

KClO₃ 诱导东魁杨梅成花的生理效应*

刘建福¹ 袁海超² 李松刚³ 纪璐璐¹

(1. 华侨大学生物工程与技术系 厦门 361021; 2. 华南农业大学园艺学院 广州 510642;
3. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 儋州 571737)

摘 要 研究不同 KClO₃ 浓度对 6 年生东魁杨梅成花过程生理生化的影响, 结果表明: 喷施 KClO₃ 后东魁杨梅叶片细胞受到伤害处于胁迫状态, 丙二醛含量和电解质渗漏率显著增加。KClO₃ 浓度低于 1 500 mg · L⁻¹ 时, 叶绿素 a、叶绿素 b 以及总叶绿素含量均显著增加, SOD、POD 和 CAT 活性显著提高, 导致叶片光合能力显著上升; 生理分化期叶片蛋白质含量明显上升, 可溶性糖含量降低; 而形态分化期蛋白质含量下降, 可溶性糖含量显著上升, 可溶性糖/蛋白质比值显著增加, 从而促进东魁杨梅的花芽分化。KClO₃ 浓度高于 1 500 mg · L⁻¹ 时, 叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素和类胡萝卜素含量均降低; SOD、POD 和 CAT 活性降低; 导致叶片光合能力、可溶性糖含量以及可溶性糖/蛋白质比值显著下降, 从而抑制东魁杨梅的花芽分化。结论是喷施 1 000~1 500 mg · L⁻¹ KClO₃ 可显著提高东魁杨梅的成花率。

关键词 KClO₃ 东魁杨梅 光合特性 花芽分化 叶绿素

中图分类号: S667.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2009)03-0512-05

Physiological effect of potassium chlorate on flower bud formation in *Myrica rubra* cv. Dongkui

LIU Jian-Fu¹, YUAN Hai-Chao², LI Song-Gang³, JI Lu-Lu¹

(1. Department of Bioengineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;
2. College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
3. Institute of Tropical Crops Germplasm Resources, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737, Chian)

Abstract We used six-year old *Myrica rubra* cv. Dongkui trees as experimental materials to study the effect of potassium chlorate on selected biological indices of *M. rubra* tree leaf during flower bud differentiation. The results indicate that MDA content and electrolyte leakage remarkably increase after spurting potassium chlorate, compared with the control. When potassium chlorate concentration is lower than 1 500 mg · L⁻¹, chlorophyll a and b, and total chlorophyll content obviously increase. SOD, POD and CAT activity is remarkably enhanced, resulting in a remarkable rise in net photosynthetic rate. Soluble protein content obviously increases while soluble sugar reduces during physiological differentiation. However, soluble protein content drops and soluble sugar remarkable rises during morphological differentiation. Soluble sugar to protein content ratio increases significantly, enhancing flower bud differentiation in *M. rubra*. When potassium chlorate concentration is higher than 1 500 mg · L⁻¹, chlorophyll a and b, and total chlorophyll as well as carrot contents drop, SOD, POD and CAT activity decreases, reducing leaf photosynthetic ability, soluble sugar content and soluble sugar to protein ratio. This suppresses flower bud differentiation in *M. rubra*. It can therefore be inferred from the study that 1 000 mg · L⁻¹ to 1 500 mg · L⁻¹ potassium chlorate remarkably enhances flower induction.

Key words KClO₃, *Myrica rubra* cv. Dongkui, Photosynthesis, Flower bud differentiation, Chlorophyll

(Received June 17, 2008; received Nov. 4, 2008)

KClO₃ 作为植物生长调节剂大量应用于龙眼产期调控, 并在我国龙眼主产区及泰国等东南亚国家和美国夏威夷及佛罗里达开展试验和推广研究, 均

取得良好效果^[1-5]。同时, KClO₃ 对热带果树枹果也有催花促果作用^[6]。然而, KClO₃ 诱导东魁杨梅花芽分化的生理效应尚未见报道。本研究旨在探索

