

# 内生成团泛菌 YS19 对水稻乳熟期光合产物在旗叶、穗分配中的影响\*

沈德龙

冯永君 宋 未

中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081;

首都师范大学生物学系, 北京 100037

**摘要** 从水稻植株中分离的内生成团泛菌 YS19 可以分泌 4 种激素类物质, 分别是生长素 (IAA)、细胞脱落酸 (ABA)、赤霉素 ( $GA_4$ ) 和细胞分裂素 (CTK)。其中, 细胞分裂素有 3 种, 即异戊烯腺嘌呤 (iP)、玉米素核苷 (ZR) 和二氢玉米素核苷 (HDZR)。在水稻籽粒灌浆时期喷施 YS19 菌液后, 观察到水稻内生成团泛菌可以调控光合产物在旗叶 (源)、穗 (库) 中的分配, 在水稻籽粒乳熟初期喷施 YS19 菌液对库的建成具有促进作用, 而在水稻籽粒乳熟后期则具有抑制作用, 其原因与 YS19 菌株产生的激素有关。

**关键词** 水稻 植物激素 成团泛菌 光合产物

作物的产量形成是一个十分复杂的过程, 源 (即光合产物形成, 如旗叶)、库 (即光合产物贮存, 如穗) 两类器官的数量及其机能的相互协调是作物生产力的重要决定因素。水稻的籽粒生长发育和产量的形成受同化物供应能力、韧皮部输导能力及籽粒库接纳和转化同化物的能力等因素影响, 且受激素等的调节<sup>[1]</sup>。

不少研究表明, 在作物籽粒灌浆成熟时期施用外源激素类物质可以促进籽粒灌浆和干物质积累, 增加千粒重和产量<sup>[2]</sup>。植物促生细菌包括根际促生细菌和内生菌能分泌多种激素类物质, 已有不少报道将植物促生细菌特别是联合固氮菌等制成接种剂, 进行拌种或喷施, 起到了增产效果。从水稻植株分离的内生成团泛菌 YS19 菌株<sup>[3]</sup>, 兼具固氮和产生植物激素的特性。本研究在水稻籽粒灌浆成熟期喷施菌液, 观察到水稻内生成团泛菌可以调控光合产物在旗叶 (源)、穗 (库) 中的分配, 在水稻乳熟初期喷施菌液对光合产物向库的运转有促进作用, 而在乳熟后期则有抑制作用。这为水稻内生联合固氮菌剂的应用提供了理论依据。

## 1 材料与方法

供试水稻品种为越富, 由中国农业大学植物科技学院提供, 在网室盆栽, 每盆 5 穴, 每穴 4~5 株。

将菌株 YS19 接种于 LB 培养基中, 于 30℃, 150 r/min 振荡培养 48 h 后, 离心沉淀, 取上清液采用酶联免疫法 (ELISA) 测定生长素、细胞脱落酸、赤霉素和细胞分裂素<sup>[4]</sup>。

分别于籽粒乳熟初期和乳熟后期进行喷施菌液和<sup>14</sup>C 活度测定, 于<sup>14</sup>C 标记的前一天进行全株喷施菌液, 设水、LB 液体培养基为对照, 每个处理重复 3 次。

<sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 标记光合产物: 于晴天上午九点进行, 在旗叶上采用<sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 叶室同化法饲喂 20 min。

<sup>14</sup>C 活度测定: 分别于饲喂后的第 1, 3, 7 天取整株, 用自来水冲去根部的泥土, 然后分为旗叶、叶鞘 (包括其他叶)、茎、穗及根 5 部分, 分别装入纸袋, 105℃ 杀青 15 min, 转入 70℃ 烘箱至衡重, 称量粉碎制样, 用 BH12161 低本底 α、β 测量装置测定<sup>14</sup>C 活度。

2001-09-21 收稿, 2001-10-29 收修改稿

\* 国家自然科学基金 (批准号: 39770023) 和北京市自然科学基金 (批准号: 5012004) 资助项目

E-mail: dlshen@caas.ac.cn

## 2 结果与分析

### 2.1 成团泛菌 YS19 菌株产生的植物激素种类和含量

菌株 YS19 产生 4 种激素, 其含量分别为生长素(IAA)243  $\mu\text{g/L}$ , 细胞脱落酸(ABA)675  $\mu\text{g/L}$ , 赤霉素( $\text{GA}_4$ )114  $\mu\text{g/L}$  和细胞分裂素(CTK), 其中细胞分裂素又有 3 种, 其含量异戊烯腺嘌呤(iP)为 139  $\mu\text{g/L}$ , 玉米素核苷(ZR)为 371  $\mu\text{g/L}$ , 二氢玉米素核苷(HDZR)为 112  $\mu\text{g/L}$ .

