

文章编号 :1003-8701(2010)04-0009-04

不同行距对高产玉米品种 PEP 羧化酶活性及产量性状的影响

韩海飞,曹庆军,高亚男,王维平,王文艳,崔金虎*

(吉林大学植物科学学院,长春 130062)

摘要:试验选用先玉 335 和军单 8 两个品种,设 70、65、60、50 cm 4 个行距水平,研究不同行距种植对春玉米 PEP 羧化酶活性和产量的影响。研究结果表明:不同处理间产量存在差异,在 70 cm 和 50 cm 行距处理下产量显著高于 65 cm 和 60 cm 行距处理,70 cm 和 50 cm 行距处理在生育后期穗位叶片保持较高的叶绿素含量和 PEP 羧化酶活性,促进了个体生长发育,减少了秃尖长度,降低了空秆率。

关键词:春玉米;行距;PEP 羧化酶活性;产量

中图分类号:S513

文献标识码:A

Effect of Different Row Spacing on PEPCase Activity and Yield of Spring Maize

HAN Hai-fei, CAO Qing-jun, GAO Ya-nan,
WANG Wei-ping, WANG Wen-yan, CUI Jin-hu*

(College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130062, China)

Abstract: Field experiments were conducted to study the effect of different row spacing on PEPCase activity and yield of spring maize. Four levels of 70, 65, 60, 50cm were set in the test, and 'Xianyu 335' (XY335) and 'Jundan 8' (JD8) were chosen as the maize varieties tested. The results showed that the difference between different treatments was significant. The yield of maize in 70cm and 50cm treatments were higher than other treatments. Chlorophyll content and PEPCase activity in ear leaf was enhanced in later period of growth. The growth and development of single plant was promoted, bare plant rate and the length of barrenness was decreased.

Keywords: Spring maize; Row spacing; PEPCase activity; Yield

玉米是我国重要的粮食和饲料作物,其产量的高低直接影响着国家粮食安全和玉米产业的发展^[1],而吉林省是玉米生产大省,其玉米生产对全省及保障全国粮食安全具有重要意义。随着吉林省种植业结构的进一步调整,在现有栽培水平条件下进一步提高玉米产量,提高玉米种植的经济效益,是农业科研工作者必须面对的新课题。

高密度种植是玉米高产的主要原因^[2],但种植密度的增加,使个体的通风受光条件、营养状况都发生了改变,造成个体之间竞争加剧,从而影响玉米产量潜力的发挥。因此采取合理的栽培方式,通过调整玉米种植的株行距等措施调控群体生态质量对进一步发挥群体内个体的产量潜力有重要意义。近年来国内外对玉米种植行距的研究均有报道,但限于试验品种、耕作制度、地力条件及种植密度等因素的影响,研究结果不尽相同^[8-16]。本试验选用先玉 335^[3]和军单 8^[4]为试验材料,研究不同行距种植对春玉米相关性状及产量的影响,探讨适宜的种植行距,为玉米高产高效栽培提供参考。

收稿日期:2010-05-05;修回日期:2010-06-03

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划(2006BAD02A10-2-2);

吉林省科技发展计划项目(20060201-2)

作者简介:韩海飞(1989-),男,在读本科生,主要从事玉米高产栽培生理研究。

通讯作者:崔金虎,教授, E-mail: cuijinhu@163.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验品种：先玉 335 和军单 8。本试验于 2009 年在吉林大学农学部试验田进行。土壤肥力为：有机质 23.8 g/kg，速效氮 78.4 mg/kg，速效磷 15.1 mg/kg，速效钾 85.4 mg/kg，pH 值 7.8；土壤类型为黑土，前茬作物玉米。

1.2 试验设计

试验设 70 cm、65 cm、60 cm、50 cm 4 个水平，采用随机区组设计，3 次重复，共 24 个小区。小区 10 m 行长，10 行区，四周设保护行。4 月 28 日播种，10 月 2 日收获。

