

# 天然油菜素内酯对核桃叶片水分和光合速率的影响

李凯荣 张胜利 李晓军

(西北农林科技大学资源环境学院, 杨凌 712100)

**摘要:** 用不同浓度的天然油菜素内酯喷施核桃叶面, 增加了叶片含水量、相对含水量、自由水和临界饱和亏, 降低了自然饱和亏、需水程度、蒸腾强度、细胞膜透性和伤害率, 提高了叶绿素含量和叶片的光合作用。在不同浓度的处理中,  $0.30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的处理效果最好, 与对照相比, 叶片含水量、相对含水量、自由水含量和临界饱和亏分别提高了 9.6%、16.1%、7.9% 和 26.8%, 自然饱和亏和需水程度分别降低了 9.0% 和 24.5%, 蒸腾强度在中午 (13:30) 降低了 32.7%, 细胞膜透性和伤害率分别降低了 2.5% 和 7.1%, 叶绿素总量增加了 310.3%, 光合速率提高了 444.9%。

**关键词:** 核桃; 天然油菜素内酯; 叶片; 水分状况; 光合速率

**中图分类号:** S 664.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 06-0715-04

## 1 目的、材料与方 法

油菜素内酯类是植物界发现的唯一甾体激素, 生物活性高, 用量极微, 不仅能增强生理效应和促进新陈代谢, 而且能促进生长发育, 提高作物产量<sup>[1~5]</sup>, 但在木本植物上研究报道甚少。作者研究了天然油菜素内酯对核桃叶片生理水分和光合速率的影响, 以便为其在核桃栽培中的应用提供理论依据。

试验地设在西北农林科技大学西林校区核桃园内, 属大陆性暖温带气候, 年平均气温  $12.9^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的活动积温  $4184^{\circ}\text{C}$ 。年平均降雨量 635.1 mm, 7~9 月降水量占全年 50% 以上, 春旱伏旱时有发生。光能比较丰富, 年平均日照 2163.8 h, 年总辐射量  $480.9 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 无霜期 211 d, 土壤为瘠土。

在 18 年生的核桃园中选择生长状况基本一致的‘西洛 3 号’核桃树 24 株, 在展叶初期 (4 月 17 日) 全株喷施天然油菜素内酯 (NBR, 天然芸薹素, 含油菜素内酯 0.15%, 义乌皇嘉生化有限公司), 其浓度 (有效成分) 分别为 0.01、0.05、0.10、0.20、0.30、0.40 和  $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 清水作为对照, 单株小区完全随机排列, 3 次重复。喷药时气温在  $15 \sim 23^{\circ}\text{C}$ 。先用少量温水 ( $50 \sim 60^{\circ}\text{C}$ ) 稀释激素乳剂, 再用清水配成上述浓度, 摇匀喷于树冠, 直到叶片滴水为止。

选不同浓度 NBR 处理的树冠南向中部叶片, 测定相对含水量 (相对水量法)、自然饱和亏和临界饱和亏 (水分饱和亏法)、自由水和束缚水 (马林契克法)、蒸腾强度 (快速称重法)、光合速率 (改良半叶法, 树冠南向中部复叶顶端小叶, 处理时间为 9:00~15:00)、细胞膜相对透性 (电导仪法)<sup>[6]</sup> 和叶绿素含量 (混合液法)<sup>[7]</sup>。每个指标测定重复 6 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 NBR 对核桃叶片组织水分的影响

在展叶初期全株叶面喷施不同浓度 NBR, 6~8 月进行测定 (表 1)。与对照相比, 叶片含水量提高了 2.9%~9.6%, 相对含水量提高了 10.4%~16.1%, 临界饱和亏提高了 13.0%~26.8%, 束缚水增加了 0.6%~2.0%, 自然饱和亏降低了 3.2%~9.0%, 需水程度降低了 12.6%~24.5%, 自由水增加了 0.3%~7.9%, 其中  $0.30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  浓度的处理对各水分指标的效应最为明显。方差分析结果显示, 除束缚水外, 各浓度处理的水分指标与对照均出现显著差异。

