

# 禾本科主要作物生育初期内源激素动态及其作用的比较

尚玉磊, 李春喜, 邵云, 姜丽娜

(河南师范大学 生命科学院, 河南 新乡 453002)

**摘要:**以禾本科主要作物小麦、水稻、玉米为材料, 研究内源激素 IAA 和 CTK 在其生育初期的含量及可能的生理作用。结果表明: 在作物分蘖过程中, 小麦和水稻内源激素 IAA 和 CTK 变化趋势相似, 呈单峰曲线; 玉米生育初期, 内源 CTK 含量变化呈单峰曲线, IAA 含量则持续下降。3 种作物的 IAA/CTK 值呈先下降后上升的变化趋势。小麦、水稻单株分蘖数在 IAA/CTK 值较高或呈上升趋势时增长缓慢, 而在 IAA/CTK 值较低或该比值呈下降趋势时增长迅速。所以认为, 水稻和小麦分蘖能力与内源激素 IAA 和 CTK 的含量有关, 尤其与两者之间的比值高低及其变化趋势密切相关。由此推测, 玉米高度抑制、生态上不出现蘖芽可能与玉米的 IAA/CTK 值变化幅度较小或该值相对较高有关。

**关键词:** 禾本科; 主要作物; 分蘖; IAA; CTK

中图分类号: S512.101 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2004)04-0047-04

## Comparison of Dynamics and Functions of Endogenous IAA, CTK Content among Main Crops of *Gramineae* at Early Growing Stage

SHANG Yu-lei, LI Chun-xi, SHAO Yun, JIANG Li-na

(College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453002, China)

**Abstract:** Research on the relationship between endogenous hormones and tiller activity of main crops of *Gramineae* was done over two seasons(1999–2001). The results were as following: The same changes of endogenous IAA and CTK contents rose early and then dropped, were presented in the tiller process of winter wheat and rice at the early growing stage of maize. Yet, the value of IAA/CTK descended at the early stage of tiller process, and then ascended at the late stage. At the same time, the number of weekly tiller increment per plant rose quickly early, and then drop late. So, wheat and rice tiller activity was noticeably regulated by the content of IAA and CTK, especially the value of IAA/CTK. It could be improved or inhibited by a low or high value of IAA/CTK respectively. It was also found that the dynamic of IAA/CTK played a rather important role in the early growing stage of maize.

**Key words:** *Gramineae*; Main crops; Tiller; IAA; CTK

植物内源激素在植物整个生长发育过程中发挥着重要调控作用。它可以影响小麦、水稻的分蘖数量<sup>[1~3]</sup>, 从而对它们的最终产量产生明显影响。这些研究结论已部分应用于生产实践并取得了一定经

济效益<sup>[4]</sup>。然而, 过去的实验大多以单个品种来探讨激素与作物分蘖之间关系, 而且实验结论也不完全一致<sup>[2, 3, 5]</sup>, 尤其是对同科不同作物之间的比较研究还未见报道。本研究选取水稻、小麦、玉米为材

收稿日期: 2004-02-10

基金项目: 国家“十五”重大科技攻关项目(2001BA507A02)

作者简介: 尚玉磊(1973-), 男, 河南嵩县人, 博士, 主要从事植物生理生态方面的研究工作。

©1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

料, 研究内源激素在其生育初期的动态及可能的生理作用, 探讨作物分蘖与内源激素间的内在联系, 掌握作物分蘖的规律, 为生产中调控作物分蘖、提高作物产量提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

供试材料均为在河南省进行大面积栽培的常规品种。小麦品种为豫麦 49 号, 水稻品种为豫粳 6 号, 玉米品种为豫玉 24。

### 1.2 试验设计

小麦、玉米试验于 1999~2001 年在河南师范大学生命科学学院小麦试验田进行, 水稻试验于 1999~2001 年在新乡市农业科学研究所辉县水稻研究所试验田进行。

### 1.3 测试项目及测定方法

1.3.1 田间调查 小麦出苗后、水稻插秧后选取苗情有代表性区域, 设 3 个样点, 定点进行单株分蘖动态调查。玉米在出苗后进行常规间苗。

1.3.2 材料处理 小麦从三叶期、水稻从插秧后返苗开始, 取分蘖节部位为实验材料。每 7 d 取样 1 次直到作物分蘖停止; 玉米取茎生长点, 从出苗 7 d 始至节间伸长超过 1 cm 止, 每 7 d 取样 1 次。3 种作物每次取样 1 g, 3 次重复, 液氮速冻后, 置

