

灌浆期水分胁迫对北方超级粳稻籽粒中 内源激素含量的影响

樊金娟*, 董 智, 罗 霞, 崔震海

(沈阳农业大学 生物科学技术学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 采用盆栽人工控制水分的方法, 研究了北方超级粳稻沈农265灌浆期水分胁迫对籽粒中4种内源激素(IAA, GA₃, ZR 和 ABA)含量及千重的影响。结果表明, 在灌浆的前期和中期, 中度水分胁迫处理使IAA, GA₃, ZR 和 ABA 含量提高, 且明显高于重度水分胁迫处理, 较高水平的内源激素综合地调节了水稻的灌浆过程, 在节水的同时使籽粒千重较正常灌溉增加1.3%。

关键词: 超级粳稻; 灌浆期; 水分胁迫; 内源激素

中图分类号: S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)05-0023-04

Effects of Water Stress on the Endogenous Hormone Contents of North Super-rice During Grain-filling Stage

FAN Jin-juan*, DONG Zhi, LUO Xia, CUI Zhen-hai

(College of Biological Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The effects of water stress on the contents of four endogenous hormones(IAA, GA₃, ZR and ABA) and grain weight in north super-rice (*Oryza sativa*) Shennong 265 during grain-filling stage were studied using pot cultivation with three levels of soil water potential, i.e. well watered (w), moderate water deficit (m), and severe water deficit (s). The results showed that the contents of four endogenous hormones increased more in m than in s. The higher levels of four endogenous hormones in m could regulated the grain filling process and increase the grain weight by 1.3%, accompanying with water saving.

Key words: Super-rice; Grain-filling stage; Water stress; Endogenous hormone

随着水资源的短缺和耕地面积的减少, 作物产量和水分利用效率的同步提高已成为当今农业所追求的主要目标^[1]。东北三省的粳稻面积约占全国的43%, 东北大米以其“米质优、口感好”的特点深受欢迎。近年来, 随着一系列北方超级粳稻品种的育成, 为实现东北水稻跨越式发展奠定了基础。但在东北地区, 尤其是辽宁和吉林两省水资源短缺已成为限制水稻生产发展的重要因素, 如不减少水稻生产中的灌溉用水, 现有的种植面积也很难保证^[2]。植物激素作为体内的信息传递物质, 在植物的各生长发

育过程, 尤其是干旱调节和籽粒灌浆过程中有重要的调控作用^[3-6]。虽然有关水稻在水分胁迫下的内源激素含量变化已经进行了一些研究, 但多集中在南方稻区^[3, 7, 8], 针对东北稻区的研究比较少, 由于品种和地域的差别, 急需在东北稻区开展有关研究。沈农265是沈阳农业大学1996年育成的第1代北方超级粳稻, 具有直立大穗、结实率高、根系发达、茎秆粗壮以及抗稻瘟病等特点, 适宜在辽宁、吉林、宁夏等地区种植, 具有较高的增产潜力。本研究以超级粳稻沈农265为材料, 研究其灌浆期间水分胁迫

收稿日期: 2007-10-24

基金项目: 辽宁省教育厅 A 类课题(20060778); 沈阳农业大学中青年硕士导师资助项目

作者简介: 樊金娟(1972-), 女, 辽宁沈阳人, 副教授, 博士, 主要从事植物逆境生理研究。

对籽粒中内源激素含量变化的影响,从内源激素含量变化角度来探讨水分胁迫对灌浆的影响,为东北稻区超级稻的节水栽培和育种提供理论依据和参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

以沈阳农业大学水稻研究所育成的北方超级粳稻沈农 265 (以下简称 265)为材料。

1.2 试验方法

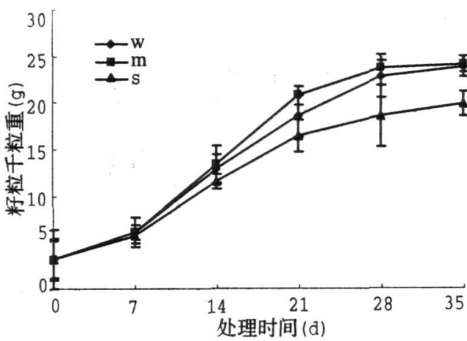
试验于 2006 年在沈阳农业大学试验农场进行。采用盆栽试验,每盆(高 29 cm,直径 28 cm,体积 12.74 L)装土 16 kg,植 3 穴,每穴 1 苗。抽穗后 9 d 至成熟期进行 3 种水分处理,即充分灌溉(盆中保持 1~2 cm 水层,土壤水势为 0 MPa,以 w 表示,作为对照)、中度水分胁迫(土壤水势为 -0.025 MPa,以 m 表示)、重度水分胁迫(土壤水势为 -0.05 MPa,以 s 表示),每个处理 60 盆。盆中安装真空负压计(中国科学院南京土壤研究所生产)以控制水势,每天 6:00~18:00 读取负压计数值,每 4 h 读取 1 次,当读数低于设计值时,取 0.25、0.50 L 水分别浇入中度水分胁迫处理和重度水分胁迫处理的盆中。盆钵放置在大棚里,下雨时用塑料薄膜遮雨。除水分胁迫处理外其他盆栽管理同生产田。

