

文章编号:1003-8701(2009)02-0014-03

玉米子粒库的建成及其激素调控

姜晓莉¹, 苗艳玲², 杨粉团¹, 李刚^{1*}

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033 2. 辽源市农业科学院, 吉林 辽源 136200)

摘要: 综述了近年来植物激素系统对玉米子粒库建成调控方面的进展情况, 认为将化学调控技术与农艺措施相结合, 是提高玉米子粒库建成, 增加穗粒数, 充分发挥良种潜力的有效措施。

关键词: 玉米; 子粒库; 激素; 调控

中图分类号: S513

文献标识码: A

Formation of Grain Sink of Maize (*Zea mays* L.) and Its Hormonal Regulation

JIANG Xiao-li¹, MIAO Yan-ling², YANG Fen-tuan¹, LI Gang^{1*}

(1. Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Changchun 130033;

2. Academy of Agricultural Sciences of Liaoyuan City, Liaoyuan 136200, China)

Abstract: The current proceeding in plant hormonal regulation of maize grain sink was reviewed in the paper. The combination of chemical control technology and traditional agricultural technology would be an effective way to promote the formation of maize grain sink, increase the number of grains and the yield significantly.

Key words: Maize; Grain sink; Hormone; Regulation

如何进一步提高作物产量仍是当代作物学领域内的重大问题。除从遗传角度研究以外, 从作物生产和生理学方面的研究也呈日渐深入的趋势。越来越多的研究表明: 挖掘产量潜力将愈来愈寄希望于经济产量的进一步提高, 这意味着, 源—库之间的分配研究将具有很重要的理论与实践意义。玉米产量的提高依赖于单位面积子粒的增加, 在亩穗数接近饱和的高产条件下, 进一步增产将主要依赖于库容的增加即穗粒数的增加。从生产上看, 增加穗粒数是进一步提高产量的主要潜力所在, 从生物学角度看, 花粒退化是多种禾谷类作物中普遍存在的问题。玉米花粒退化高达 20%~50%^[1-2], 它无疑降低了作物转化太阳能为经济产量的效率。因而, 探讨玉米子粒库的建成及调控具有普遍的理论意义和重要的实践价值。

1 玉米子粒库的建成

在玉米产量构成因素中, 单位面积穗数的潜力相对容易被挖掘, 在增产的初级阶段种植密度发挥了重要作用。随着单产水平不断提高, 穗粒数这个产量构成因素越来越引起人们的关注。经大量研究表明, 千粒重相对稳定, 而穗粒数是一项易变的因素, 因此每穗粒数是决定玉米单产的重要因素之一, 也就是说玉米子粒库的建成是非常重要的。子粒库的建成需要源端同化物的充足供应, 人为降低源端同化物的生产, 如遮光、去叶、高密、干旱等胁迫措施, 都会导致果穗发育不良及败育子粒的大量增加^[3]。玉米的穗粒数是小花分化、发育、退化和结实等一系列生理过程的最终表现, 受制于基因和环境的相互作用, 是由穗数、穗小花数和小花结实率等因素构成, 这些因素在发育的不同阶段被决定。

穗小花分化数量多少是构成穗粒数的基础, 玉米雌穗花数的多少主要受品种基因型控制, 种

收稿日期: 2008-11-06

基金项目: 国家农业公益性行业科研专项(200803037)

作者简介: 姜晓莉(1966—), 女, 副教授, 从事农业信息研究。

通讯作者: 李刚, 男, 教授, E-mail: LG290@sohu.com

植生态环境和年份影响相对较小^[4]。唐析林等以 8 个在杂交后代表现出不同秃尖程度的自交系及其组配的一套 8×8 的双列杂交组合为材料,研究了雌穗不同部位小花吐丝的时间次序及其子粒分化发育的特征。研究结果表明雌穗中下部的小花吐丝最早最快,库容大、活力强,授粉后小花发育几乎没有败育子粒,而雌穗中上部的小花除易出现退化花和未受精花外,还有较多的授粉小花发生子粒的败育,可能与其抽丝较迟较慢和库处于弱势位有关^[5]。从果穗不同部位子粒形态发育变化动态看,子房长度、鲜重、干重、体积均为中部子粒大于顶部子粒,即中部子粒的库强度和库活性都明显优于顶部子粒^[6]。玉米秃尖主要由雌穗小花败育或小花授精后未能正常灌浆而成败育子粒所致,其中顶部子粒败育是产生秃尖的主要原因。