收稿日期: 2002-03-28; 修回日期: 2003-10-14

NBR 处理后核桃叶片含水量、相对含水量、临界饱和亏提高, 而自然饱和亏和需水程度降低, 这说明 NBR 处理减轻了叶片的水分亏缺。同时自由水含量的增加表明 NBR 处理促进了核桃叶片的代谢活动。

表 1 NBR 对核桃叶片组织水分的影响 (2000)

Table 1 Effect of the natural brassinolide (NBR) on water contents of walnut leaf tissue (2000)

时间 Time	NBR 浓度 Concentration ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	含水量 Water content (%)	相对含水量 Relative water content (%)	自然饱和亏 Natural saturation deficit (%)	临界饱和亏 Critical saturation deficit (%)	需水程度 Degree of water requirement (%)	自由水 Free water (%)	束缚水 Coherent water (%)
06-20	0(对照 Control)	74.1 a	77.9 a	15.8 a	46.1 a	34.2 a	56.0 a	18.1 a
	0.01	77.0 b	88.3 b	12.5 b	59.6 b	20.1 b	58.3 b	18.7 a
	0.05	77.6 b	88.6 b	12.3 b	66.6 c	18.5 c	58.6 b	19.0 a
	0.10	78.2 b	88.9 b	12.0 b	67.1 c	17.9 c	59.1 b	19.1 a
	0.20	78.7 b	89.8 b	11.6 b	68.4 c	17.0 c	59.4 b	19.3 a
	0.30	83.2 c	94.0 c	6.9 c	73.4 d	10.5 d	63.7 c	19.5 a
	0.40	79.8 b	89.0 b	11.9 b	72.7 d	16.4 c	60.9 b	18.9 a
	0.50	79.5 b	89.2 b	11.5 b	66.8 c	17.2 c	60.4 b	19.1 a
07-27	0(对照 Control)	73.5 a	77.4 a	15.6 a	46.5 a	33.5 a	55.7 a	17.8 a
	0.01	76.4 b	87.7 b	12.3 b	59.6 b	20.6 b	58.0 b	18.4 a
	0.05	76.8 b	87.9 b	12.1 b	66.3 c	18.3 c	58.3 b	18.5 a
	0.10	77.8 b	88.1 b	11.8 b	66.9 c	17.6 c	58.9 b	18.9 a
	0.20	78.2 b	88.9 b	11.1 b	68.2 c	16.3 c	59.2 b	19.0 a
	0.30	82.8 c	93.4 c	6.6 c	73.2 d	9.0 d	63.6 c	19.2 a
	0.40	79.3 b	88.5 b	11.5 b	72.8 d	15.8 c	60.7 b	18.6 a
	0.50	79.2 b	88.6 b	11.4 b	66.6 c	17.1 c	60.3 b	18.9 a
08-17	0(对照 Control)	73.1 a	77.0 a	15.3 a	46.3 a	33.0 a	55.5 a	17.6 a
	0.01	76.0 b	87.4 b	12.1 b	59.3 b	20.4 b	57.8 b	18.2 a
	0.05	76.6 b	87.6 b	12.0 b	66.1 c	18.2 c	58.2 b	18.4 a
	0.10	77.5 b	87.8 b	11.6 b	66.6 c	17.4 c	58.8 b	18.7 a
	0.20	77.9 b	88.5 b	11.0 b	67.9 c	16.2 c	59.0 b	18.9 a
	0.30	82.7 c	93.1 c	6.4 c	73.1 d	8.8 d	63.1 c	19.6 a
	0.40	78.5 b	88.0 b	11.3 b	72.5 d	15.6 c	60.2 b	18.3 a
	0.50	78.5 b	88.2 b	11.4 b	66.4 c	17.2 c	60.2 b	18.3 a

注: 表中各列不同字母表示差异显著 ( $\alpha=0.05$ )。

Note: Different letters in columns of the table show the significant differences ( $\alpha=0.05$ ).

