

# 弱光胁迫下黄瓜幼果内源激素的变化

张东琴<sup>1</sup>, 侯 栋<sup>1</sup>, 岳宏忠<sup>1</sup>, 李亚莉<sup>1</sup>, 陶海霞<sup>2</sup>

(1. 甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为探索弱光胁迫对黄瓜幼果生长发育过程中内源激素含量的影响, 以2个坐果率不同的黄瓜高代自交系 R103 和 Y1203 为材料, 经弱光胁迫对坐果期黄瓜幼果内源 IAA、GA<sub>3</sub>、ABA、ZT 含量及 IAA、GA<sub>3</sub>、ZT 与 ABA 的比值变化进行研究。结果表明, 弱光处理后, 2 份材料在开花当天 IAA、GA<sub>3</sub>、ABA 含量及激素间的比值均低于对照; 开花后 2、4 d ABA 含量均低于对照, GA<sub>3</sub> 含量 R103 显著低于对照, Y1203 与之相反。IAA 含量开花后 6 d 均显著低于对照, 开花后 2~6 d ZT 含量 R103 显著低于对照, Y1203 则高于对照。GA<sub>3</sub>/ABA 和 ZT/ABA 比值在开花当天均低于对照, 开花后 2、4、6 d 均较对照显著升高。IAA/ABA 比值开花后 4 d 均高于对照。内源激素含量和比值的这些变化可能是黄瓜在弱光胁迫下幼果对外界环境产生的应激反应。

**关键词:** 黄瓜幼果; 弱光; IAA; GA<sub>3</sub>; ABA; ZT

**中图分类号:** S435.131.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)03-0010-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.003

## Changes of Endogenous Hormones in Cucumber Young Fruits under Low Light Stress

ZHANG Dongqin<sup>1</sup>, HOU Dong<sup>1</sup>, YUE Hongzhong<sup>1</sup>, LI Yali<sup>1</sup>, TAO Haixia<sup>2</sup>

(1. Institute of Vegetable, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In order to explore the effects of low light stress on endogenous hormone content during the growth and development of cucumber young fruits, two high-generation cucumber inbred lines R103 and Y1203 with different fruiting rates were used as materials, the contents of endogenous IAA, GA<sub>3</sub>, ABA, ZT and the ratio of IAA, GA<sub>3</sub>, ZT to ABA in cucumber young fruit during fruit setting stage were studied under low light stress. The results showed that the contents of IAA, GA<sub>3</sub> and ABA and the ratio of hormones were lower than those of the control on the day of flowering after low light treatment. On day 2 and 4 after flowering, ABA content was lower than that of the control, GA<sub>3</sub> content of R103 was significantly lower than that of the control, and that of Y1203 was opposite. IAA content was significantly lower than that of the control group 6 days after flowering. The ZT content of R103 was significantly lower than that of the control, and that of Y1203 was higher

**收稿日期:** 2020-11-26

**基金项目:** 国家大宗蔬菜产业技术体系兰州综合试验站(CARS-23-G-19); 甘肃省农业科学院中青年基金“亚逆境(日光温室)环境下黄瓜幼果内源激素水平与单性结实的相关性研究”(2017GAAS77)。

**作者简介:** 张东琴(1983—), 女, 甘肃白银人, 副研究员, 主要从事黄瓜育种研究工作。联系电话: (0)13919378332。Email: 270523132@qq.com。

室基质栽培番茄新品种筛选初报[J]. 甘肃农业科技, 2020(12): 48-52.

[13] 蒯佳琳, 王晓巍, 张玉鑫, 等. 追肥量对戈壁日光温室基质槽培番茄产量及品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(8): 36-39.

[14] 吴科生, 车宗贤, 张久东, 等. 有机无机复混肥在河西绿洲灌区玉米生产中的应用效果初报[J]. 甘肃农业科技, 2020(7): 15-18.

