

DOI:10.11937/bfyy.201616004

京尼平苷对青菜叶绿素 SPAD 值及生长的影响

钱善勤¹, 陈刚², 朱梅³, 庄国昌², 朱建文³, 朱潜荣³

(1. 广西科技师范学院 食品与生化工程学院, 广西 来宾 546100; 2. 扬州大学 生物科学与技术学院, 江苏 扬州 225009;

3. 广西山云生化科技有限公司, 广西 柳州 545600)

摘要:以青菜品种“热抗 605”为试材,在移栽后采用 5 种不同浓度的京尼平苷水溶液(0、10、25、50、100 mg · L⁻¹)对青菜幼苗进行喷施处理,并测定叶片叶绿素相对含量 SPAD 值、光合速率、青菜鲜质量、干质量及含水率,分析京尼平苷对青菜光合反应及生长的促进作用,为京尼平苷在蔬菜生长过程中的应用提供参考依据。结果表明:不同浓度的京尼平苷水溶液对青菜叶片叶绿素 SPAD 值、光合速率及鲜干质量具有显著促进作用,但对青菜含水率并没有明显影响,京尼平苷溶液的促进作用随着浓度的上升呈现先上升后下降的趋势,在浓度为 25 mg · L⁻¹时,促进作用最为明显,随后呈现下降趋势,在浓度为 100 mg · L⁻¹时,促进效果不显著。京尼平苷能够显著促进青菜叶片叶绿素 SPAD 值以及叶片光合速率的提高,同时也促进青菜鲜质量及干质量的增加,但对青菜含水率没有影响,且在低浓度(25 mg · L⁻¹)下效果显著,高浓度(100 mg · L⁻¹)下效果不明显。

关键词:京尼平苷;青菜;叶绿素 SPAD 值;光合速率;生长

中图分类号:Q 945.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0018-04

京尼平苷,是从茜草科植物栀子(*Gardenia jasminoides* Ellis)的果实中提取而得的一种易溶于水的环烯醚萜类葡萄糖苷^[1],其在医药方面具有广泛的应用,其具有较好的抗炎^[2]、抗血栓等作用^[3]。京尼平苷具有较强的生理活性,对植物的生长也有显著促进作用^[4]。因此,将京尼平苷作为一种植物生长调节剂来研究其对植物生长的促进作用具有重要的意义。文林等^[5]采用以京尼平苷为主要成分的生根剂浸泡处理绒毛皂荚嫩枝扦插生根,并对比吡啶乙酸等 9 种生根剂,发现京尼平苷促

进扦插成活的效率最为显著。研究发现在棉花初花期喷施 35 mg · kg⁻¹的京尼平苷水溶液,可显著提高皮棉产量^[6-7]。在小麦初穗期采用 10 mg · L⁻¹的京尼平苷水溶液喷施,喷施 900 kg · hm⁻²可以使小麦增产 10%以上,达到显著增产效果^[8]。采用京尼平苷及其复方 10 mg · L⁻¹水溶液浸泡黄瓜种子 10 h,可增产 26.2%,浸泡豇豆种子 5 h 可增产 18.1%^[9],京尼平苷在提高黄瓜和豇豆产量的同时,还能增加黄瓜和豇豆的抗病能力^[10]。钱善勤等^[11]采用不同浓度京尼平苷溶液处理玉米幼苗后发现,低浓度京尼平苷对玉米幼苗叶片的可溶性糖、可溶性蛋白质、叶绿素含量及株高均有显著促进作用。2000 年之后,京尼平苷在蔬菜及农作物方面应用的鲜有报道。该试验以青菜(*Brassica chinensis* L.)“热抗 605”为试材,采用不同浓度的京尼平苷水溶液对其幼苗进行喷施处理,通过对青菜叶片叶绿素 SPAD 值、光合反应速率、青菜鲜质量、干质量及含水率等指标的测定,研究京

第一作者简介:钱善勤(1981-),男,江苏泰州人,博士,教授,研究方向为资源植物利用。E-mail:qianshanqin@163.com.