2 玉米子粒库的激素调控

植物生长发育的基本规律和代谢过程的调节控制与植物的内源激素密切相关^[7-8],小花、子粒发育以及子粒同化产物代谢是由内源激素控制的^[9]。

玉米子粒的发育受植体内源激素的调控,王振华等以春玉米为材料,系统研究了雌穗和子粒发育过程中内源激素的动态变化,结果表明春玉米雌穗上穗轴、小穗及子粒生长发育与内源激素系统存在着一定的相关关系。其生长发育过程不仅受单一激素的调控,而且受激素间平衡和协同作用的调控,激素间的协同调控作用远远大于单一激素的调控作用^[10]。在禾谷类作物(小麦、玉米等)子粒快速灌浆期 ABA 主要集中在胚中,适宜浓度的 ABA 对一些器官的发生与生长有促进作用,而 ABA 含量超过某一“阈值”时则表现出抑制性,即对同化物具有排斥效应,降低“库”的大小,加速休眠、衰老,并与 IAA、 GA_3 和 CTK 的许多生理效应相“拮抗”^[8,11]。

王纪华、张凤路等研究表明,当内源激素比例失调, GA_3 水平偏高,而 ABA 水平偏低时,体内蔗糖转化酶活性降低,也就是相对较高的 ABA/ GA_3 利于子粒的正常发育,子粒发育的前期是对乙烯的敏感期,认为激素对子粒发育的调节可能以可溶性酸性蔗糖转化酶为调节位点^[8,12-13],在正常与败育子粒间内源激素的浓度变化具有一定的时序性,授粉后顶部子粒高水平的乙烯释放可能是子粒败育的诱导因素^[13]。王艳芳等研究了春玉米子粒灌浆期 IAA 对淀粉积累的作用,结果表明在灌浆前期,在不同类型品种中,子粒 IAA 含量高低

顺序与淀粉含量高低顺序有良好的一致性,说明高 IAA 含量有利于淀粉的合成^[14]。在快速灌浆期,玉米雌穗顶部穗轴 GA_3 、IAA、CTK 含量较高,而 ABA 含量很低,ABA 含量与玉米秃尖长度呈极显著的正相关; $(GA_3+IAA+CTK)/ABA$ 比值与玉米秃尖长度呈极显著的负相关,说明顶部穗轴 ABA 含量的高低与玉米秃尖长度存在密切关系^[15]。败育子粒在授粉后 4~8 d 阶段内源 $Z+ZR$,DHZ+DHZR 的水平较低,此阶段是顶部子粒胚乳细胞增殖的重要阶段,低水平的 CTK 不利于子粒库容的建立^[13]。在子粒充实的任何时期,子粒中的 IPA 和 IAA 含量越高,越利于子粒的物质充实^[16]。

玉米穗粒发育过程伴随着活跃的生理生化代谢活动,是玉米经济产量形成的关键时期。较多的研究表明:发育阶段、干物质积累与分配、败育等方面均受内源激素调节,有人研究了某些激素对玉米子粒发育过程的影响和生长调节剂对子粒发育和败育的调控作用^[17]。在授粉前喷施 60 mg/L 的 6-BA,在玉米灌浆初期,6-BA 使胚乳内 $Z+ZR$ 、IPA、IAA 含量明显高于对照,降低了 ABA 含量,加快了玉米胚乳细胞增殖速率,提前胚乳细胞最大增殖速率出现的时间,可能是胚乳细胞数目增加的主要原因^[18]。在玉米大喇叭口期叶面喷施乙烯利—甲哌噻复配剂,能起到改善株型结构、促进同化物分配转运、减少秃尖、增加行粒数和提高产量的综合效果^[19]。羧甲基壳聚糖处理玉米果穗后,GS(谷氨酰胺合成酶)、GDH(谷氨酰胺脱氢酶)、GPT(谷丙转氨酶)活性显著提高,蛋白水解酶活性降低,这些酶活性的变化将有利于玉米子粒发育中氨基酸、蛋白质的积累^[20]。在抽雄始期植物生长调节剂促进幼穗分化,从而使穗粒数增加;灌浆期对玉米喷施植物生长调节剂促进了玉米的光合作用和新陈代谢,形成了较多的干物质,并加速了养分的转移,使子粒饱满,增加了百粒重,提高了产量^[21]。