* 华侨大学科研基金项目(07HZR24)资助

刘建福(1975~), 男, 在读博士生, 主要从事园艺植物生理生化方面的教学和科研。E-mail: jianfu@hqu.edu.cn

收稿日期: 2008-06-17 接受日期: 2008-11-04

KClO_3 对东魁杨梅成花诱导的生理机制, 为克服东魁杨梅成花障碍和 KClO_3 诱导成花机理提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2006 年 10 月~2007 年 5 月在华侨大学紫帽山教学实践基地进行。选择树势与立地条件基本一致的 6 年生东魁杨梅(*Myrica rubra* cv. Dongkui) 为试验材料。 KClO_3 处理浓度分别为: $0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (CK)、 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $1800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 每个处理重复 5 次, 随机区组排列。于 2006 年 10 月 28 日晴朗天气进行处理, 用微型喷雾器向试验树叶面喷施 KClO_3 溶液, 喷至叶片滴液为度, 对照植株喷等量清水, 于 11 月 4 日、11 月 11 日和 11 月 18 日重复 3 次以上处理。试验期间用塑料薄膜遮挡自然降雨。

1.2 测定项目与方法

分别于 2007 年 1 月 16 日(生理分化期)和 2007 年 3 月 12 日(形态分化期)剪取每种处理 30 片成熟叶片, 测定各项生理指标。各处理与对照植株的叶片均采自同向枝条顶端向下第 4 个成熟叶片。分别于 2007 年 4 月 10 日和 5 月 10 日调查成花率和坐果数, 每个主枝各调查 10 个结果枝。

叶片光合作用参数用美国 CID 公司制造的 CI-340 便携式光合作用测定系统的开放气路测定。选择植株中上部树冠外围功能叶片(枝条顶端向下第 4 个叶片)测定, 每个处理测 5 株, 每株选 4 个不同方位, 每个方位测 5 个叶片, 每叶测定 3 次。光合作用的测定选择晴天进行, 测定时间为 9:00~11:00。仪器同步记载净光合速率、气孔导度、胞间 CO_2 浓度和蒸腾速率等参数。叶绿素含量和类胡萝卜素含量采用丙酮浸提法测定^[7]。

细胞质膜透性采用电导率法^[7]测定, 丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸反应法^[8]测定; 超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氧化硝基四氮唑蓝法测定^[9], 以 SOD 抑制 NBT 光还原 50% 为 1 个酶活性单位; 过氧化氢酶(CAT)活性采用高锰酸钾滴定法测定^[9]; 过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚氧化法测定^[9]。

1.3 数据统计分析

采用 Excel 2003 和 DPS7.55 软件对试验数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 KClO_3 对叶片 MDA 含量和电解质渗漏率的影响

喷施 KClO_3 溶液后东魁杨梅叶片 MDA 含量发

生变化(图 1)。生理分化期和形态分化期 MDA 含量随 KClO_3 浓度增加而增加; KClO_3 浓度为 $1000 \sim 1800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时显著提高叶片 MDA 含量。生理分化期 KClO_3 浓度为 $1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $1800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 MDA 含量分别比对照提高 23.8%、32.7% 和 21.1%, 而形态分化期分别提高 24.4%、40.2% 和 15.9%。相同 KClO_3 浓度 MDA 含量在生理分化期和形态分化期差异不显著。

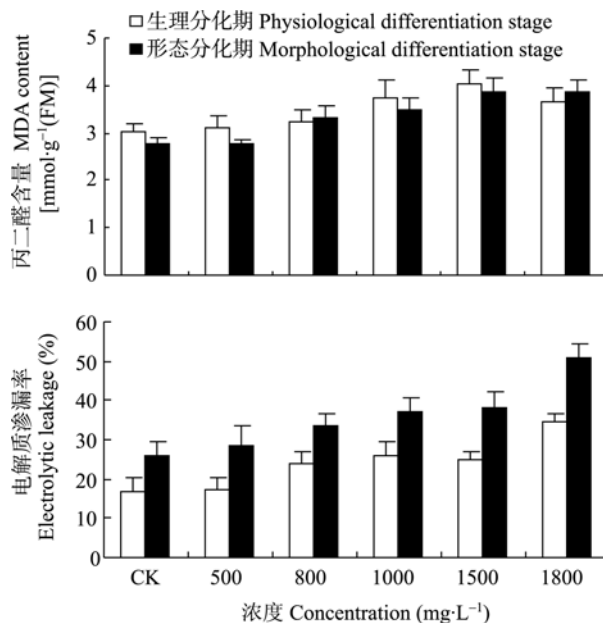


图 1 KClO_3 对东魁杨梅叶片 MDA 含量和电解质渗漏率的影响

Fig. 1 Effects of KClO_3 on MDA contents and electrolytic leakage in leaves of *M. rubra*