(本文责编: 郑立龙)

than that of the control at 2~6 days after flowering. The ratios of GA<sub>3</sub>/ABA and ZT/ABA were lower than those of the control on the day of flowering, and significantly higher than those of the control on the 2, 4 and 6 days after flowering. The IAA/ABA ratio was higher than that of the control at 4 days after anthesis. These changes of endogenous hormone content and ratio may be the stress response of cucumber young fruit to the external environment under weak light stress.

**Key words:** Cucumber young fruits; Weak light; IAA; GA<sub>3</sub>; ABA; ZT

黄瓜是我国常见的蔬菜种类之一,随着设施农业的发展,其生产遍布全国。冬季空气污染、雨雪、阴天和早春连阴天对越冬一大茬黄瓜生产造成很大影响,弱光成为设施黄瓜生产的主要农业气象灾害之一。研究表明,在长期弱光条件下,光合产物的合成运输受抑,从而导致植物的营养生长受抑制<sup>[1-2]</sup>,进而影响农作物的产量。目前对黄瓜弱光胁迫的研究主要集中在生理指标的变化、耐弱光能力鉴定、品种选育、弱光相关基因的挖掘等,对弱光胁迫下果实发育的研究较少,且多集中在单果重、果实品质、产量等方面<sup>[3-6]</sup>。吲哚乙酸(IAA)、赤霉素(GA<sub>3</sub>)、脱落酸(ABA)、玉米素(ZT)是重要的植物内源激素,它们对植物的生长发育和信号传导都有重要作用。当植物受到逆境胁迫时,植物体内的激素会发生变化,从而产生一系列的理化变化来适应外界环境<sup>[7]</sup>。欧阳琳等<sup>[8]</sup>研究表明,超级稻幼苗在低温条件下,细胞中的 ABA 会迅速积累,并通过 ABA 的信号转导对环境胁迫做出主动、积极的适应性反应,生长素、赤霉素及玉米素含量的增加也有利于植物在逆境环境下生存下来。有研究表明,吲哚乙酸(IAA)、赤霉素(GA<sub>3</sub>)、脱落酸(ABA)在一定程度上可促进黄瓜雌花分化,并且通过调控黄瓜体内乙烯含量的变化来影响雌花分化<sup>[9-11]</sup>。目前关于低温胁迫下黄瓜幼果内源激素的研究鲜有报道。为此,本试验利用 2 份不同类型黄瓜自交系进行弱光处理,研究了黄瓜幼果中脱落酸(ABA)、生长素(IAA)、赤霉素(GA<sub>3</sub>)、玉米素(ZT)含量的变化规律,以期为促进黄瓜单性结实能力和提高设施黄瓜产

量提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为黄瓜高代自交系 R103 和 Y1203,均由甘肃省农业科学院蔬菜研究所黄瓜课题组提供。其中 Y1203(N)为欧洲温室型,坐果率高;103(M)为华南型,坐果率低。

### 1.2 试验方法

试验共设 4 个处理组合,分别为 M 弱光[R103, 80 μmol/(m<sup>2</sup>·s)]、M 对照[R103, 250 μmol/(m<sup>2</sup>·s)]、N 弱光[Y1203, 80 μmol/(m<sup>2</sup>·s)]、N 对照[Y1203, 250 μmol/(m<sup>2</sup>·s)]。采用 UPLC-ESI-MS/MS 方法,黄瓜在花盆内育苗,4 叶时移入人工气候箱(RXZ-160D,宁波江南仪器厂)进行不同光照处理。具体条件设定为日温 30 ℃/夜温 25 ℃。16 h 光照/8 h 黑暗。处理 7 d 后取样。各处理均在开花后 0、2、4、6 d 分别取样,每样品取 3~5 个瓜,用液氮冷冻后置于 -80 ℃冰箱待测定。

### 1.3 测定方法

高效液相色谱仪采用 Waster 公司 AC-QUITY UPLC H-Class 系统,质谱系统为 Waster 公司 Xevo TQ-S 检测系统,用以测定 IAA、GA<sub>3</sub>、ABA 和 ZT 含量。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 软件和 SPSS 软件进行数据处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 弱光对黄瓜幼果内源 IAA 含量的影响