选同一天抽穗的穗挂牌标记。水分胁迫处理至成熟,每隔 7 d 取样,取穗中部籽粒迅速冰浴剥去颖壳,液氮速冻,放入 -80℃ 冰箱,用于内源激素含量测定。同时取 10 穗测定干重,计算籽粒灌浆速率^[9]。内源激素含量用酶联免疫吸附法(ELISA)测定^[10],激素试剂盒由中国农业大学提供。所有数值均为 3 次重复平均值。

2 结果与分析

2.1 籽粒干重积累的动态变化

随着生育进程,不同水分处理下的籽粒干重逐渐增加,变化趋势基本相同(图 1)。但不同水分处理条件下的籽粒增重幅度有较大的差异,处理 7 d 之内,各水分处理籽粒增重幅度相差不大,随着处理时间的延长,籽粒干重间的差异逐渐显现,到 21 d 时, m 处理籽粒干重增幅明显高于 w 和 s。就同一时期而言,不同水分处理条件下的籽粒干重分别是 m>w>s,可能是中度水分胁迫促进了同化物由茎鞘向籽粒中的转移和运输^[7],而重度水分胁迫抑制了灌浆过程。不同水分胁迫处理对籽粒干重动态变化的影响



2.2 灌浆期间籽粒中 IAA 含量的变化

IAA 在灌浆过程中通过激活某些与细胞壁伸展有关的酶,从而使胚乳细胞壁伸展成为可能,通过促进细胞伸长和调节核酸与蛋白质的合成来促进灌浆,吸引同化物向籽粒运输。灌浆期间,各处理籽粒中 IAA 含量的变化趋势大致相似,都呈先上升后下降的趋势(图 2),但 m 的峰值出现在胁迫处理后的 21 d,比 w 和 s 提前 7 d 左右。在胁迫处理的前 26 d 内,各处理籽粒中 IAA 含量分别是 m>w>s,而且不同处理之间的差值基本都在 30% 以上;在水分胁迫处理 26 d 后一直到灌浆结束, m 中的 IAA 含量虽低于 w,但比较接近,而 s 的 IAA 含量明显低于前二者,幅度也在 30% 左右。

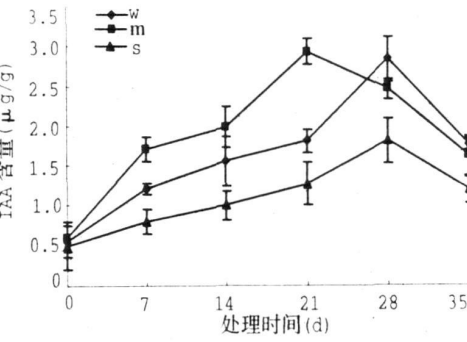


图 2 不同水分胁迫处理对籽粒中 IAA 含量变化的影响

2.3 灌浆期间籽粒中 GA₃ 含量的变化

虽然不同水分处理对籽粒中 GA₃ 的含量影响较大,但整个胁迫处理期间,3 个处理籽粒的 GA₃ 含量变化趋势基本相同(图 3)。在胁迫处理后的 7 d 内含量升高,7 d 后开始下降,一直到 21 d 降到最低,然后开始升高,在灌浆末期达到最高。在整个胁迫处理期间, m 和 s 籽粒中 GA₃ 含量变化幅度都明显大于 w。在胁迫处理后的 15 d 内,籽粒中 GA₃ 含量为 m>w>s,15 d 到 23 d, w 略高于 s,且二者均明显高于 m;23 d 到灌浆结束,为 s>w>m,而且 s 最终含量比 w 高 47% 左右。籽粒中 GA₃ 含量在灌浆期间的变化不同,可能与其在灌浆过程中的所起的作用

用有关,在前期 GA₃ 可能通过调控某些酶基因表达,调节籽粒的灌浆过程,为籽粒充实提供物质基础;而后期 GA₃ 则可能提高淀粉酶活性,促进淀粉分解抑制灌浆^[3, 11]。