1.3 测定项目和方法

在拔节期、大喇叭口期取玉米植株的上层叶片，吐丝期、灌浆期、成熟期，每小区取穗位叶片，测定叶绿素含量和 PEP 羧化酶活性。叶绿素含量用丙酮乙醇混合浸提法提取、分光光度法^[5]测定，PEP 羧化酶活性采用李明军^[6]的方法测定。

收获时，每小区取中间 4 行进行测产，测产面积 10 m²。调查倒伏、空秆、丝黑穗、病株、虫株发生情况。选取代表性果穗 10 穗风干，测量穗长、穗粗、秃尖、行数、粒数、百粒重，折算 14% 水分的公顷产量。选取有代表性植株 5 株，测量株高、茎粗及穗位高。

1.4 数据分析

用 Microsoft Excel 2003 进行数据计算，用 SPSS 11.0 统计软件进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 对形态指标的影响

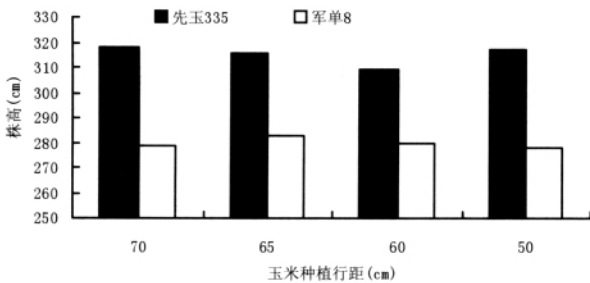


图 1 不同处理对玉米株高的影响

玉米的株高与其生长环境条件及本身的特性有关，如图 1 所示，同一品种不同行距处理间株高无显著差异；由图 2 可知，品种先玉 335 茎粗在 70 cm 行距处理下显著高于其他处理，军单 8 在 70 cm 和 50 cm 行距处理下显著高于其他处理；

玉米果穗穗位高与品种本身特性有关，由图 3 可以看出，随着种植行距的减小，先玉 335 和军单 8 的穗位高均降低。

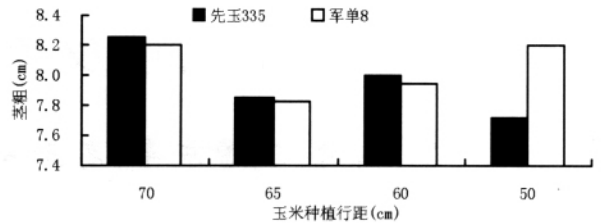


图 2 不同处理对玉米茎粗的影响

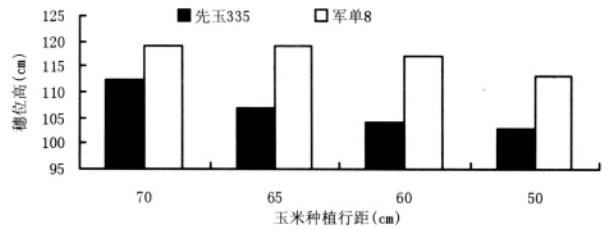


图 3 不同处理对玉米穗位高的影响

2.2 对穗位叶叶绿素含量的影响

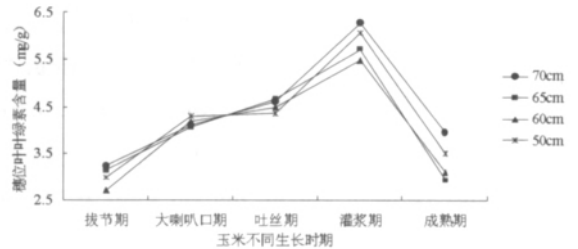


图 4 不同处理对先玉 335 穗位叶叶绿素含量的影响

叶片叶绿素含量是反映叶片生理活性变化的重要指标之一，与叶片光合机能的大小密切相关^[7]。较高的叶绿素含量表明叶片具有相对强的光合能力，有相对强的制造干物质能力，从而形成较高的产量。由图 4 可以看出，先玉 335 上层叶片（穗位叶）叶绿素含量在苗期较少；在大喇叭口期与灌浆期增长较快；在吐丝期叶绿素含量增长缓慢，几乎保持不变；到了成熟期含量快速下降。各处理叶绿素含量在灌浆期均达到最高。不同种植行距对玉米生长后期，尤其是灌浆期和成熟期穗位叶叶绿素含量有较大影响。成熟期 70 cm 行距处理与其他处理有显著差异性，50 cm 行距处理与 65 cm、60 cm 处理有显著差异性，65 cm 与 60 cm 处理间无显著差异。军单 8 也表现出类似的趋势（图 5），在玉米生长前期不同处理间叶绿素含量无显著差异，在成熟期 70 cm 和 50 cm 行距处理与其他处理表现出差异。