由图 1 可知, 叶片电解质渗漏率在生理分化期和形态分化期随 KClO_3 浓度增加而增加, 且形态分化期明显高于生理分化期。生理分化期 KClO_3 浓度为 $1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $1800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的电解质渗漏率分别比对照提高 52.5%、47.6% 和 103.2%, 而形态分化期分别提高 43.5%、48.6% 和 97.6%。可见, 喷施高浓度 KClO_3 叶片电解质渗漏率增加, 叶片受到的伤害增大, 且喷施后期伤害较明显。

2.2 KClO_3 对叶片保护酶活性的影响

喷施 KClO_3 可在一定程度上提高东魁杨梅叶片保护酶活性(图 2)。在一定的 KClO_3 浓度范围内, 生理分化期和形态分化期的 SOD、POD 和 CAT 3 种叶片保护酶活性均随着 KClO_3 浓度增加而增加, 且均在 KClO_3 浓度为 $1500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达到最大值, 生理分化期 3 种保护酶活性分别比对照提高 85.8%、29.0% 和 54.5%, 形态分化期分别提高 90.7%、35.7% 和 85.7%; 所有 KClO_3 浓度下, 生理分化期 3 种酶活性均明显高于形态分化期, 其中 CAT 活性差异达显

著水平。当 KClO_3 浓度为 $1\,800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时 3 种保护酶活性反而下降, 但明显高于对照。

从图 2 还可以看出, 喷施浓度为 $1\,000\sim1\,500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ KClO_3 时, 东魁杨梅叶片 SOD、POD 和 CAT 活性均显著提高。

2.3 KClO_3 对叶片光合色素含量的影响

喷施 KClO_3 可提高叶片的叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量以及类胡萝卜素含量(表 1)。由表 1 可知, 生理分化期和形态分化期叶绿素含量和类胡萝卜素含量均随 KClO_3 浓度增加而上升, KClO_3 浓度为 $1\,500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时达到最大值, 升高到 $1\,800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

时叶绿素含量和类胡萝卜素含量反而下降。生理分化期 KClO_3 浓度为 $1\,000\sim1\,500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量显著高于其他浓度和 CK; 而类胡萝卜素含量则表现为高浓度处理 ($\geq 1\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 显著高于低浓度处理 ($<1\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)。形态分化期高浓度 KClO_3 也可提高叶绿素含量和类胡萝卜素含量。喷施 KClO_3 后形态分化期的叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量高于生理分化期; 而类胡萝卜素含量则相反。植株形态观察发现, KClO_3 浓度高于 $1\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 东魁杨梅叶片颜色均呈鲜绿色; 浓度为 $500\sim1000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 叶片颜色呈黄绿色。

2.4 KClO_3 对叶片光合特性的影响

东魁杨梅生理分化期和形态分化期喷施 KClO_3 后叶片气孔导度、蒸腾速率、胞间 CO_2 浓度和净光合速率均呈现先上升后下降趋势(图 3)。生理分化期 KClO_3 浓度为 $800\sim1\,500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时净光合速率显著高于对照, KClO_3 为 $1\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时净光合速率达到最大值 $9.30\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 是对照的 2.61 倍; 形态分化期 KClO_3 浓度为 $1\,000\sim1\,800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时净光合速率明显高于对照, 且形态分化期的最大净光合速率低于生理分化期。 KClO_3 浓度为 $800\sim1\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 生理分化期的气孔导度、蒸腾速率、胞间 CO_2 浓度和净光合速率均高于形态分化期; 而 KClO_3 低于 $800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 或高于 $1\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时形态分化期的光合特性高于生理分化期。可见, 喷施 $800\sim1\,500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ KClO_3 可显著提高生理分化前期叶片的净光合速率。