基金项目:2016 年度广西高校中青年教师基础能力提升资助项目(KY2016YB555);江苏省农业三新工程资助项目(SXGC[2013]340);扬州大学留学回国人员启动基金资助项目(2012);扬州大学科技创新培育基金资助项目(2013CXJ069)。

收稿日期:2016-04-22

Abstract: With different tomato variety as test material, the stimulation effects of different tomato varieties on Egyptian broomrape seeds germination were studied by petri dishes, hydroponics and pot cultivation. The germination stimulants were collected by hydroponic culture and/or extracted from tomato plant tissues. The results showed that the variety of ‘Meiluodi’ under the three experimental conditions had relatively higher ability to stimulate Egyptian broomrape seeds germination and the highest germination rate reached 53.65%. The variety of ‘Jinyuanbao 202F₁’ and ‘Aomiduo No. 9’ indicated the lower germination rates.

Keywords: Egyptian broomrape (*Phelipanche aegyptiaca* spp.); tomato; biological control; capture crop

尼平苷对青菜光合反应及生长的影响,为京尼平苷在蔬菜上的应用提供理论与实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试京尼平苷为广西山云生化科技有限公司惠赠的高纯度($\geq 98\%$)产品;青菜(*Brassica chinensis* L.)品种“抗热 605”种子购于扬州扬子种业有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 田间管理 试验在扬州大学实验农场内进行。2013年11月1日上午翻耕,施用适量的复合肥,再翻耕,平整。11月11日下午播种、浇水。11月15日上午青菜出苗。12月15日在青菜3叶期时移栽,移栽后将其等面积分为5组,每组又分为2个均等的平行处理,并使其生长密度适宜、光照均等。

1.2.2 试验设计 2014年1月15日和2月25日分别用0(对照)、10、25、50、100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的京尼平苷水溶液喷洒5组青菜,每次每组500 mL试液;且每组的2个平行处理喷洒等量的试液。2014年4月1日收获青菜并测定相关数据。

1.3 项目测定

叶片叶绿素 SPAD 值的测定^[12]:取青菜固定叶片的固定部位,用 SPAD-502 手持式叶绿素测定仪分别测定各处理叶片叶绿素相对含量。叶片光合反应速率的测定^[13]:取青菜固定叶片的固定部位,采用 LI-6400XT 便携式光合作用测定系统分别测定各处理的叶片光合反应速率。生物量的测定:每个处理取6株样品,共选取30株样品,擦去灰尘后,分别测定每株样品鲜质量,然后将其放入烘箱 105 $^{\circ}\text{C}$ 杀青 30 min,然后 80 $^{\circ}\text{C}$ 烘干过夜,测定其干质量,并计算其含水率。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件对试验数据进行处理,运用方差分析软件对其进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 京尼平苷对青菜叶绿素含量的影响

叶绿素在光合作用过程中直接影响到植物的光能利用率,叶绿素含量是植物营养状况和光合能力强弱的重要指标^[14]。由图1可以看出,用京尼平苷处理过的青菜其叶绿素 SPAD 值均显著高于对照,且随着京尼平苷浓度的增加,5组青菜叶片叶绿素 SPAD 值依次呈现先增加后降低的趋势,在 0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (对照)时青菜叶片叶绿素 SPAD 值最小为 36.5,在 25 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达到最大值 42.2,之后呈下降趋势,在 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时下降到 37.2,说明低浓度京尼平苷对青菜叶片叶绿素含量具有促进作用。

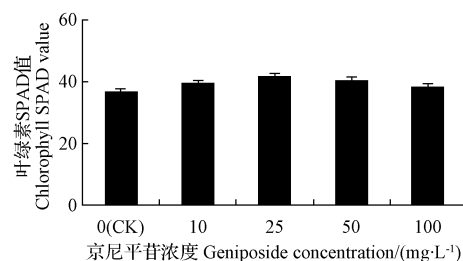


图1 京尼平苷对青菜叶片叶绿素相对含量的影响

Fig. 1 Effect of geniposide on chlorophyll SPAD value of green vegetable

2.2 京尼平苷对青菜叶片光合速率的影响

光合速率反映了叶片光合反应快慢^[15],由图2可以看出,不同浓度京尼平苷处理下,青菜叶片光合速率均显著高于对照组,且随着浓度的增高,呈现先上升后下降的趋势,在浓度 0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (对照)时为最小值 15.0 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,在 25 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达到最大值 18.2 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 后,叶片光合作用速率开始呈现下降趋势,叶片光合作用速率在京尼平苷浓度为 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 下降到 15.6 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,京尼平苷对光合速率的促进效果较为明显。说明京尼平苷对青菜叶片的光合速率有明显的促进作用,且低浓度(25 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)的促进作用更为显著,而高浓度的效果不明显。