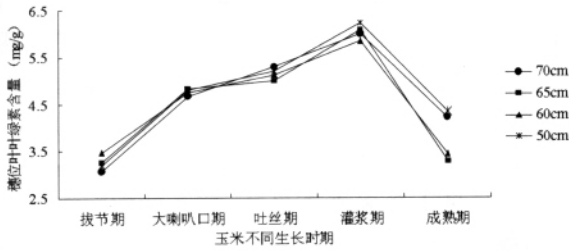


图5 不同处理对军单8穗位叶叶绿素含量的影响

由此可见,先玉335和军单8在不同行距处理下叶绿素含量都在成熟期表现出差异,在70 cm和50 cm行距下穗位叶在生育后期保持了较高的叶绿素含量,有利于保持较高的光合活性,延缓了衰老;在65 cm、60 cm行距下,穗位叶叶绿素含量快速下降,导致叶片功能期缩短,衰老进程加快。

2.3 对碳同化中PEP羧化酶活性的影响

碳同化是指将 CO_2 转化为糖类的过程,而磷酸烯醇式丙酮酸(PEP)羧化酶是 C_4 植物 C_4 途径及景天科酸代谢途径的关键酶, C_4 途径中 CO_2 的固定是通过磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶的催化作用来实现的。由图6可知,品种先玉335碳同化中

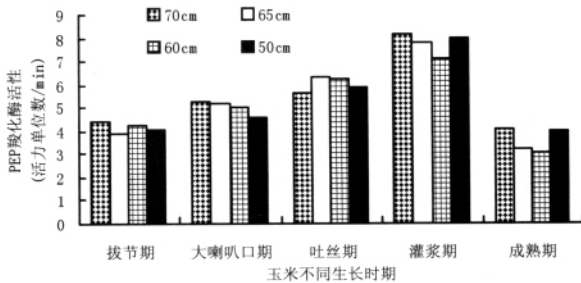


图6 不同处理对先玉335碳同化中PEP羧化酶活性的影响

PEP羧化酶活性在前期缓慢增长,各行距处理间无显著差异;灌浆期各处理PEP羧化酶活性达到最大,成熟期时活性急剧下降。且在灌浆期和成熟期时,70 cm和50 cm行距处理的PEP羧化酶活性显著高于其余两个处理。70 cm与50 cm、65 cm与60 cm行距处理间无显著性差异。品种军单8

碳同化中PEP羧化酶活性类似于先玉335,如图7所示。从两个品种不同生长时期的PEP羧化酶

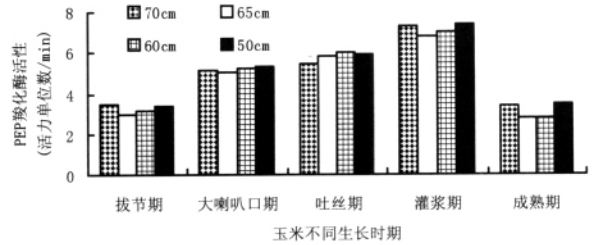


图7 不同处理对军单8碳同化中PEP羧化酶活性的影响

活性来看,在有机物积累的关键时期—灌浆期与成熟期,70 cm和50 cm行距处理PEP羧化酶活性表现出明显的优势,表明此两种处理下植物生长后期碳同化物质较多、效率较高,有机物积累增多,有利于产量的提高。