2.5 KClO_3 对叶片可溶性糖和蛋白质含量的影响

喷施 KClO_3 对叶片生理分化期和形态分化期可溶性糖和蛋白质含量有明显影响(图 4)。生理分化期, 可溶性糖含量随 KClO_3 浓度增加呈先下降后上升趋势, 蛋白质含量则缓慢上升; 可溶性糖含量/蛋白质含量的比值呈先显著下降后缓慢上升趋势。 KClO_3 浓度为 $1\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时可溶性糖含量达到最小值,

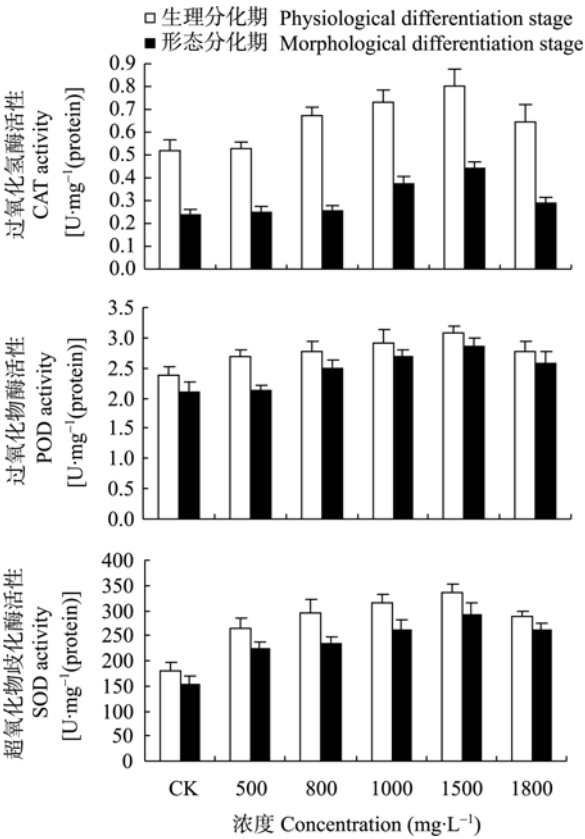


图 2 KClO_3 对东魁杨梅叶片 SOD、POD 和 CAT 活性的影响
Fig. 2 Effects of KClO_3 on SOD, POD and CAT activities in leaves of *M. rubra*

表 1 不同浓度 KClO_3 对杨梅叶片光合色素含量的影响
Tab. 1 Effects of KClO_3 on photosynthetic pigment contents in leaves of *M. rubra* $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

浓度 Concentration ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	生理分化期 Physiological differentiation stage				形态分化期 Morphological differentiation stage			
	叶绿素 a	叶绿素 b	总叶绿素	类胡萝卜素	叶绿素 a	叶绿素 b	总叶绿素	类胡萝卜素
	Chl. a	Chl. b	Chl. a+b	Car.	Chl. a	Chl. b	Chl. a+b	Car.
CK	11.33b	2.96b	14.29b	3.08b	12.83c	4.26b	17.08b	2.50b
500	11.64b	3.39b	15.03b	3.02b	14.18b	4.24b	18.43b	2.63b
800	12.55b	3.68b	16.22b	2.94b	15.59a	5.14a	20.73a	2.63b
1 000	13.46a	3.90a	17.36a	3.25a	15.87a	5.19a	21.06a	2.67b
1 500	14.14a	4.26a	18.40a	3.32a	16.48a	5.70a	22.18a	2.71a
1 800	12.93b	3.74b	16.67b	3.17a	14.35b	4.60b	18.95b	2.64b

同列数据后不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$) Different letters following the data in the same column mean significant difference at 0.05 level.