## 2.2 NBR 对核桃叶片蒸腾强度的影响

从图 1 可知, NBR 处理明显地降低了核桃叶片的蒸腾强度。据 7 月 29 日测定, 7:30~9:30 NBR 处理的叶片蒸腾强度略低于对照, 9:30 以后随着气温的升高、光照的增强, NBR 处理的叶片蒸腾强度明显低于对照, 这种降低作用一直持续到 15:30, 此后随着气温的降低和光照的减弱, 这种降低作用也随之减小, 到 17:30 时略低于对照; 不同浓度处理中, 0.30  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  浓度的处理降低蒸腾的作用最为显著, 在 13:30 时比对照降低了 32.7%。6 月 15 日和 8 月 10 日两次测定也得到了基本相似的结论。

## 2.3 NBR 对核桃叶片细胞膜相对透性和伤害率的影响

在干旱 (300 cm 土层的土壤含水量为 10.2%) 条件下采叶, 用电导仪法测定核桃叶片的电导率, 计算细胞膜相对透性和伤害率。细胞膜相对透性 (%) =  $100 \times L_1/L_2$ , 式中  $L_1$ 、 $L_2$  分别代表叶片杀死前、后外渗液的电导值; 伤害率 (%) =  $[1 - (1 - T_1/T_2)/(1 - C_1/C_2)] \times 100$ , 式中  $T_1$ 、 $T_2$  分别代表处理叶片杀死前、后外渗液的电导值,  $C_1$ 、 $C_2$  分别代表对照叶片杀死前、后外渗液的电导值。由计算结果 (表 2) 可知, NBR 处理的叶片细胞膜相对透性从对照的 12.4% 降到 9.9%, 伤害率从 11.4% 降低到 4.3%。当浓度从 0.01  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  增加到 0.30  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  时, 膜透性和伤害率降到最低值。当浓度超过 0.30  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  以后, 降低作用减小。方差分析结果表明, 0.20~0.50  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  浓度处理的叶片, 其细胞

膜透性与对照出现显著差异，而低浓度处理与对照无明显差异；各浓度处理的叶片伤害率与对照差异显著。这说明 NBR 处理后细胞膜功能得到保护。

### 2.4 NBR 对叶绿素含量和光合速率的影响

叶绿素测定结果 (表 3) 表明，不同浓度的 NBR 处理提高了核桃叶片的叶绿素总量。与对照相比，叶绿素总量增加了 69% ~ 310.3%，并且各浓度处理的叶片叶绿素总量与对照达到显著差异。随着浓度的升高，叶绿素含量逐渐增加，当浓度达到 0.30 mg·L<sup>-1</sup>时，叶绿素总量达到最高值。超过此浓度以后，叶绿素含量逐渐降低。

从表 3 也可以看出，与对照相比，NBR 处理使叶片的光合速率提高了 34.6% ~ 444.9%，并与对照差异显著。随着 NBR 浓度的增加，叶片的光合作用明显增强，当浓度达到 0.30 mg·L<sup>-1</sup>时，叶片的光合速率达到最高值。超过此浓度以后，光合速率逐渐下降。