2.4 产量相关性状的比较

由表1可以看出,在70 cm行距处理下品种先玉335和军单8的空秆率均为最低值,分别为1.88%和1.45%;随着种植行距的减小,两品种的空秆率不同程度的增加,进而影响产量。不同品种由于本身特性不同,双穗率有一定的差异;先玉335和军单8均在70 cm行距处理下双穗率较高,但是无论哪个品种,双穗率随行距的减小而降低;分析其原因,可能是行距较大时,受边界效应影响的植株数较多。玉米的穗长与品种本身特性有关,种植行距对玉米果穗长度有一定的影响,随着种植行距的减小,两品种玉米果穗长度呈逐渐下降;而不同行距处理对穗粗的影响并不明显,70 cm和50 cm行距处理略大于其他两个处理。玉米的秃尖主要是由子粒败育造成的,这与品种遗传特性及环境条件均有一定的关系;在70 cm和50 cm行距处理下两品种的秃尖长均小于65 cm和60 cm行距处理,这主要是由于在65 cm和60 cm种植行距下群体内竞争加剧,植株郁闭造成光合生产率下降,子粒得不到充足的干物质供

表1 处理间产量相关性状比较

处理		空秆率(%)	双穗率(%)	穗长(cm)	穗粗(cm)	秃尖长(cm)	穗粒数	百粒重(g)
先玉335	70 cm	1.88	2.56	18.75	5.04	1.50	610.89	35.53
	65 cm	5.49	1.42	18.38	4.93	1.82	566.53	34.70
	60 cm	2.98	1.39	17.47	5.04	1.53	553.98	36.60
	50 cm	7.8	1.15	18.17	5.05	1.45	570.00	37.23
	CV	0.583 6	0.387 5	0.029 6	0.011 3	0.11	0.042 9	0.031 2
军单8	70 cm	1.45	2.45	19.12	5.18	1.06	544.41	40.63
	65 cm	2.91	0.95	18.96	5.13	1.27	519.67	41.83
	60 cm	1.59	1.59	18.95	5.14	1.20	511.67	41.23
	50 cm	2.14	2.31	18.60	5.15	1.18	496.99	42.93
	CV	0.327 5	0.380 5	0.011 6	0.004 2	0.075	0.038 3	0.023 6

应,从而造成秃尖增长。玉米的产量因素是穗数、每穗粒数及粒重。在 70 cm 行距处理时,穗粒数值最大,但百粒重较小,随着行距减小穗粒数相对下降,而百粒重相对增加;因此欲得到较高的产量,需找到二者的最佳结合点。

综合分析,不论是先玉 335 还是军单 8,不同行距下产量因素由主到次依次是空秆率、双穗率、秃尖长、穗粒数、百粒重、穗长、穗粗。其中空秆率、双穗粒、秃尖长及穗粒数是导致玉米在不同种植行距下产量差异的最主要因素。

2.5 对产量的影响

方差分析表明:不同行距处理的产量差异显著。品种先玉 335 各不同行距处理以 70 cm 行距处

理产量最高,其极显著高于 50 cm、60 cm 和 65 cm 行距处理;50 cm 种植行距产量次之,但极显著高于 60 cm 和 65 cm 行距产量;种植行距为 60 cm 和 65 cm 时产量较低,差异不显著。品种军单 8 在 50 cm 和 70 cm 行距处理下差异不显著,在 60 cm 和 65 cm 行距处理下差异亦不显著,其余处理间有极显著差异;50 cm 种植行距下产量略高于 70 cm 种植行距,而 50 cm 和 70 cm 行距产量均极显著高于 60 cm 和 65 cm 行距处理的产量。由此可以得出,品种先玉 335 和军单 8 在 65 cm 和 60 cm 行距处理下产量无显著性差异,玉米产量均较低;而在 70 cm 和 50 cm 行距处理下具有较高的产量,更好地发挥了玉米群体的产量潜力(表 2)。