-20℃冰箱中保存、待测。

1.3.3 测定方法 生长素(IAA)和细胞分裂素活性物质(CTK)、玉米素和玉米素核苷含量测定采用间接酶联免疫吸附测定方法(ELISA)<sup>[6]</sup>。试剂购自中国农业大学化控研究室。

1.4 数据处理 由于两年实验数据变化趋势基本一致, 故采用 1999 年数据参与结果分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦冬前分蘖过程中内源激素含量、平衡状态和小麦单株分蘖数变化

2.1.1 小麦冬前分蘖过程中内源激素 IAA、CTK 含量及单株分蘖动态 由表 1 可以看出, 虽然在小麦冬前分蘖过程中, IAA 和 CTK 含量均呈单峰曲线变化, 但 CTK 最高含量约为 IAA 最高含量的 1.2 倍, 而且 CTK 峰值比 IAA 峰值滞后 30 d 左右。在小麦出苗后, IAA 含量较高, 稍有上升后呈下降趋势。在小麦开始分蘖时, IAA 含量约为其峰值的 57.1%。到 12 月下旬, 小麦 IAA 含量维持在 30~40 ng/g, 约为最高值的 17%。小麦出苗时, CTK 含量只有 IAA 的 32%, 但随着小麦的生长发育, 其含量增长迅速, 到 11 月上旬达到峰值, 然后快速下降。越冬期小麦 CTK 含量约为其峰值的 8.8%。

表 1 小麦冬前分蘖过程中内源激素 IAA、CTK 含量及单株分蘖

时间 (月-日)	10-12	10-17	10-22	10-27	11-02	11-08	11-15	11-22	11-29	12-06	12-13	12-19	12-26
IAA	172.41	197.53	173.63	112.73	87.73	74.68	62.72	51.43	46.34	42.03	37.96	33.21	31.22
CTK	55.42	74.73	127.18	150.87	204.63	229.50	144.50	104.27	79.58	50.14	38.91	24.21	20.11
单株分蘖数	1.00	1.52	2.32	3.37	4.54	5.76	6.32	6.48	6.71	6.87	7.06	7.20	7.29

小麦在冬前生长过程中, 其单株分蘖数呈“S”型变化。即在小麦分蘖开始时, 单株分蘖数增长较慢; 从 10 月底开始, 分蘖数迅速增长, 最高时达到单株周增长 1.22 个; 11 月下旬开始, 小麦单株分蘖数增长趋缓; 进入 12 月后, 单株分蘖数虽然还呈增长趋势, 但增长非常缓慢。越冬期时, 小麦的单株分蘖数维持在 7.3 个左右。

2.1.2 小麦冬前内源激素 IAA/CTK 值动态与小麦单株分蘖周增长量 小麦内源 IAA 和 CTK 含量及变化存在时间差异, 导致冬前分蘖过程中 IAA/CTK 值出现先下降后上升的变化。与此同时, 小麦分蘖周增长量呈现先上升后下降的变化(图 1)。在小麦冬前分蘖开始时, IAA/CTK 比值较高(约为 3.

2); 随后 IAA/CTK 比值开始快速下降。这时, 小麦单株平均分蘖数上升, 即分蘖能力增强。11 月中旬, IAA/CTK 比值出现最低值(约为 0.30), 这时小麦单株分蘖周增长量达到最高值(1.22)。随后, 小麦 IAA/CTK 值开始上升, 虽然这时比值的绝对值仍然较低, 但已经对小麦分蘖能力有抑制作用, 表现为单株分蘖周增长量下降。越冬期时, IAA/CTK 值约为其最低值时的 4.7 倍, 小麦分蘖能力相当于最高时的 7.4%。

综上所述, 小麦分蘖能力与其内源 IAA 和 CTK 相对含量有关。而内源 IAA/CTK 比值高低及其变化动态对小麦分蘖能力有更明显调节作用, 表现为: IAA/CTK 比值较高或呈现上升趋势时, 对小麦分