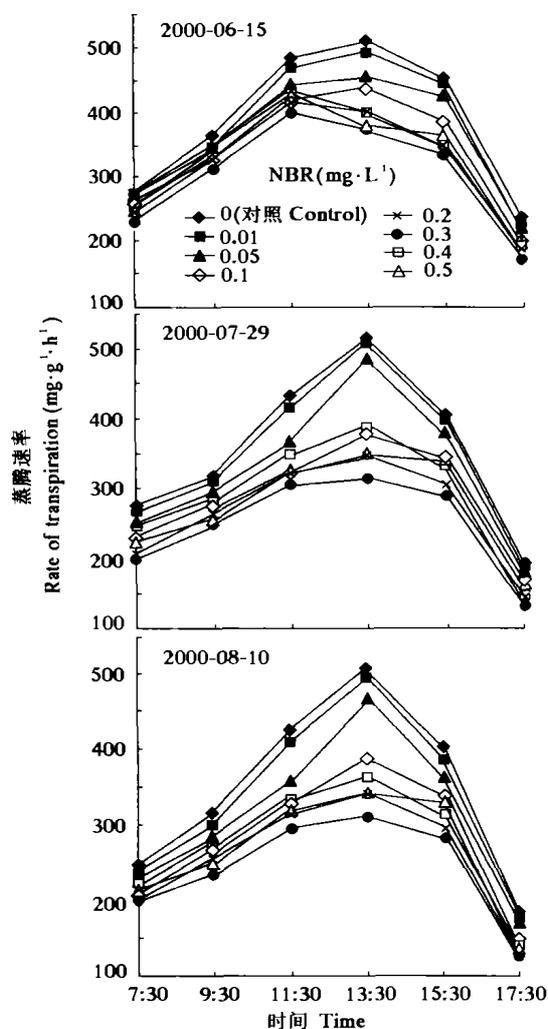


图 1 不同浓度 NBR 处理后核桃蒸腾速率的日变化

Fig. 1 Daily changes of the rates of transpiration of walnut leaves after treated with different concentration natural brassinolide (NBR)

表 2 NBR 处理的核桃叶片细胞膜相对透性和伤害率的变化  
Table 2 Changes of the relative penetration of cell membrane and the ratio of injury of walnut leaves treated with natural brassinolide (NBR) (2000 - 07 - 20)

NBR 浓度 Concentration (mg·L <sup>-1</sup> )	细胞膜相对透性 Cell membrane penetration( %)	伤害率 Rate of injury( %)
0 (对照 Control)	12.4 a	11.4 a
0.01	12.0 a	5.3 b
0.05	11.4 a	5.5 b
0.10	11.0 a	4.9 b
0.20	10.5 b	4.6 b
0.30	9.9 b	4.3 b
0.40	10.7 b	4.9 b
0.50	10.4 b	5.0 b

注：表中各列不同字母表示差异显著 (α=0.05)。

Note: Different letters in columns of the table show the significant differences (α=0.05).

表 3 NBR 处理后核桃叶绿素含量和光合速率的变化  
Table 3 Changes of the chlorophyll content and the photosynthetic rate of walnut leaves treated with natural brassinolide (NBR) (2000 - 07 - 20)

NBR 浓度 Concentration (mg·L <sup>-1</sup> )	叶绿素总量 Total chlorophyll (mg·g <sup>-1</sup> )	光合速率 Rate of photosynthesis (mg·dm <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )
0(对照 Control)	0.29 a	5.37 a
0.01	0.49 b	7.23 b
0.05	0.77 c	9.55 b
0.10	0.86 c	14.56 c
0.20	1.15 d	21.13 e
0.30	1.19 d	29.26 f
0.40	0.94 c	19.76 d
0.50	0.91 c	12.59 c

注：表中各列不同字母表示差异显著 (α=0.05)。

Note: Different letters in columns of the table show the significant differences (α=0.05).

### 参考文献:

- 1 赵毓橘, 王玉琴. 新型植物激素——油菜素内酯的发现历程、生理作用及其在农业上的应用. 大自然探索, 1986, 5 (3): 133 ~ 136
- 2 Mandava N B. Plant growth-promoting brassinosteroids. Ann. Rev. Plant Physiol. Mol. Boil., 1988, 39: 23 ~ 26

- 3 朱广廉. 油菜素甾醇植物激素的研究进展. 植物生理学通讯, 1992, 28 (5): 317~322
- 4 赵毓楠. 油菜素内酯研究进展. 植物学通报, 1995, 12: 30~33
- 5 李凯荣, 樊金栓. 新型植物激素——油菜素内酯类研究应用进展. 干旱地区农业研究, 1998, 13 (2): 103~109
- 6 山东农学院和西北农学院编. 植物生理学实验指导. 济南: 山东科学技术出版社, 1983. 69~136
- 7 陈福明. 混合液法测定叶绿素含量的研究. 林业科技通讯, 1984, 4: 4~8