### 2.2 乳熟初期喷施 YS19 菌液对同化产物分配的影响

在水稻籽粒灌浆成熟时期, 旗叶进行光合所同

化的产物主要是向茎、穗运输, 而向根、鞘叶运输的同化产物很少(见图 1). 乳熟初期光合产物主要是向茎和穗运输, 饲喂后第 1 天有近一半的 $^{14}\text{C}$  标记的同化产物向茎杆运输, 水、培养基对照分别为 47.16% 和 49.23%; 而向穗运输的同化产物分别为 13.02% 和 11.69%, 菌液处理的为 23.25%, 高出对照近 1 倍, 说明喷施 YS19 菌液可以增加同化产物由源(旗叶)向库(穗)的运输. 饲喂后第 3 天, 同化产物继续由源向库运输, 同时临时储存在茎杆的同化产物也向穗运输. 饲喂后第 7 天, 源(旗叶)的光合产物已有近一半输送到穗, 水、培养基对照分别为 47.79%, 48.28%, 而喷施菌液处理的高达 57.61%.

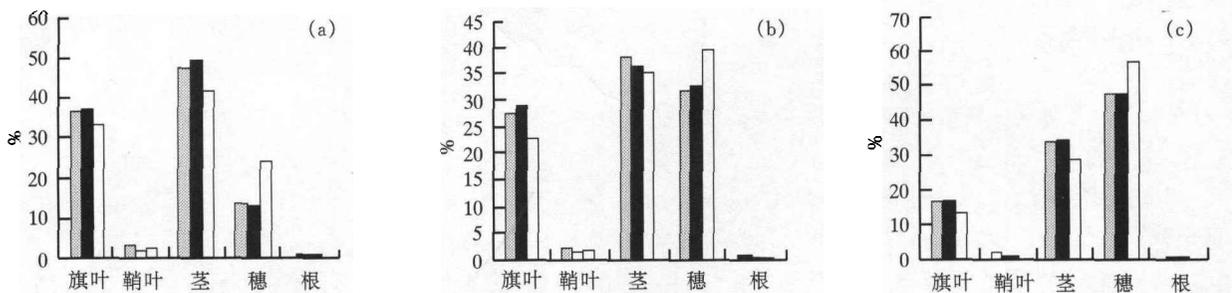


图 1 水稻乳熟初期光合产物在不同器官中的分配

为 3 次测定的平均值, 穗喷施菌液与对照在 5% 水平上差异显著

■ 水对照, ■ 培养基对照, □ YS19 菌液, (a) 饲喂后第 1 天; (b) 饲喂后第 3 天; (c) 饲喂后第 7 天

### 2.3 乳熟后期喷施 YS19 菌液对同化产物分配的影响

与乳熟初期的处理结果相反, 乳熟后期喷施菌液处理对同化产物由源向库的运输有抑制作用. 与乳熟初期同化产物有近一半向茎杆运输不同, 乳熟

后期喷施后同化产物则是更多地向穗运输(见图 2), 水和培养基对照分别为 55.32% 和 51.07%, 而喷施菌液处理的仅为 34.19%, 饲喂后第 1 天它的同化产物有近一半(47.86%)储存在旗叶中, 而茎杆中储存的同化产物很少. 在饲喂后第 3 天同化产物

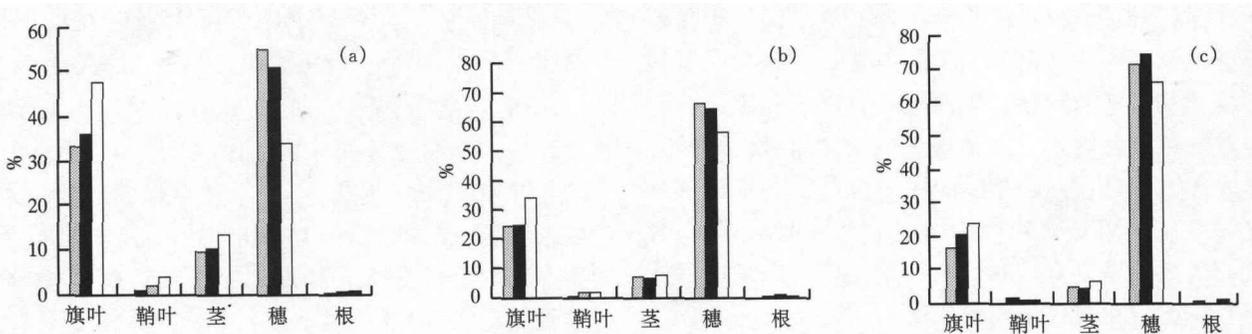


图 2 水稻乳熟后期光合产物在不同器官中的分配

为 3 次测定的平均值, 穗喷施菌液与对照在 5% 水平上差异显著

■ 水对照, ■ 培养基对照, □ YS19 菌液, (a) 饲喂后第 1 天; (b) 饲喂后第 3 天; (c) 饲喂后第 7 天

继续由源向库运输。在饲喂后第7天,对照的同化产物向库(穗)运输分别为74.07%和75.09%,而菌液处理的为67.37%,说明在乳熟后期喷施菌液对同化产物由源向库的运输有抑制作用。