素具有抑制作用;反之,当 IAA/CTK 值较低或该值呈下降趋势时,有利于小麦分蘖。

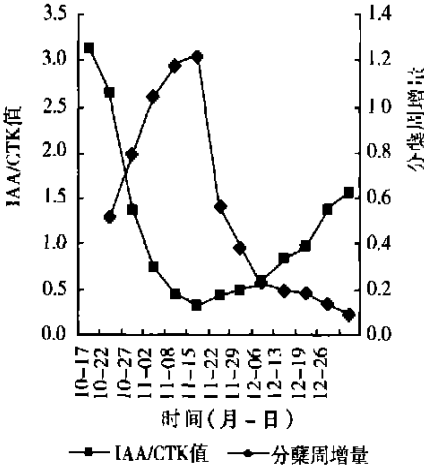


图1 小麦 IAA/CTK 值与单株分蘖周增量

2.2 水稻分蘖过程中内源激素含量、平衡状态及单株分蘖数变化

2.2.1 水稻分蘖过程中内源激素 IAA、CTK 含量及单株分蘖数动态 由表 2 可知,水稻分蘖过程中,内源 IAA 和 CTK 含量均呈单峰曲线,两者峰值同时出现。分蘖初期,水稻 IAA 含量较高,在稍有上升后开始快速下降,最后 IAA 含量约为其峰值的 30%。而 CTK 含量在水稻分蘖开始较低,上升速度快,在峰值出现后下降缓慢。在 7 月下旬,CTK 含量快速下降,含量约为峰值的 31%。

水稻单株平均分蘖数在分蘖过程中呈“S”型曲线,即分蘖初期增长相对较慢,然后开始快速增长,单株分蘖数增长最快时达到每 7 d 1.4 个左右;到分蘖末期,单株分蘖数增长变慢,新蘖出现量较少并伴随一定数量的枯死,其群体数不再增加。

表2 水稻分蘖过程中内源 IAA、CTK 含量及单株分蘖数变化

时间 (月-日)	06-30	07-08	07-14	07-21	07-28
IAA	188.97	212.84	137.24	88.54	65.31
CTK	144.00	238.37	206.10	155.32	74.28
单株分蘖数	1.45	2.64	4.43	5.84	6.12

2.2.2 水稻分蘖过程中内源 IAA/CTK 值与水稻单株分蘖周增量 虽然水稻 IAA 和 CTK 变化趋势相似,峰值同时出现,但两者变化速率不同,故水稻分蘖过程中 IAA/CTK 值表现为先下降后上升的变化,而水稻分蘖周增长量却呈现先上升后下降的单峰变化(图 2)。在水稻分蘖开始时,其 IAA/CTK 值

较高(约为 1.3),然后快速下降。这时,水稻单株分蘖数快速上升,分蘖能力增强。7 月下旬,IAA/CTK 值出现最低值(0.57),这时水稻单株分蘖周增量达到最高值(1.4)。随后,水稻 IAA/CTK 值快速上升,水稻单株分蘖周增量急剧下降,群体增长变慢。

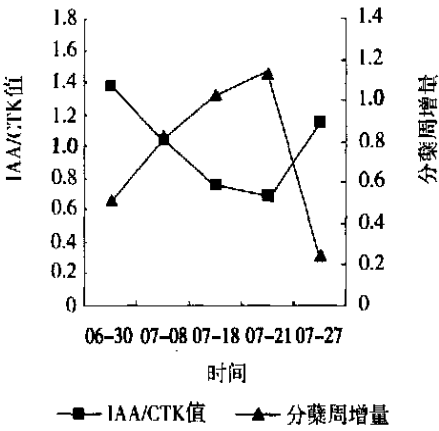


图2 水稻 IAA/CTK 值与单株分蘖日增量

综上所述,水稻分蘖能力不仅与其内源 IAA 和 CTK 含量有关,而且与 IAA/CTK 值及其变化动态密切相关,表现为: IAA/CTK 值较高或比值上升时,抑制水稻分蘖;反之,当 IAA/CTK 值较低或该值呈下降趋势时,有利于水稻分蘖。

2.3 玉米生育初期 IAA、CTK 含量及 IAA/CTK 值变化

由表 3 可以看出,玉米生育初期内源 IAA 含量快速下降,到玉米茎节间伸长长度超过 1 cm 时,其茎生长点内 IAA 含量只有出苗 7 d 左右的 45%。而玉米 CTK 含量为单峰曲线。玉米出苗 7 d 时 CTK 含量较高,在稍有上升后即快速下降,到玉米茎节间伸长长度超过 1 cm 时,CTK 含量为 35.75 ng/g,约为最高值的 53%。说明,玉米内源激素含量在其生育初期含量相对较稳定。玉米的 IAA/CTK 比值呈先快速下降后缓慢上升的变化。出苗时和茎节间伸长超过 1 cm 时的 IAA/CTK 值分别为其最低值的 2.1 和 1.7 倍,比值变化幅度较小。