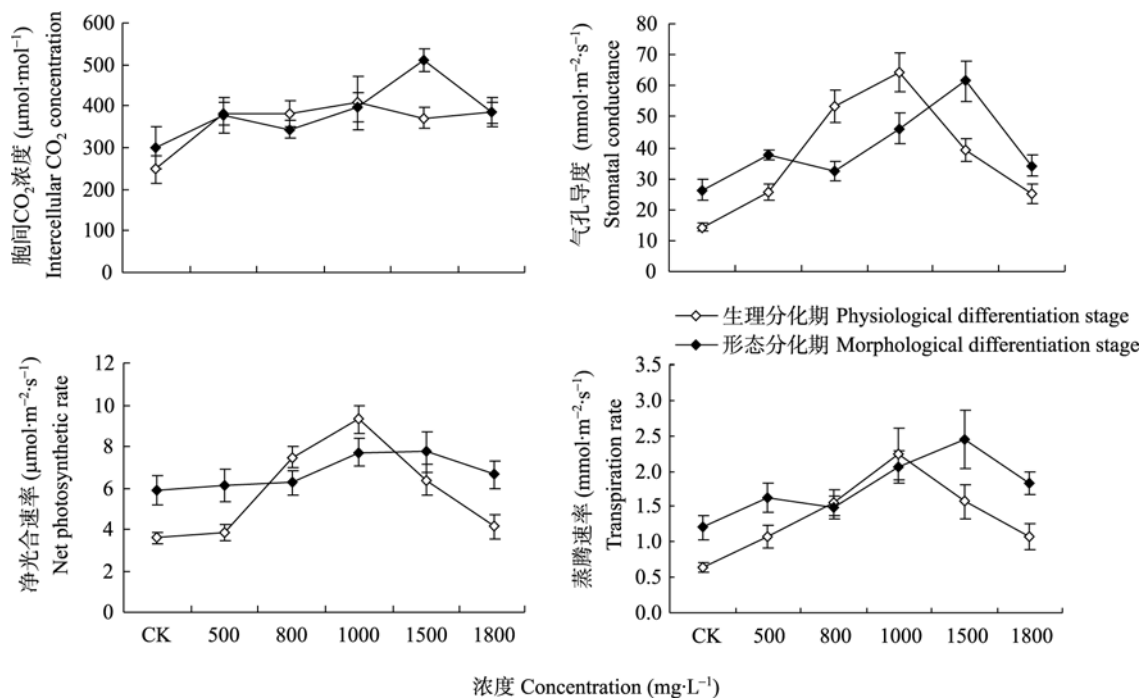


图3 不同浓度 KClO_3 对东魁杨梅叶片光合作用参数的影响
Fig. 3 Effects of KClO_3 on photosynthetic parameters in leaves of *M. rubra*

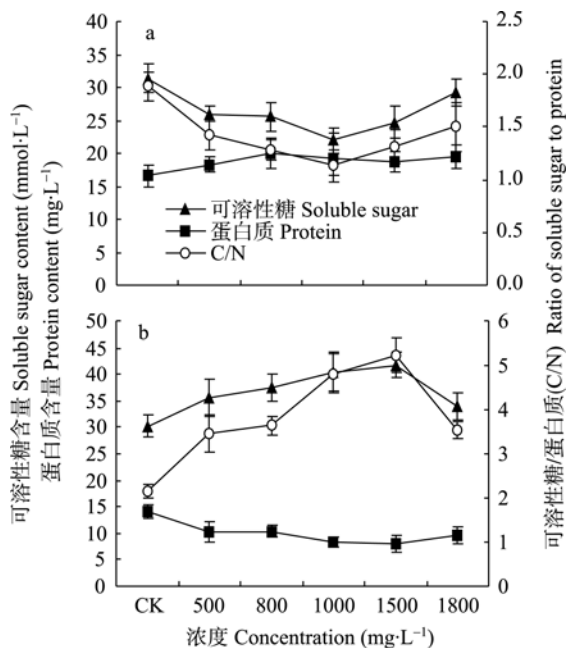


图4 生理分化期(a)和形态分化期(b) KClO_3 对东魁杨梅叶片可溶性糖和蛋白质含量的影响
Fig. 4 Effects of KClO_3 on contents of soluble sugar and protein in leaves of *M. rubra* in physiological differentiation stage (a) and morphological differentiation stage (b)

比对照降低 29.48%; 蛋白质含量达到最大值, 比对照提高 28.93%; 可溶性糖含量/蛋白质含量的比值达到最小值, 比对照降低 45.31%。

形态分化期, 可溶性糖含量随 KClO_3 浓度增加呈先上升后下降的变化趋势, 蛋白质含量缓慢下降, 可溶性糖含量/蛋白质含量的比值先上升后下降。

KClO_3 浓度为 1 500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时可溶性糖含量达到最大值 41.76 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, 比对照提高 38.10%; 蛋白质含量达到最小值, 比对照降低 43.14%; 可溶性糖含量/蛋白质含量的比值达到最大值。