表 2 不同行距处理下玉米产量

处理	产量(kg/hm ²)			平均产量(kg/hm ²)	差异显著性		
	0.05	0.01	0.05		0.01		
先玉 335	70 cm	14 050.05	14 334.89	14 158.82	14 181.25	a	A
	50 cm	13 182.93	13 302.49	13 038.77	13 174.73	b	B
	60 cm	12 236.26	12 492.91	12 635.36	12 454.84	c	C
	65 cm	12 108.78	12 397.72	12 122.13	12 209.54	c	C
军单 8	50 cm	12 891.85	12 929.08	13 069.48	12 963.47	a	A
	70 cm	12 767.55	12 898.43	12 963.35	12 876.44	a	A
	60 cm	12 095.27	12 278.25	12 192.39	12 188.64	b	B
	65 cm	11 767.99	11 998.67	12 116.57	11 961.08	b	B

3 结论与讨论

研究了相同条件下不同种植行距对玉米生长发育、PEP 羧化酶活性及产量的影响。结果表明:对于品种先玉 335 和军单 8,在适宜的种植密度下通过改变玉米的株行距可以改变玉米单株营养面积,进而影响玉米产量。玉米灌浆后穗位叶的叶绿素含量直接影响着玉米果穗有机物的积累和转化,从而影响产量的高低。本研究在 70 cm 和 50 cm 行距下穗位叶叶绿素含量在生育后期显著高于 65 cm 和 60 cm 行距,有利于保持较高的光合活性,延缓了衰老,延长了叶片功能期,保证了果穗在生育后期同化物的积累,提高了产量。灌浆期与成熟期是有机物积累的关键时期,PEP 羧化酶是 C₄ 代谢途径中固定 CO₂ 的关键酶,在 70 cm 和 50 cm 行距处理下该酶活性明显高于其他处理,这与同时期穗位叶的叶绿素含量呈正相关,确保了光合作用碳同化的高效进行。试验各项指标均表明,70 cm 和 50 cm 行距的种植效果优于其它行距处理,这与邹淑芳对鲁玉 15 进行研究的结果相吻合^[11],其中 70 cm 种植行距不仅在产量及影响产量的各项指标上最具有优势,而且在实际生产中便于机械化操作,是玉米高产栽培中最佳种

植行距。

参考文献:

- [1] 董树亭,张吉旺.建立玉米现代产业技术体系,加快玉米产业发展[J].玉米科学,2008,16(4):18-20,25.
- [2] 杨世民,廖尔华,袁继超,等.玉米密度与产量及产量构成因素关系的研究[J].四川农业大学学报,2000,18(4):322-324.
- [3] 李文鸿.玉米优种先玉 335 及其栽培技术[J].农业技术与装备,2008,2(146):45-46.
- [4] 张鑫生.优质高产玉米杂交种军单 8 号的选育及栽培技术[J].玉米科学,2006,14(增刊):69-70.
- [5] 郝建军,康宗利,于洋.植物生理学实验技术[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [6] 李明军,刘萍.植物生理学实验技术[M].北京:科学出版社,2007.
- [7] 李合生.现代植物生理学(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [8] 张永科,孙茂,张雪君,等.玉米密植和营养改良之研究.行距对玉米产量和营养的效应[J].玉米科学,2006,14(2):108-111.
- [9] 杨利华,张丽华,张全国,等.种植样式对高密度夏玉米产量和株高整齐度的影响[J].玉米科学,2006,14(6):122-124.
- [10] 于琳,李艳杰,纪武鹏.栽培方式对玉米农艺性状及产量的影响[J].玉米科学,2009,17(4):101-103.
- [11] 邹淑芳,张桂中.不同行株距种植对鲁玉 15 号叶面积及经济性状的影响[J].杂粮作物,2000,20(3):13-14.

(下转第 33 页)

氮量的增加这种影响加剧。蛋白质含量对稻米食味的影响明显大于直链淀粉含量。此外,不管施氮量如何,米饭硬度与米饭粘性、米饭外观及食味值均极显著负相关,米饭粘性与米饭外观及食味值、米饭外观与食味值均极显著正相关。从相关系数绝对值可以看出,这几个性状对食味影响大小的顺序为米饭外观>米饭粘性>米饭硬度,但差异不大。