3 结 语

有关玉米子粒库建成及其激素生理一直受到广泛的关注,植物激素对玉米子粒库建成起重要作用,但不是唯一的因子,它受以系统的方式、在多位点的因素起作用。玉米子粒发育受源库共同调控,植物源库功能及其协调关系因基因型而异,并受外界环境条件的影响。穗粒数是玉米产量构成因子中受环境条件影响较大的因子,也是调节增产潜力相对较大的因子。通过开展玉米子粒库

建成激素调控生理研究,运用化学调控技术与农艺措施的有机结合将更有利于促进玉米子粒库的建成,充分发挥良种的增产潜力,在增加种植密度基础上,稳定并提高穗粒数是实现玉米高产的有效途径之一。

参考文献:

- [1] 王忠孝,高学曾,许金芳,等.关于玉米子粒败育的研究[J].中国农业科学,1986(6):36-40.
- [2] 尹建瑞,李维岳.玉米雌穗花数和粒数的初步研究[J].吉林农业科学,1986(1):1-8.
- [3] 赵建华,邱容侠.玉米子粒败育的影响因素及败育过程中的特征变化[J].山西农业科学,2002,30(3):10-13.
- [4] Reed,A.J.,Singletory,G.W. Roles of carbohydrate supply and phytohormones in maize kernel abortion [J]. plant physiol, 1989,91(3):986-992.
- [5] 唐祈林,荣廷昭,黄玉碧.玉米秃尖的研究(Ⅱ).玉米雌穗不同部位小花、子粒的分化发育时期[J].四川农业大学学报,1999,17(2):162-166.
- [6] 江亚丽,张凤路.夏玉米子粒发育动态研究[J].华北农学报,2007,22(增):57-60.
- [7] 夏涛,刘纪麟.生长素和玉米素与玉米细胞质雄性不育性关系的研究[J].作物学报,1994,20(1):26-32.
- [8] 王纪华,王树安,赵冬梅,等.玉米子粒发育的调控研究(Ⅲ) 离体条件下的化学调控机理探讨[J].作物学报,1996,22(2):208-213.
- [9] Zhao De-Gang, HAN Yu-Zhen, FU Yong-Fu. Changes of Plant Hormones in Inflorescence During Sex Determination in Maize [J]. Acta Phytophysiological Sinica, 1999, 12 (2):

(上接第7页)

- [2] 张乃群,李运贤,祝莉莉,等.稻属分类研究综论[J].中国水稻科学,2003,17(4):393-397.
- [3] 冯九煊,赵杏娟,卢永根.稻属(Oryza L.)植物染色体组命名的历史回顾[J].中国水稻科学,2004,18(4):365-370.
- [4] Dally A M, Second G. Chloroplast DNA diversity in wild and cultivated species of rice (Genus Oryza, Section Oryza) cladistic mutation and genetic distance analysis [J]. Theor. Appl. Genet., 1990, 80(2): 209-222.
- [5] Sarkar R, Raina S N. Assessment of genome relationships in the genus Oryza L. based on seed-protein profile analysis[J]. Theor. Appl. Genet., 1992, 85(8): 127-132.
- [6] Wang Z Y, Second G, Tanksley S D. Polymorphism and phylogenetic relationships among species in the genus Oryza as determined by analysis of nuclear RFLPs [J]. Theor. Appl. Genet., 1992, 83(8): 565-581.
- [7] Aggarwal R K, Brar D S, Khush G S. Two new genomes in the Oryza complex identified on the basis of molecular divergence analysis using total genomic DNA hybridization [J]. Mol. Gen. Genet., 1997, 254(1): 1-12.
- [8] Lu B R. Taxonomy of the genus Oryza (Poaceae): Historical perspective and current status [J]. International Rice Research Notes, 1999, 24(7): 4-8.
- [9] 范树国,张再君.稻属植物分类研究的历史与现状[J].武汉

57-65.