同时从图1和图2中还可以看出,在乳熟初期施用菌液处理光合产物有三分之一储存在茎秆中,水、培养基对照的分别为34.28%和34.32%,而在乳熟后期同化产物只有很少储存在茎秆中,而水、培养基对照分别为5.77%和3.94%,说明在乳熟后期光合产物从源直接向库进行运输,而不是临时储存在茎秆中。

以上结果说明,水稻内生成团泛菌YS19菌株分泌的激素类物质,在水稻籽粒灌浆成熟时期对其光合产物在源、库中的分配具有一定的调控作用。

### 3 讨论

水稻籽粒的灌浆物质来源于抽穗前茎鞘储藏物质和抽穗后的光合产物,由于后者对籽粒灌浆物质的贡献在数量或比例上要明显大于前者,因此,有关抽穗后光合生产对产量的作用研究一直为人们所重视。

与籽粒生长密切相关的同化物供应、输导、分配以及籽粒的整个灌浆过程均受激素的调节<sup>[5]</sup>。谷类作物开花后籽粒灌浆的速率和最终粒重的形成很大程度上决定于籽粒库内激素平衡和调节。曾有报道一种新型的具有细胞分裂素活性的植物生长调节剂4-Pu30,在大田上应用能显著地延缓水稻叶片衰老,促进光合产物向穗部运输,提高结实率和千粒重,增加产量<sup>[6]</sup>。本实验中所用的水稻内生成团泛菌YS19菌株可分泌3种细胞分裂素(iP, ZR, DHZR),可能促进光合产物向库运转。

用不同的激素处理水稻叶片,发现IAA, GA<sub>3</sub>对叶片光合能力及其光合产物分配的影响大于激动素(KT)和6-苄基腺嘌呤(6-BA);而进行穗部处理,结果则相反。激素处理叶片主要是提高结实率,处理穗部主要是增加千粒重<sup>[7]</sup>。

植物激素对籽粒生长发育的影响与所用激素的浓度和使用时期有关<sup>[8]</sup>。在水稻灌浆初期(花后1~8d)低浓度(16 mg/L)ABA处理对结实率、谷粒

充实率、粒重、单株产量、弱势粒胚乳细胞的发育及茎鞘储藏物质的运转有明显的促进作用;灌浆中期(花后16d)低浓度ABA及各期高浓度(30 mg/L)ABA处理则表现为抑制作用<sup>[9]</sup>。ABA对籽粒充实的促进或抑制主要是由于弱势粒胚乳细胞数的增加或减少,ABA对强势粒胚乳细胞的发育影响极小。本实验中所用YS19菌株能分泌多种激素,其中ABA高达675 μg/L,施用结果也是表现为灌浆初期有明显的促进作用,而在灌浆中期则有抑制作用。

已有的研究表明,激素对植物光合产物在源、库的分配及产量形成的调控机理是十分复杂的,因激素的种类和浓度而异,并与激素的施用时期有关。本文结果也表明,水稻内生成团泛菌对于调控光合产物在源、库中的分配具有一定作用,在水稻乳熟初期喷施菌液对库的建成有促进作用,而在乳熟后期则有抑制作用。虽然有关内源激素的种类及激素间的平衡在籽粒灌浆时期对源、库的建成机理有待进一步研究,但合理掌握菌剂的施用时期对作物的源、库及产量形成是十分重要的。

### 参 考 文 献

- 1 Lee B, et al. The effect of sucrose on the levels of abscisic acid, indoleacetic acid and zeatin/zeatin riboside in wheat ears growing in liquid culture. *Physiol Plant*, 1989, 77: 73
- 2 梁建生, 等. 水稻籽粒灌浆期间茎鞘贮藏物质含量变化及其影响因素研究. *中国水稻科学*, 1994, 8(3): 151
- 3 沈德龙, 等. 水稻内生优势菌—成团肠杆菌的鉴定及其系统发育学分析. *自然科学进展*, 2000, 10(10): 949
- 4 何钟佩 主编. 农作物化学控制实验指导. 北京: 北京农业大学出版社, 1993
- 5 Murata Y, et al. *Crop Physiology*. London: Cambridge University Press, 1975. 73~79
- 6 Karanov E, et al. Physiology and application of phenylurea cytokinins. In: Abstracts of 14<sup>th</sup> International Conference of Plant Growth Substances. Amsterdam, July 21~26, 1991. 10
- 7 杨建昌, 等. 外源植物激素对水稻光合能力产量的影响. *江苏农学院学报*, 1995, 16(1): 27
- 8 Clifford P E, et al. Growth regulators have rapid effects on photosynthate unloading from seed coats of *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiology*, 1986, 80: 635
- 9 杨建昌, 等. 脱落酸对亚种间杂交稻籽粒充实的调节作用. *江苏农学院学报*, 1995, 16(4): 1