从图 1 可以看出,开花当天(0 d)、开花后 6 d 的 IAA 含量,2 份供试材料均表现为弱光处理显著低于对照。开花后 2、4 d,2

份材料表现不同, R103 弱光处理低于对照, Y1203 较对照分别高 29.9%、17.8%。弱光处理后 R103 的变化趋势与对照相同, Y1203 与对照呈现不同的变化趋势。说明弱光对黄瓜内源 IAA 的影响与供试材料的特性有关。

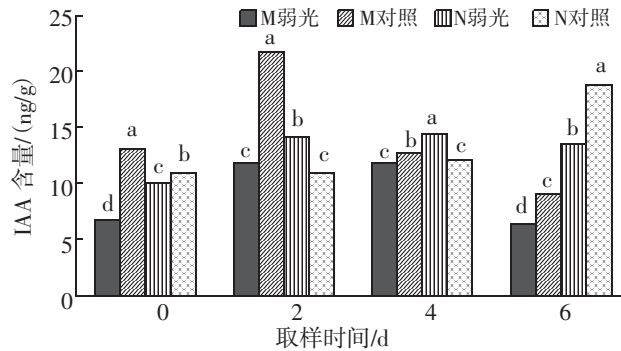


图 1 弱光对黄瓜幼果内源 IAA 含量的影响

2.2 弱光对黄瓜幼果内源 ABA 含量的影响

从图 2 可以看出, ABA 含量 2 份材料基本相同。开花当天(0 d)差异不显著, 开花后 2、4 d, 弱光处理显著低于对照, R103 分别较对照低 42.5%、50.2%, Y1203 分别较对照低 44.8%、41.5%。开花后 6 d, R103 弱光处理较对照低 54.9%, Y1203 弱光处理与对照差异不显著。2 份材料弱光处理后变化趋势与对照相同。R103 的 ABA 含量在各个时期均显著高于 Y1203。说明弱光处理能够降低黄瓜幼果(花后 2~4 d)内源 ABA 含量。

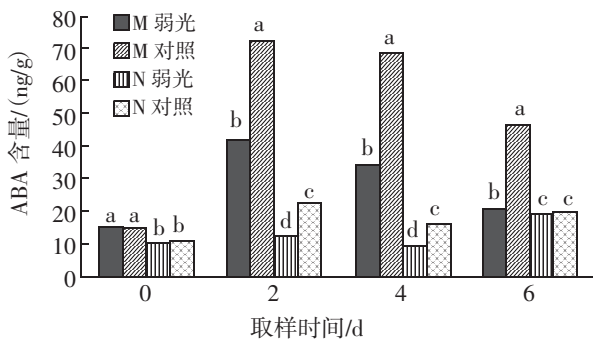


图 2 弱光对黄瓜幼果内源 ABA 含量的影响

2.3 弱光对黄瓜幼果内源 GA<sub>3</sub> 含量的影响

从图 3 可以看出, GA<sub>3</sub> 含量 2 份材料表现不同。开花当天(0 d)弱光处理均显著低于对照。开花后 2、4 d, 弱光处理的 R103

依然显著低于对照, 分别较对照低 22.34%、17.1%; Y1203 相反, 分别较对照高 30.6%、13.6%。开花后 6 d, 弱光处理均显著高于对照, R103 高 54.9%, Y1203 高 25.3%。说明弱光处理对黄瓜幼果发育前期(开花后 2、4 d)GA<sub>3</sub> 含量的影响因材料不同而异, 后期(开花后 6 d)能够提高 GA<sub>3</sub> 的含量。