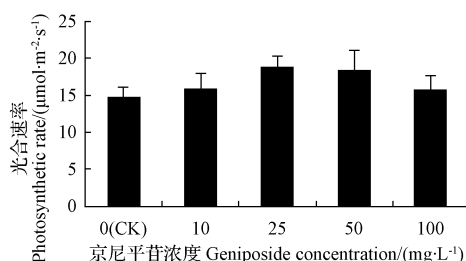


图2 京尼平苷对青菜叶片光合速率的影响

Fig. 2 Effect of geniposide on photosynthetic rate of green vegetable

2.3 京尼平苷对青菜鲜质量的影响

鲜质量是青菜生物量的重要指标,也是衡量其经济学产量高低的主要指标。由图3可以看出,随着京尼平苷浓度的增加,青菜单株鲜质量呈现先增加后降低的趋势,0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (对照)时达最小值 72.5 g,在 25 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达最大值 128.2 g后,在 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 又下降到 98.4 g。可见,京尼平苷处理的青菜其鲜质量均显著大于对照(0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$),对青菜产量的增加具有显著促进作用,且在低浓度(25 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)条件下促进作用达到最大,而高浓度(100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)的京尼平苷对青菜鲜质量的促进作用会降低。

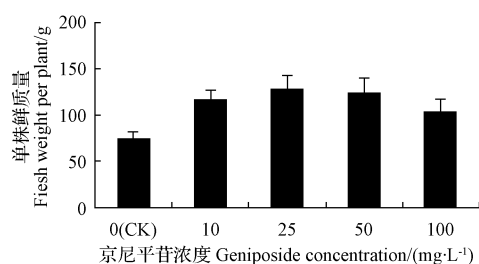


图3 京尼平苷对青菜单株鲜质量的影响

Fig. 3 Effect of geniposide on fresh weight of green vegetable per plant

2.4 京尼平苷对青菜干质量的影响

干质量是植物脱水后的质量,表征植物光合反应干物质累积的重要指标。从图4可以看出,京尼平苷对单株干质量的影响与鲜质量均呈现先上升后下降的趋势,25 mg·L⁻¹时达到最大值5.8 g。对照组(0 mg·L⁻¹)青菜干质量达最小值3.7 g,25 mg·L⁻¹处理时干质量达到最大值后,在100 mg·L⁻¹时下降到3.8 g。可见,京尼平苷处理对青菜单株干质量均有促进作用,且在低浓度(25 mg·L⁻¹)条件下促进作用达到最大,而随着浓度的升高,对青菜干质量的促进效率降低。

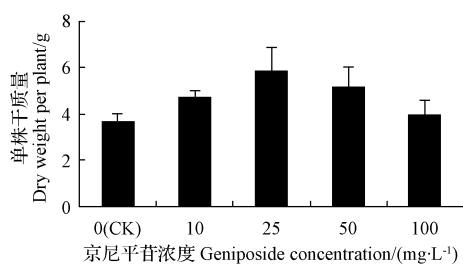


图4 京尼平苷对青菜单株干质量的影响

Fig. 4 Effect of geniposide on dry weight of green vegetable per plant

2.5 京尼平苷对青菜含水率的影响

含水率表征青菜细胞含水率,也是青菜生物量的重要指标。从图5可以看出,不同浓度京尼平苷处理后,青菜含水率与对照组(0 mg·L⁻¹)之间无显著差异,且不同浓度处理青菜之间的含水率也无显著差异。可见,京尼平苷对青菜生物量的促进作用主要体现在干物质的积累方面,对细胞含水率没有明显影响。

3 讨论与结论

叶绿素是高等植物叶片的主要光合色素,叶绿素含量的高低对植物的光合反应以及植物的生长状态具有重要的意义^[16-17]。叶绿素 SPAD 值表征植物叶绿素的相对含量,可反映植物的营养状况和光合反应状况,叶绿素 SPAD 值已成为评价植物长势的有效手段,在生态学、农学及林学等领域具有重要的应用价值^[18-20]。张伯