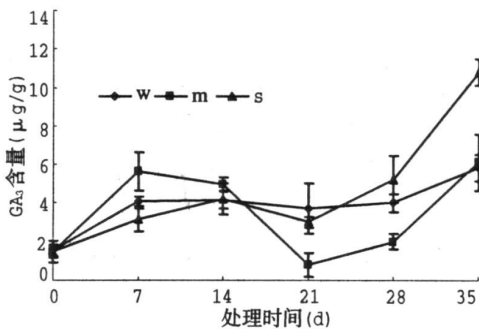


图3 不同水分胁迫处理对籽粒中 GA₃ 含量的影响

2.4 灌浆期间籽粒中ZR 含量的变化

细胞分裂素能促进细胞分裂,调控作物的生长发育^[12, 13]。不同水分处理间籽粒中ZR 含量变化趋势大致相似(图4),在处理的第7天达到峰值,然后含量下降,都呈倒V字型变化。在胁迫处理前期,籽粒中ZR 的含量是 m>w>s, 处理到14d 时, w 的ZR 含量明显下降。从处理后16d 到31d 左右,籽粒中的ZR 含量分别为 m>s>w, 在灌浆即将结束时, w 的ZR 含量略有升高,且成为三者中含量最高的。

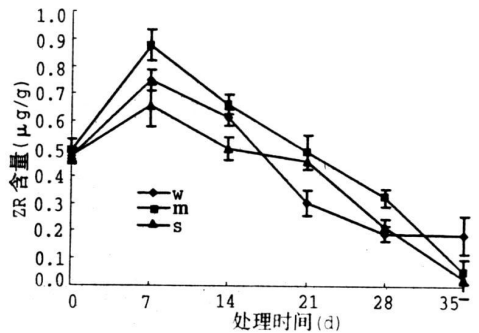


图4 不同水分胁迫处理对籽粒中 ZR 含量的影响

2.5 灌浆期间籽粒中ABA 含量的变化

在种子成熟过程中,ABA 通过诱导程序化脱水与营养物质的积累影响籽粒的灌浆。不同水分处理下籽粒中ABA 含量的变化趋势相同,基本上呈倒V字型,与IAA 的变化趋势相似(图5)。3种水分处理籽粒中ABA 的峰值都出现在处理后21d 左右。在处理的前23d, m 籽粒中ABA 的含量或高于w, 或与其相近,二者都明显高于s;水分处理21d 后, m 的ABA 含量开始迅速下降,到28d,成为三者中含量最低的。在处理的最后几天,由于s 的ABA 含量下降缓慢而高于w 和m。

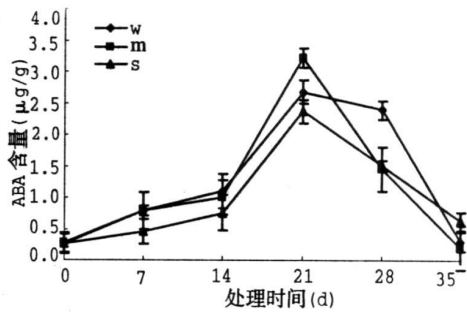


图5 不同水分胁迫处理对籽粒中 ABA 含量的影响

3 讨论

水稻的粒重取决于籽粒本身的库容及贮藏能力、灌浆时间和速率以及同化物的供应程度等,而植物内源激素正是通过影响这些指标来调节水稻灌浆过程^[14, 15]。

从本研究结果来看,不同水分处理条件下籽粒中 IAA, GA₃, ZR 和 ABA 含量变化趋势基本相同,但是不同水分处理条件下籽粒中内源激素的绝对含量却发生了变化。与对照相比,在水分胁迫处理的前期,中度水分胁迫处理在并不影响籽粒 ABA 含量的基础上提高了 IAA, GA₃, ZR 的含量,而重度水分胁迫处理则降低了籽粒中这4 种内源激素的含量;在水分胁迫处理的中期,中度水分胁迫处理下籽粒中除 GA₃ 的含量降低成为三者中含量最低的外, IAA, ZR 和 ABA 的含量均高于对照和重度水分胁迫处理;到了水分胁迫处理的后期,重度水分胁迫使籽粒中 GA₃ 含量迅速升高,高于对照和中度水分胁迫处理,而对照中的 IAA, ZR 和 ABA 的含量高于其他2 种水分胁迫处理。从籽粒干物质积累的动态变化中可以看出, m 的干物质积累速率略高于w, 而且二者均明显高于s。

谷类作物开花后籽粒灌浆速率和最终粒重的形成,很大程度上决定于籽粒中内源激素的平衡和调节^[3, 16]。由本研究结果得出,中度的水分胁迫处理不但没有降低沈农265 的籽粒干重,而且在节水的同时使籽粒干重略有增加,与人们在小麦和南方稻区中的研究相似^[17, 18]。可能与整个水分胁迫处理期间,中度水分胁迫促进了籽粒中激素含量的增加,尤其在灌浆的前期和中期,4 种内源激素含量始终维持较高水平,从而综合地调节了水稻的灌浆过程,这也与我们以前的研究结果相似^[19]。而对照籽粒中的激素虽然在灌浆后期高于中度水分胁迫,但此时叶片的光合作用开始下降,合成的有机物减少^[20, 21],因此,在灌浆后期虽然籽粒干重与中度水