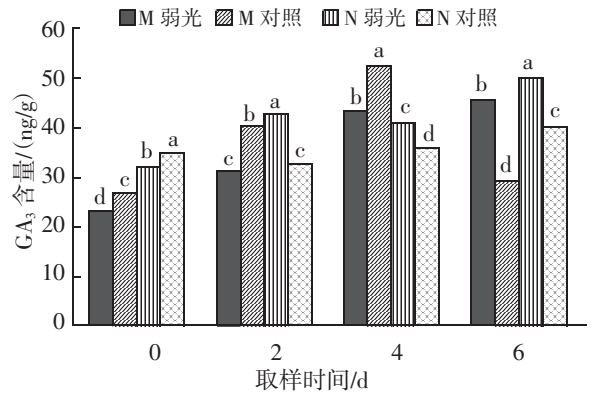


图 3 弱光对黄瓜幼果内源 GA<sub>3</sub> 含量的影响

2.4 弱光对黄瓜幼果内源 ZT 含量的影响

从图 4 可以看出, ZT 含量开花当天(0 d)R103 较对照下降, Y1203 反之。2 份材料开花后 2~6 d 显著低于对照, 分别较对照降低 21.9%、26.8%、22.5%; Y1203 则高于对照, 开花后 2、4 d 差异不显著, 开花后 6 d 较对照高 6.8%, 差异显著。2 份材料除开花当天表现相反外, 其余时间变化趋势基本相同。说明弱光对黄瓜内源 ZT 的影响与材料的特性有关。

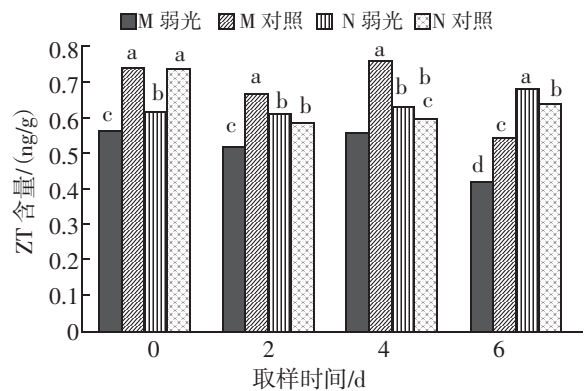


图 4 弱光对黄瓜幼果内源 ZT 含量的影响

2.5 弱光对黄瓜幼果内源激素间比值的影响  
如图 5 所示, 2 份材料 IAA/ABA 比值变

化不同。R103 在开花当天(0 d)、开花后 2 d 弱光处理低于对照, 开花后 4、6 d 弱光处理显著高于对照; Y1203 在开花当天(0 d)、开花后 6 d 低于对照, 开花后 2、4 d 显著高于对照。只在开花当天和花后 4 d 两份材料表现相同。

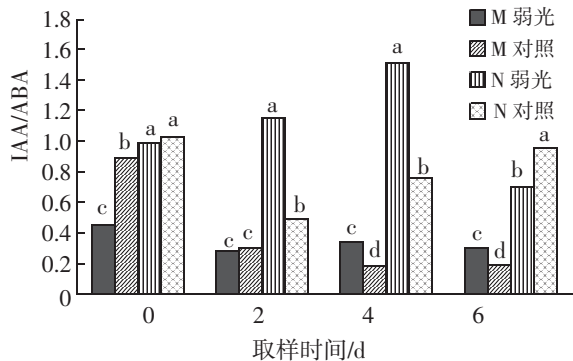


图 5 弱光对黄瓜幼果内源 IAA/ABA 比值的影响

如图 6、7 所示, 2 份材料  $GA_3$ 、ZT 与 ABA 的比值表现相同。开花后 0 d 弱光处理显著低于对照,  $GA_3$ /ABA 值 R103、Y1203 分别较对照降低 14%、4%, ZT/ABA 值 R103、

