旺,胡昌浩,王空军,等. 不同类型玉米品种饲用营养价值比较研究[J]. 作物学报, 2003, 29(6): 951-954 .
[7] 张吉旺,胡昌浩,王空军,等. 收割时期对玉米饲用营养价值的影响[J]. 玉米科学, 2000, 8(增刊): 33-35 .
[8] BAL M A, Coors J G, Shaver R D. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production[J]. Dairy., 1997, 80: 2497-2503.
[9] 张吉旺,胡昌浩,王空军,等. 收割时期对不同类型玉米饲用营养价值的影响[J]. 华北农学报, 2004, 19(2): 66-70 .
[10] 张吉旺,胡昌浩,王空军,等. 种植密度对玉米饲用营养价值的影响[J]. 杂粮作物, 2000, 20(5): 29-31 .
[11] 张吉旺,胡昌浩,王空军,等. 植物生长调节剂在玉米上的初步应用[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2003, 34(3): 343-346 .

(责任编辑:李万良)