- [10] 王振华,于翠芳,郝连友,等.春玉米雌穗与子粒发育过程中内源激素变化动态初探[J].莱阳农学院学报,1996,13(4):262-267.
- [11] 梁建生.ABA对高等植物基因表达的调节作用[J].植物生理学通讯,1991,27(2):230-233.
- [12] 张凤路,赵久然,王纪华.离体条件下玉米子粒发育调控研究[J].杂粮作物,2001,21(4):34-35.
- [13] 张凤路,王志敏,赵明,等.玉米子粒败育过程的激素变化[J].中国农业大学学报,1999,4(3):1-4.
- [14] 王艳芳,李红,张立军,等.春玉米子粒灌浆期 IAA 对淀粉积累的作用及其机制的研究[J].化学与生物工程,2006,23(3):35-37.
- [15] 唐祈林,荣廷昭.玉米秃尖与内源激素的关系[J].核农学报,2007,21(4):366-368.
- [16] 孙庆泉,吴元奇,胡昌浩,等.不同产量潜力玉米子粒胚乳细胞增殖与子粒充实期的生理活性[J].作物学报,2005,31(1):612-618.
- [17] 刁家连,何钟佩,胡晓军,等.夏玉米穗粒发育与内源激素的相关性研究[J].中国农业大学学报,1997,2(3):36,44.
- [18] 刘西美,董树亭,高荣岐.6-BA对玉米子粒内源激素含量的影响[J].玉米科学,2008,16(1):79-82.
- [19] 李建民,董学会,何钟佩,等.乙烯利-甲哌噻复配剂对夏玉米生育及产量的影响[J].农药学报,2004,6(4):83-88.
- [20] 师素云,薛后汉,刘蔼民,等.羧甲基壳聚糖对玉米子粒氮代谢关键酶和种子贮存蛋白含量的影响[J].植物生理学通讯,1999,25(2):187-191.
- [21] 宋凤兵,孙中立,汪立群.不同生长调节剂对玉米发育及产量的影响[J].玉米科学,1993,1(1):32-34.
- 植物学研究,2000,18(4):329-337.
- [10] 卢宝荣,葛颂,桑涛,等.稻属分类的现状及其存在的问题[J].植物分类学报,2001,39(4):373-388.
- [11] 吴万春.稻属植物分类研究的进展[J].华南农业大学学报,1995,16(4):115-122.
- [12] 张乃群.稻属种间关系研究综论[J].南阳师范学院学报(自然科学版),2002,1(6):61-66.
- [13] Zhang Z Y, wen J, Lu B R. Diversity of leaf epidermal structures used in biosystematics of rice species [J]. International Rice Research Notes. 1997, 22(3): 4-5.
- [14] 祁仲夏,宋文芹,金刚,等.稻属基因组间相关性的 AFLP 分析[J].南开大学学报(自然科学版),2001,34(3):74-80.
- [15] Ge S, Sang T, Lu B R, et al. Phylogeny of rice genomes with emphasis on origins of allotetraploid species [J]. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1999, 96(7): 14400-14405.
- [16] Khush G S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice[J]. Plant Mol. Biol., 1997, 35(1): 25-34.
- [17] Nakano M, Yoshimura A, Iwata N. Phylogenetic study of cultivated rice and its wild relative by RFLP[J]. Rice Genetics Newsletter, 1992, 9(7): 132-134.
- [18] 周毅,邹喻苹,洪德元,等.中国野生稻及栽培稻核糖体 DNA 第一转录间隔区序列分析及其系统学意义[J].植物学报,1996,38(10):785-791.