## The Effect of Natural Brassinolide on the Water Contents and the Photosynthetic Rate of Walnut Leaves

Li Kairong, Zhang Shengli, and Li Xiaojun

(College of Resource and Environment, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)

**Abstract:** To provide the theoretical basis on walnut cultivation, the water contents and the photosynthetic rate of walnut leaves were studied after the leaves were treated with natural brassinolide. The experiment was set up as a randomized complete design with three replicates. The research results showed that after walnut leaves were sprayed with different concentration of natural brassinolide, leaf water content, relative water content, free water content and critical saturation deficit were increased. Natural saturation deficit, the degree of water requirement, the rate of transpiration, cell membrane penetration and injury rate were decreased, and chlorophyll content and the rate of photosynthesis were raised. The effect of  $0.30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  on walnut among the different concentrations of the natural brassinolide was the most obvious. Compared with control, leaf water content, relative water content, free water content and critical saturation deficit were increased by 9.6%, 16.1%, 7.9% and 26.8% respectively. The natural saturation deficit and the degree of water requirement were reduced by 9.0% and 24.5%. The rate of transpiration at 1:30 p.m. was cut down by 32.7%. The cell membrane penetration and injury rate were dropped by 2.5% and 7.1%. Total chlorophyll content and the rate of photosynthesis were increased by 310.3% and 444.9%.

**Key words:** Natural brassinolide; Walnut; Leaves; Water content; The rate of photosynthesis

### 欢迎购阅下列新书

- |                             |                                 |                                |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 4-1 《花卉无土栽培》23元             | 4-16 《中国果树志·核桃卷》76元             | 4-28 《枣树丰产栽培管理技术》(第二版) 21元     |
| 4-2 《花卉组织培养》23元             | 4-17 《中国果树志·山楂卷》56元             | 5-1 《中国蔬菜病虫害原色图谱》(第三版·无公害) 69元 |
| 4-3 《花卉化学控制》23元             | 4-18 《中国果树志·荔枝卷》67元             | 5-2 《中国蔬菜病虫害原色图谱续集》(第二版) 89元   |
| 4-4 《花卉贮藏保鲜》23元             | 4-19 《中国果树志·龙眼、枇杷卷》80元          | 5-3 《中国果树病虫害原色图谱》60元           |
| 4-5 《月季》27元                 | 4-20 《中国果树志·梅卷》68元              | 5-4 《中国花卉病虫害原色图鉴》(上、下) 158元    |
| 4-6 《菊花》29元                 | 4-21 《中国果树志·苹果卷》134元            | 5-5 《中国果树病虫害原色图谱》(第二版) 101元    |
| 4-7 《香石竹》31元                | 4-22 《中国果树志·桃卷》110元             | * 《园艺学报》2000增刊 10元             |
| 4-8 《球根类》37元                | 4-29 《中国果树志·杏卷》165元             | * 《园艺学报》2001增刊 10元             |
| 4-9 《多浆花卉》48元               | 4-23 《中国木本植物种子》200元             | * 《园艺学报》2002增刊 10元             |
| 4-10 《宿根花卉》44元              | 4-24 《新型芽苗菜—体芽菜生产技术图册》40元       |                                |
| 4-11 《温室花卉》52元              | 4-25 《室内观赏植物(装饰、养护、欣赏)》76元      |                                |
| 4-12 《藤蔓花卉》37元              | 4-26 《室内观赏植物及装饰》(第二版) 21元       |                                |
| 4-13 《中小型苗圃林果苗木繁育实用技术手册》25元 | 4-27 《苹果树整形修剪和病虫害防治技术》(第二版) 16元 |                                |
| 4-14 《中国果树志·枣卷》56元          |                                 |                                |
| 4-15 《中国果树志·李卷》100元         |                                 |                                |

以上价格已含邮资。购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街12号《园艺学报》编辑部, 邮编: 100081。