分胁迫下籽粒干重的差距在缩小,但直到灌浆结束,还是低于中度水分胁迫。所以在东北稻区超级粳稻的栽培过程中,一方面可以适当的减少灌溉用水,另一方可利用一些其他的农业技术措施,如适当采用外施生长调节剂调控植物体内源激素的种类和数量,在节水的同时又提高了产量。

在水稻结实期间,籽粒中的内源激素部分是由其他部位如根、叶伴随着同化产物运输而来,而大部分是由种子本身所产生的^[17,22],中度水分胁迫究竟是通过何种方式来提高籽粒中内源激素含量的还有待于进一步探讨。

参考文献:

- [1] 孙景生,康绍忠,蔡焕杰,等.控制性交替灌溉技术的研究进展[J].农业工程学报,2001,17(4):1—6.
- [2] 陈温福.东北稻区水稻生产发展策略[N].农民日报,2006—28—11(1).
- [3] 杨建昌,王国忠,王志琴,等.旱种水稻灌浆特性与灌浆期籽粒中激素含量的变化[J].作物学报,2002,28(5):615—621.
- [4] Brenner M L, Cheikh N. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling[M]. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1995: 649—670.
- [5] Davies P J. Plant hormones and their role in plant growth and development[M]. The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers, 1987: 1—11.
- [6] 李文阳,尹燕成,闫素辉,等.不同粒型小麦品种籽粒内源激素变化与籽粒灌浆特征的比较[J].华北农学报,2007,22(1):5—8.
- [7] 赵步洪,杨建昌,朱庆森,等.水分胁迫对两系杂交稻籽粒充实的影响[J].扬州大学学报,2004,25(2):11—16.
- [8] 杨淑琴,李培富.长穗颈水稻的内源 GA, IAA 和 ABA 含量变化[J].植物生理学通讯,2007,43(4):635—638.
- [9] 王建林,徐正进,马殿荣.北方杂交稻与常规稻籽粒灌浆特性的比较[J].中国水稻科学,2004,18(5):425—430.
- [10] Jin D M, Wang W J, Lan S Y, *et al.* Dynamic status of endogenous IAA, ABA and GA levels in superior and inferior spikelets of heavy panicle hybrid rice during grain filling [J]. Plant Physiol Mol Biol, 2002, 28(3): 215—220.
- [11] 黄升谋,邹应斌.赤霉素和脱落酸对水稻籽粒灌浆及结实的影响[J].安徽农业大学学报,2006,33(3):293—296.
- [12] 杨建昌,彭少兵,顾世梁,等.水稻结实期籽粒和根系中玉米素与玉米素核苷含量的变化及其与籽粒充实的关系[J].作物学报,2001,27(1):35—42.
- [13] 孟庆杰,王光全.植物激素及其在农业生产中的应用[J].河南农业科学,2006(4):9—12.
- [14] 阿加拉铁,薛大伟,李仕贵,等.植物激素与水稻产量的关系[J].中国稻米,2006(5):1—3.
- [15] Yang J C, Zhang J H, Wang Z Q, *et al.* Involvement of abscisic acid and cytokinins in the senescence and remobilization of carbon reserves in wheat subjected to water stress during grain filling[J]. Plant Cell and Environment, 2003(26):1621—1631.
- [16] 王艳芳,崔震海,阮燕晔,等.不同类型春玉米灌浆期间籽粒中内源激素 IAA, GA, ZR, ABA 含量的变化[J].植物生理学通讯,2006,42(2):225—228.
- [17] Jianchang Yang, Jianhua Zhang, Zhiqin Wang, *et al.* Activities of enzymes involved in sucrose-to-starch metabolism in rice grains subjected to water stress during filling[J]. Field Crops Research, 2003(81):69—81.
- [18] Yang J C, Zhang J H, Wang Z Q, *et al.* Activities of key enzymes in sucrose to starch conversion in wheat grains subjected to water deficit during grain filling[J]. Plant Physiology, 2004, 135: 1621—1629.
- [19] 樊金娟,李雪梅,阮燕晔,等.杂交水稻及其亲本灌浆过程中内源激素含量的变化[J].植物生理学通讯,2004,40(2):146—148.
- [20] 黄锦文,梁康,梁义元,等.不同类型水稻籽粒灌浆过程中内源激素含量变化的研究[J].中国生态农业学报,2003,11(2):11—13.
- [21] 李雪梅,樊金娟,徐正进,等.杂交水稻及亲本灌浆期籽粒和叶片内源激素的变化[J].吉林农业大学学报,2005,27(2):123—127.
- [22] 段俊,田长恩,梁承邨,等.水稻结实过程中穗不同部位籽粒中内源激素的动态变化[J].植物学报,1999,41(1):75—79.