2.6 KClO_3 对东魁杨梅成花坐果的影响

由图 5 可看出, 喷施 KClO_3 可显著促进东魁杨梅的花芽诱导和分化, 提高结果枝成花率和坐果率。随 KClO_3 浓度增加, 结果枝成花率和结果数均表现出逐渐上升后下降的趋势; KClO_3 浓度为 1 500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时均达到最大值, 分别为 98.60% 和 6.87 个; KClO_3 浓度为 1 800 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 结果枝成花率和结果数反而下降, 说明 KClO_3 浓度过高不利于东魁杨梅的成花。可见, 有利于东魁杨梅成花和坐果的 KClO_3 浓度为 1 000~1 500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

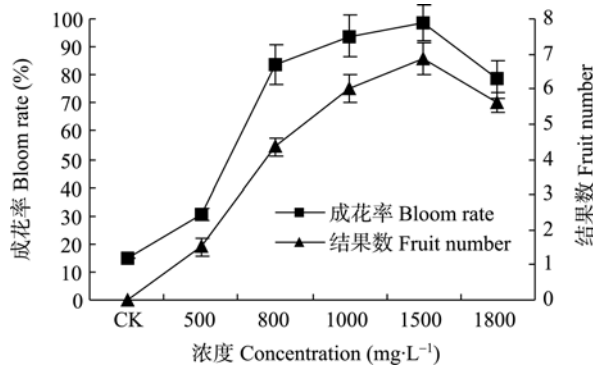


图5 KClO_3 对杨梅结果枝成花率和坐果数的影响
Fig. 5 Effects of KClO_3 on bloom rate and fruit number of *M. rubra*

3 讨论

植物受到环境胁迫时, 活性氧自由基大量积累, 膜脂过氧化作用加剧, 细胞膜透性增加, 导致作为植物受到环境胁迫的生理指标的 MDA 含量升高^[8,10,11]。本试验发现喷施 KClO_3 东魁杨梅叶片的电解质渗漏率和 MDA 含量明显高于对照, 高浓度 KClO_3 长时间处理加剧东魁杨梅膜脂过氧化水平, 细胞质膜透性增加, 对细胞产生一定的伤害, 导致细胞处于“逆境”, 产生逆境胁迫效应。欧阳若等^[12]研究表明, KClO_3 创造了一个“逆境”环境来促进龙眼成花; 陆洁梅等^[13]认为 KClO_3 等强氧化剂对树体很可能产生了类似干旱的“逆境”作用有利于成花。这也说明喷施 KClO_3 对东魁杨梅产生胁迫效应, 可能有利于成花诱导。

叶绿体是植物光合作用场所, 叶绿素含量高低影响光合作用强度。在本试验中, 一定浓度的 KClO_3 显著提高叶绿素和类胡萝卜素含量, 树体叶色显得更浓绿, 这与卢美英等^[4]的研究结果一致; 同时提高气孔导度、蒸腾速率和胞间 CO_2 浓度, 显著提高净光合速率。这可能是喷施一定浓度的 KClO_3 为叶片提供钾营养利于叶片生长, 同时 ClO_3^- 在植物体内的积累程度较低, 未对植物产生伤害。高浓度 KClO_3 处理时, ClO_3^- 及其转化的 ClO_2^- 在植物体内积累, 会增加植物体内过氧化氢酶含量, 过氧化反应产生大量 H_2O_2 穿过质膜进入叶绿体, 攻击叶绿体色素蛋白复合体、酶等, 使叶绿体外膜消失, 降低叶绿体的生化效率, 使叶绿体功能受阻, 光合速率下降^[14]。同时, 高浓度 KClO_3 会使叶片质膜透性增大, 而硝酸还原酶活性、叶绿素含量和根系活力显著降低, ClO_3^- 还会抑制植物细胞对 NO_3^- 的吸收和运输, 导致植物缺氮, 进而影响植物体生理、营养和生殖生长^[15]。本试验中随 KClO_3 浓度增加, 东魁杨梅叶片的叶绿素含量下降, 其原因可能是高浓度 KClO_3 促进东魁杨梅植株对 ClO_3^- 的积累, 从而直接对叶绿体产生毒害作用, 或者加剧了 ClO_3^- 胁迫引起的膜脂过氧化, 大量产生 H_2O_2 而间接毒害叶绿体; 另外, KClO_3 是强氧化剂, 对叶绿体也有毒害作用。