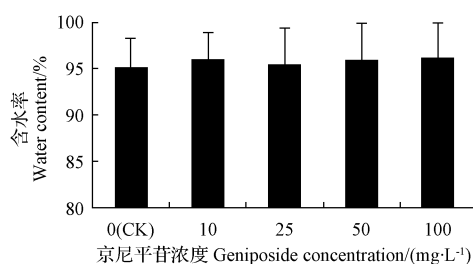


图5 京尼平苷对青菜含水率的影响

熙等^[8]研究发现,小麦在采用京尼平苷溶液处理后,能显著促进功能叶面积的扩大,对剑叶鲜质量的增加以及青叶率的提高均有显著的促进作用,并通过促进叶绿素含量增加,增加单位时间内光合产物的数量,导致穗粒数和千粒质量的增加,综合表现为总产量的增加。钱善勤等^[11]研究发现,低浓度的京尼平苷溶液对玉米幼苗的叶绿素 SPAD 值也具有显著的促进作用。

该研究发现,不同浓度京尼平苷处理下,青菜叶片叶绿素的 SPAD 值均显著高于对照,且随着京尼平苷浓度的升高,SPAD 值呈先上升后下降的趋势,在京尼平苷浓度为 25 mg·L⁻¹时叶绿素 SPAD 值达到最大,且京尼平苷对叶片光合速率也有显著的促进作用。可见,京尼平苷对促进青菜叶片的叶绿素含量和光合反应速率具有显著的促进作用。

李淑英等^[7]初步探明,京尼平苷能促进黄瓜、棉花及豇豆等蔬菜的生长,对小麦的千粒质量和每穗粒数也有显著的促进作用。说明京尼平苷对作物和蔬菜的生长和产量的提高有促进作用。该试验的研究结果也表明,京尼平苷对青菜产量有促进作用。该试验发现,用 10、25、50、100 mg·L⁻¹ 京尼平苷处理后,青菜的鲜质量、干质量等生物量都显著高于对照,但对含水率没有显著影响,可见京尼平苷对青菜的促进作用体现在促进营养器官中干物质的积累,以促进其生物量的增加。同时随京尼平苷浓度的增加,对青菜生物量的促进效果呈先增加后降低的趋势,最佳处理浓度为 25 mg·L⁻¹,由此可见,京尼平苷对青菜处理最显著的效果为 25 mg·L⁻¹。

综合试验结果可见,京尼平苷水溶液的处理能够显著促进青菜叶片叶绿素 SPAD 值的提高,促进叶片光合速率的增加,同时促进青菜鲜质量和干质量等生物量的显著增加,但对青菜含水率没有显著影响。京尼平苷对青菜生长的促进作用并非随着浓度的增加呈线性变化,而是在 25 mg·L⁻¹时达到最佳值,在 100 mg·L⁻¹时效果并不明显。该试验也只是获得了一个初步的结果,对于京尼平苷对青菜光合反应以及生物量增加的机理还有待进一步的研究。

参考文献

[1] 刘育容,丁克毅,刘军. 川栀子中京尼平苷的提取吸附工艺研究[J].

天然产物研究与开发,2014(11):1864-1867,1806.

[2] KOO H J, LIM K H, JUNG H J, et al. Anti-inflammatory evaluation of gardenia extract, geniposide and genipin[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2006, 103(3): 496-500.

[3] SUZUKI Y, KONDO K, IKEDA Y, et al. Antithrombotic effect of geniposide and genipin in the mouse thrombosis model[J]. Planta Medica, 2001, 67(9): 807-810.

[4] 张伯熙, 单永年, 文林. 一种植物生根促进剂及其制备方法和用途[J]. 发明专利公报, 1993, 9(38): 4.

[5] 文林, 张伯熙, 单永年. 九种生根剂对绒毛皂荚嫩枝扦插生根的影响[J]. 植物资源与环境, 1992, 1(3): 63-64.

[6] 张伯熙, 刘金定, 单永年, 等. 京尼平苷对棉花增产效果的研究[J]. 江西棉花, 1998(4): 11-14.

[7] 李淑英, 吴德祥. 京尼平苷对棉花增产作用初探[J]. 江西棉花, 1996(5): 26-27.