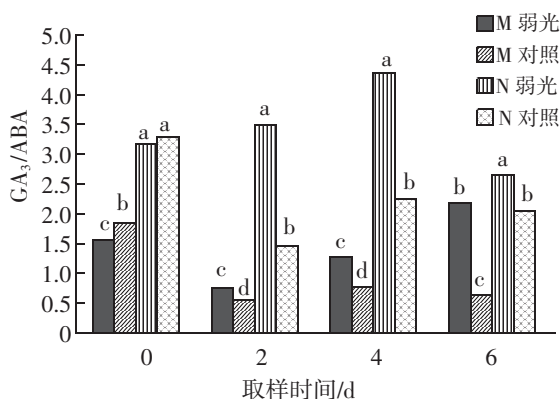


图 6 弱光对黄瓜幼果内源  $GA_3$ /ABA 比值的影响

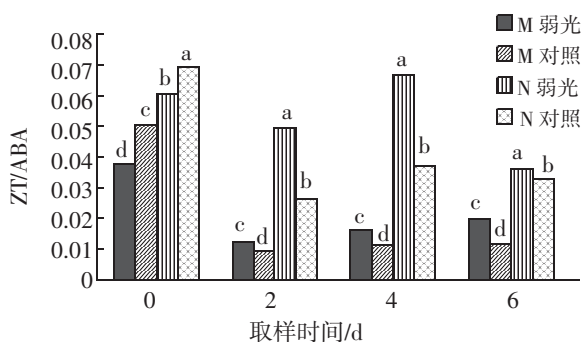


图 7 弱光对黄瓜幼果内源 ZT/ABA 比值的影响

Y1203 分别较对照降低 24.6%、12.3%。开花后 2、4、6 d 弱光处理显著均高于对照,  $GA_3$ /ABA 值 R103 分别较对照升高 35.2%、66.6%、243.6%, Y1203 分别较对照升高 136.4%、94.2%、29.2%; ZT/ABA 值 R103 分别较对照升高 36.0%、47.1%、71.9%, Y1203 分别较对照升高 88.2%、80%、10%。变化趋势基本相似。说明弱光处理会引起黄瓜内源激素间比例的变化, 使比值升高, 有利于黄瓜幼果生长发育。

### 3 结论与讨论

试验结果表明, 弱光对黄瓜幼果内源 IAA、 $GA_3$ 、ZT 的影响因材料不同而发生不同变化。2 份材料的 ABA 含量在弱光处理后均比对照降低, 开花当天 IAA、 $GA_3$ 、ZT 均较对照降低,  $GA_3$ /ABA 和 ZT/ABA 在开花当天均低于对照, 开花后 2、4、6 d 都较对照显著升高。有研究表明, IAA/ABA、 $GA_3$ /ABA 和 CTK/ABA 的降低会引起生长发育的停滞<sup>[12]</sup>, 弱光条件下叶片的内源 ABA 含量升高<sup>[13-14]</sup>, 弱光胁迫使黄瓜幼果中 ABA 含量降低, 而叶片中 ABA 的增加及  $GA_3$ /ABA、CTK/ABA 的升高, 有利于营养物质更多的向果实运输, 在光合产物减少的情况下, 进一步加剧弱光对叶片的胁迫作用, 使植株徒长, 出现严重花打顶, 最终导致产量严重下降。长期弱光会导致植物生育期延长, 生长受抑制, 干物质积累减少, 产品产量与品质下降等<sup>[15]</sup>。前人研究表明, 弱光对黄瓜各项生理指标有很大影响<sup>[16-19]</sup>。弱光胁迫还会影响植物内源激素的含量<sup>[20-23]</sup>。激素作为生长调节物质在黄瓜坐果及果实发育过程中起到重要作用<sup>[24-26]</sup>。

坐果能力强的 Y1203 在弱光胁迫下 IAA 含量在开花后 2、4 d 高于对照,  $GA_3$  和 ZT 含量在花后(开花后 2、4、6 d)不同程度高于对照, ABA 显著低于对照。R103 在弱光胁迫下 4 种激素含量基本低于对照。激素间的比例 Y1203 显著高于 R103。栽培过程中