表3 玉米生育初期内源 IAA、CTK 含量及 IAA/CTK 动态

时间 (月-日)	06-23	06-28	07-03	07-09
IAA	152.72	76.98	81.70	67.82
CTK	64.60	67.73	53.37	35.75
IAA/CTK	2.36	1.14	1.53	1.90

### 3 讨论

本研究发现,与玉米相比,水稻和小麦 IAA、CTK 含量接近,变化趋势均表现为单峰曲线。在作物分蘖过程中,IAA 含量快速下降,从而使作物在分蘖高峰时体内有较低 IAA,而 CTK 含量在生育初期明显上升,作物分蘖能力持续增强。表明,IAA 含量下降有利于作物分蘖,而 CTK 含量迅速升高并较长时间维持高含量对作物分蘖有利<sup>[2,3]</sup>。

3 种作物 IAA/CTK 值变化趋势完全相同:即比值先下降,在较低水平上维持一段时间后又开始上升。与此同时,作物分蘖能力却由弱变强然后又变弱。因此认为,作物分蘖能力与 IAA/CTK 值及其变化趋势明显相关<sup>[2,3]</sup>,表现为 IAA/CTK 值呈下降趋势或值较低时,作物分蘖能力强;比值呈上升趋势时,虽然此时 IAA/CTK 值可能不高,却能够明显抑制作物分蘖。玉米亦存在被高度抑制、生态上不可见的蘖芽,这是否与玉米茎生长点中始终较高的 IAA/CTK 值、比值的变化较小有关,还有待进一步研究。

从分子水平来说,作物分蘖是作物基因在时空上有序表达从而引起作物生理生态效应的最终表现。本研究结果表明,在相似的发育阶段,同科不同作物体内相似部位内源激素含量有明显不同,激素间平衡动态也各有特点。研究发现,与玉米相比,水稻和小麦内源激素含量及变化趋势相似。从系统分类角度看,水稻与小麦有更近的亲缘关系。所以推测,内源激素可能在不同作物遗传特性体现中起着重要的作用,在分类学上亦有一定的参考价值。

由于禾本科作物生活周期长、种植需要空间大、外界环境影响较多等,给研究工作带来很多困难。因此,在禾本科作物分蘖与内源激素关系的研究中,将会越来越重视和利用激素突变体在其他模式植物中的研究成果。目前,虽然利用生物化学与分子生物学技术在植物内源激素与禾本科作物分蘖关系上取得了一些实验结果,但由于不同种属、不同品种间

在发育过程中存在较大的差异,实验结果并不一致。然而,随着实验方法的不断改进<sup>[7,8]</sup>,相信全面阐述内源激素与禾本科作物分蘖之间关系已为期不远。在全面阐述内源激素作用前,还需明确激素在作物分蘖节中的原初作用部位,激素受体蛋白的性质<sup>[9]</sup>、激素作为分蘖信号所引起的各种代谢变化,以及外界环境怎样通过激素起作用等方面作进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 张远海,汤日圣,高宁,等.多效唑调节水稻植株生长的作用机理[J].植物生理学报,1988,14(4):338-343.
- [2] 梁振兴.小麦栽培化控技术——兼谈小麦高产的新途径[A].见:小麦产量形成的栽培技术原理[C].北京:北京农业大学出版社,1994.204-221.
- [3] 李春喜,赵广才,代西梅,等.小麦分蘖变化动态与内源激素关系的研究[J].作物学报,2000,26(6):963-968.
- [4] 梁振兴.小麦栽培化控技术——兼谈小麦高产的新途径[A].见:小麦产量形成的栽培技术原理[C].北京:北京农业大学出版社,1994.204-221.
- [5] 康书江,赵春江,郭晓伟,等.植物内源激素对小麦生长发育调控机理的研究 II.冬小麦拔节前植物内源激素变化规律的初步研究[J].麦类作物,1999,19(4):51-53.
- [6] 何钟佩.农作物化学控制实验指导[M].北京:北京农业大学出版社,1993.4.
- [7] 缪颖,伍炳华,陈德海,等.植物激素研究中的遗传学和分子生物学方法[J].植物生理学通讯,2000,36(3):281-288.
- [8] 谢君,张义文.植物内源激素的反相高效液相色谱法测定[J].分析测试学报,2001,20(1):60-62.
- [9] Mark Estelle. Just another histidine kinase[J]. Current Biology, 2001, 11: 271-273.
- [10] McCourt P. Genetic analysis of hormone signaling[J]. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol, 1999, 50: 219-243.