[8] 张伯熙, 单永年, 叶显荣, 等. 京尼平甙对小麦产量影响的研究[J]. 江西农业学报, 1999, 11(2): 1-5.

[9] 张焕裕, 张伯熙, 单永年, 等. 京尼平甙及其复方对黄瓜、豇豆的增产效果[J]. 长江蔬菜, 1998, 12(1): 24-26.

[10] 熊美兰, 吴鹤龄, 张伯熙, 等. 京尼平甙及其复方对黄瓜、豇豆的增产效果[J]. 江西农业学报, 1997, 9(1): 12-15.

[11] 钱善勤, 龙茜, 陈盼, 等. 京尼平苷对玉米幼苗生长的促进作用[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(2): 108-110.

[12] UDDLING J, GELANG-ALFREDSSON J, PIKKI K, et al. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chloro-

phyll meter readings[J]. Photosynthesis Research, 2007, 91(1): 37-46.

[13] 王继安, 宁海龙, 罗秋香, 等. 大豆品种间叶绿素含量、RUBP 活性、希尔反应活力及其与产量间的关系[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(2): 129-134.

[14] 卢晓萍, 杨丙贤, 徐婵娟, 等. 3 种小檗科植物叶片 SPAD 值与叶绿素的相关性及通径分析[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2013, 39(3): 261-266.

[15] THIEMANN S, KAUFMANN H. Determination of chlorophyll content and trophic state of lakes using field spectrometer and IRS-1C satellite data in the Mecklenburg Lake District, Germany[J]. Remote Sensing of Environment, 2000, 73(2): 227-235.

[16] 孙守文, 赵蕾, 古丽·米热, 等. 干旱区红富士苹果新叶和功能叶绿素 SPAD 值变化规律研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2013, 31(5): 582-586.

[17] 董瑞, 吕厚波, 张保军, 等. 叶面喷施氮肥对小麦 SPAD 值及产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(1): 1-6.

[18] 艾天成, 李方敏, 周治安, 等. 作物叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关性研究[J]. 湖北农学院学报, 2000, 20(1): 6-8.

[19] de OLIVEIRA A C S, COELHO F C, VIEIRA H D, et al. Growth, nutrient content and SPAD value of corn in monoculture and in intercropping[J]. American Journal of Plant Sciences, 2014(5): 2726-2733.

[20] YAMAMOTO A, NAKAMURA T, ADU-GYAMFI J J, et al. Relationship between chlorophyll content in the leaves of sorghum and pigeonpea determined by extraction method and by chlorophyll meter (SPAD-502)[J]. Journal of Plant Nutrition, 2002, 25(10): 2295-2301.

Effect of Geniposide on the Chlorophyll SPAD Value and Growth of Green Vegetable

QIAN Shanqin¹, CHEN Gang², ZHU Mei³, ZHUANG Guochang², ZHU Jianwen³, ZHU Qianrong³

(1. College of Food and Biochemical Engineering, Guangxi Science and Technology University, Laibin, Guangxi 546100; 2. College of Bioscience and Biotechnology, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009; 3. Guangxi Shanyun Biochemical Science and Technology Co. Ltd., Liuzhou, Guangxi 545600)

Abstract: Green vegetable variety 'Rekang 605' was used as test material, different concentration of geniposide solutions (0, 10, 25, 50, 100 mg · L⁻¹) were sprayed on the seedlings of green vegetable after transplanting, chlorophyll SPAD value, photosynthetic rate, fresh weight, dry weight and water content were determined, the effect of geniposide on photosynthetic reaction and growth of green vegetable were analyzed, in order to provide some references for application of geniposide on the vegetable. The results indicated that the photosynthetic rate and chlorophyll SPAD value of leaves, fresh weight and dry weight of green vegetable were all significantly promoted by using geniposide, but had no effect on water content of green vegetable, and geniposide concentration of 25 mg · L⁻¹ had the most significant impact. Geniposide had significant effect on promoting the chlorophyll SPAD value, photosynthetic rate, fresh and dry weight of green vegetable, but had no effect on its water content, and only low concentration (25 mg · L⁻¹) of geniposide had the most significant effect, while high concentration (100 mg · L⁻¹) had no significant effect.

Keywords: geniposide; green vegetable; chlorophyll SPAD value; photosynthetic rate; growth