遇到弱光胁迫, Y1203 比 R103 更容易坐果, 造成花打顶, 从而引起植株停长。

#### 参考文献:

- [1] 陈小玲, 陈清西. 植物弱光逆境生理的研究进展[J]. 北方园艺, 2014(6): 183-187.
- [2] 韩霜, 陈发棣. 植物对弱光的响应研究进展[J]. 植物生理学报, 2013, 49(4): 309-316.
- [3] 王海涛. 黄瓜耐弱光鉴定方法研究及分子标记[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016.
- [4] 张继波, 薛晓萍, 李楠, 等. 寡照对北方日光温室黄瓜光合、形态及产量的影响研究[J]. 山东气象, 2016, 36(1): 23-26.
- [5] 王兴银, 张福墀. 弱光对日光温室黄瓜光合产物分配的影响[J]. 中国农业大学学报, 2000(5): 36-41.
- [6] 仇璇, 潘维君, 陈爱波, 等. 弱光逆境对黄瓜生长发育及产量品质的影响[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(1): 77-79.
- [7] 任旭琴. 低温解除后辣椒叶片中内源激素的动态变化研究[J]. 安徽农业大学学报, 2013, 40(5): 867-870.
- [8] 欧阳琳, 洪亚辉, 黄丽华, 等. 不同逆境胁迫信号对超级稻幼苗生理生化影响及植物激素变化的初步研究[J]. 农业现代化研究, 2007(1): 104-106.
- [9] 刘欣童, 王春华, 辛明, 等. 低夜温下黄瓜生理生化指标的变化及对雌花形成的影响[J]. 植物生理学报, 2016, 52(4): 551-559.
- [10] 裴海荣, 李伟, 张蕾, 等. 植物生长调节剂的研究与应用[J]. 山东农业科学, 2015, 47(7): 142-146.
- [11] 薛思嘉, 杨再强, 朱丽云, 等. 黄瓜花期高温胁迫对叶片衰老特性和内源激素的影响[J]. 生态学杂志, 2018, 37(2): 409-416.
- [12] YE Y C, ZHU J Y, WANG Z H, et al. Primary studies on the formation of stunted fruit in 'Yueyin Wuheli' Litchi [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32(3): 489-492.
- [13] 李宁, 苏晓琼, 孙锦, 等. 外源 24-表油菜素内酯对弱光胁迫下番茄叶片内源激素和碳水化合物代谢及果实的影响[J]. 南京农业大学学报, 2014, 37(3): 51-56.
- [14] 阎世江, 刘洁, 张继宁, 等. 低温对黄瓜几种内源激素含量的影响[J]. 河北科技师范学院学报, 2012, 26(2): 26-30.
- [15] 王丽. 穗后弱光胁迫对杂交稻米淀粉品质与产量形成的影响及其生理响应机制[D]. 雅安: 四川农业大学, 2016.
- [16] 徐心诚. 弱光对温室黄瓜叶片和茎中可溶性糖含量的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(6): 1448-1450.
- [17] 孙建磊, 王崇启, 肖守华, 等. 弱光对黄瓜幼苗光合特性及 Rubisco 酶的影响[J]. 核农学报, 2017, 31(6): 1200-1209.
- [18] 马彦良. 弱光对黄瓜幼苗次生物质及相关酶活性的影响[D]. 大庆: 八一农垦大学, 2019.
- [19] 薛晓萍, 李楠, 张继波, 等. 寡照对温室黄瓜花果期生长及产量品质影响研究[J]. 海洋气象学报, 2020, 40(3): 77-83.
- [20] 韩霜, 陈素梅, 蒋甲福, 等. 弱光下菊花‘清露’的激素水平及相关基因表达[J]. 中国农业科学, 2015, 48(2): 324-333.
- [21] 周卫霞, 李潮海, 刘天学, 等. 弱光胁迫对不同耐荫型玉米果穗发育及内源激素含量的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(14): 4315-4323.
- [22] 丘立杭, 李强, 黄杏, 等. 弱光胁迫影响甘蔗叶片内源激素的平衡和分蘖进程[J]. 植物生理学报, 2017, 53(2): 280-290.
- [23] 李勃, 招雪晴, 李秀杰, 等. 葡萄花芽分化过程中遮阴对新梢内源激素的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(13): 104-107.
- [24] 王万清, 司龙亭, 高兴. 黄瓜不同组织中内源激素与单性结实的关系[J]. 江苏农业科学, 2009, 37(2): 154-156.
- [25] 陈小鹏. 黄瓜果实发育与内源激素含量关系的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2005.
- [26] 黄亚莉, 杨侃侃, 周赓, 等. 黄瓜单性结实研究进展[J]. 湖南农业科学, 2019(12): 108-112.

(本文责编: 杨杰)