3 结论与讨论

通过对不同施氮水平下水稻品种主要食味品质性状的测定分析,明确了大部分品种随着施氮量的增加,稻米蛋白质含量、直链淀粉含量提高,其中直链淀粉含量与谢正荣等对武运粳7号研究的结果相反,而且蛋白质含量上升的幅度大于直链淀粉含量,品种间的差异也不断增大。但也有少数品种上述品质性状随施氮量增加而呈现的趋势与上述品种有一定差异。例如吉粳88、吉06-56在高氮时直链淀粉含量比低氮时还低,其中吉06-56随施氮量的增加稻米直链淀粉不断下降,与谢正荣等对武运粳7号的研究结果一致^[5]。品种间在直链淀粉含量随施氮量增加表现差异的原因还有待进一步深入研究。

关于施氮量对米饭硬度、米饭粘性的影响,多数品种表现随着施氮量的增加米饭的硬度逐渐增加,而米饭粘性则逐渐下降,但也有少数品种的表现趋势与此不同,例如吉03-2843、吉06-43、吉06-56在米饭硬度上,吉粳95在米饭粘性上就基本不受施氮量的影响,由于硬度和粘性与食味关系密切,因此,对于这些品种,在生产上推广时适当增施氮肥不会明显降低食味水平。

施氮量对米饭外观、平衡度、食味影响的分析结果表明,随着施氮量的增加,多数品种米饭外

观、平衡度、食味值均逐渐下降,尤其是在高氮时下降较多,品种间差异的幅度则随着施氮水平的提高而增大。但也有部分品种例如吉03-2843、吉06-43、吉粳95等不论施氮条件如何,其米饭外观、平衡度及食味变化不大,甚至在高氮时有所提高,说明这几个品种适合在较高施氮水平下栽培。

水稻部分品质性状间及与食味的相关分析结果表明,蛋白质含量与直链淀粉含量极显著正相关,在高氮时与米饭粘性显著负相关,蛋白质含量增加,直链淀粉含量提高,米饭变硬,米饭粘性和外观下降。食味变差。米饭硬度、粘性、外观与食味的相关分析结果表明,硬度与粘性、外观及食味均呈极显著负相关,粘性、外观均与食味呈极显著正相关,由此表明,米饭越软、粘性越大、外观越好,食味越好,这几项指标对食味影响大小的顺序为外观>粘性>硬度,但差异不大。

影响稻米食味的首要因素是品种,其次与产地及栽培技术有关,在栽培技术中除了施氮量的影响较大外,施磷量、施钾量及各种肥料的施肥时期均可影响到食味品质,关于其他因素对稻米品质的影响还需要进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 李彦利,严光彬,贾玉敏,等. 氮肥施用量对产量及米质的影响[J]. 北方水稻, 2008(2): 37-39.
- [2] 陈双龙. 施氮量和喷施叶面肥对两优培九稻米品质的影响[J]. 中国稻米, 2005(5): 39.
- [3] 杨静,罗秋香,钱春荣,等. 氮素对稻米蛋白质组含量及蒸煮食味品质的影响[J]. 东北农业大学学报, 2006, 37(2): 145-150.
- [4] 李丹,王建龙,陈光辉. 稻米营养品质研究现状与展望[J]. 中国稻米, 2007(2): 5-8.
- [5] 谢正荣,沈小妹,叶凤山,等. 氮肥运筹对武运粳7号产量与品质的影响研究[J]. 中国稻米, 2006(2): 40-43.
- [6] 陈温福,徐正进. 水稻超高产育种理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 134-137.
- [7] Nowatzki TM, Tollefson JJ, Bailey TB. Effects of row spacing and plant density on corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence and damage potential to corn. [J]. Journal of Economic Entomology, 2002, 95(3): 570-577.
- [8] Sangoi L, Ender M, Guidolin A F, et al. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer [J]. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2001, 36(6): 861-869.

(上接第12页)

- [12] 李猛,陈现平,张健,等. 不同密度与行距配置对紧凑型玉米产量效应的研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(8): 132-136.
- [13] 王斌,李宏,李爱军,等. 普通株型玉米不同密度下种植模式的研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(14): 122-125.
- [14] Dale E, Farnham. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture [J]. Agronomy Journal, 2001, 93: 1049-1053.