关于 KClO_3 的成花机制, Subhadrabandhu 等和康由发^[6,16]认为氯酸根离子抑制了硝酸还原酶活性, 氮同化过程受阻, 碳氮比提高, 因而有利于成花, 但 Wangsin 等^[17]的研究表明, KClO_3 对叶片和顶芽总氮含量以及碳氮比无显著影响。欧阳若和陆洁梅等发现龙眼正常成花过程需要冷凉条件诱导, 而 KClO_3 可以完全取代冷凉条件诱导龙眼成花^[12,13]。从光合作用来说, 卢美英等^[4]发现处理初期光合速

率下降, 形态分化期则升高。本试验表明, 喷施 KClO_3 后生理分化期树体叶片蛋白质含量均出现不同程度上升, 可溶性糖含量降低, 这可能是更多的能量从叶片输送到花芽, 促进花芽发育。该结果与何全光^[5]和陈清西等^[1]的研究结论相同。而形态分化期蛋白质含量比之前大量降低, 说明在形态分化期需要消耗较多蛋白质, 可溶性糖含量升高, 提高可溶性糖含量/蛋白质含量比值(C/N), 从而促进东魁杨梅花芽分化, 提高枝条成花率和坐果数。这可能是 KClO_3 在生理分化期产生胁迫效应生成“胁迫蛋白”, 促进花芽孕育; 而形态分化期蛋白质降解转化为可溶性糖, 提高树体 C/N 比值, 利于花芽形态建成。

参考文献

- [1] 陈清西, 李松刚. KClO_3 诱导龙眼成花及其叶片碳水化合物与蛋白质的变化[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2004, 33(2): 182-185
- [2] 李建光, 潘学文, 李荣. KClO_3 对龙眼催花技术的研究进展[J]. 果树学报, 2003, 20 (5): 410-414
- [3] 李美英, 任立成, 王宇光. 氯酸钾促进龙眼成花的应用及其机理[J]. 广西农业科学, 2006, 37(3): 293-297
- [4] 卢美英, 周歧伟, 朱建华. 氯酸钾对龙眼花芽分化期若干生理指标影响的研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20 (4): 177-181
- [5] 何全光. 氯酸钾对龙眼成花调控机理的初步研究[D]. 南宁: 广西大学, 2004
- [6] Subhadrabandhu S., Yapwattanaphun C. Regulation of flowering time for off-season production of longan Thailand [J]. Acta Horticultural, 2001, 55(8): 193-198
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995
- [8] 李彦, 史衍玺, 张英鹏, 等. 盐胁迫条件下晒对小白菜抗氧化活性及膜脂过氧化作用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(4): 749-753
- [9] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导(第 3 版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003
- [10] 余保文, 朱诚. 丁草胺对镉胁迫条件下水稻生长、镉积累及活性氧代谢的影响[J]. 环境科学学报, 2008, 28(9): 1878-1886
- [11] 肖美秀, 林文雄, 陈冬梅, 等. 镉胁迫对耐性不同的水稻幼苗膜脂过氧化和保护酶活性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(4): 256-258
- [12] 欧阳若, 刘和平, 李平, 等. 氯酸钾引起“石硌”龙眼的逆境生理反应[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27 (1): 34-38
- [13] 陆洁梅, 黄旭明, 王惠聪, 等. 氯酸盐在龙眼生产中运用和研究现状及其生物学效应的机理探讨[J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(3): 567-572
- [14] 黎华寿, 张修玉, 曾祥有, 等. 氯酸钾对花生生长的毒害效应[J]. 植物生态学报, 2006, 30 (1): 124-131
- [15] 姜春晓, 黎华寿. 反季节龙眼催花剂氯酸盐在不同类型土壤中的吸附特性研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(4): 1492-1496
- [16] 康由发. 氯酸钾对龙眼催花的效应及其机理研究综述[J]. 华南热带农业大学学报, 2006, 12 (4): 23-26
- [17] Wangsin N., Pankasemsuk T. Effect of potassium chlorate on flowering[J]. Acta Horticultural, 2003, 41(5): 255-258