

化控对砂糖橘叶中氮素含量和成花数的影响

王翠翠,樊小林,王南南,杜亚琴,郑丽行

(华南农业大学 肥料与平衡施肥研究室,广东 广州 510642)

【摘要】 【目的】研究化控处理对砂糖橘叶中氮素含量及成花数的影响,探讨叶中氮素含量与成花数的关系,为砂糖橘的花芽分化及成花的农艺控制和化控提供理论依据。【方法】以喷施清水为对照(CK),对盆栽砂糖橘分别进行 300 mg/L 多效唑+干旱胁迫(PDST0)、300 mg/L 多效唑+干旱胁迫+1 000 mg/L 硫脲(PDST1) 和 300 mg/L 多效唑+干旱胁迫+2 000 mg/L 硫脲(PDST2)处理,于 2008 年的 09-13(未处理期)、10-05(处理前期)、10-25(处理中期)、11-14(处理后期)、12-04(恢复管理期)、12-24(开花前期)采集样品,研究化控物质单用或混合使用对砂糖橘叶中氮素含量的影响及其诱导成花的效果。【结果】全叶中氮素含量主要受叶片中氮素含量的影响;与对照相比,在处理前期和中期,化控处理可显著降低全叶中的氮素含量,但化控处理间差异不显著;在开花前期,CK、PDST0、PDST1、PDST2 处理全叶中氮素含量分别比未处理期增加 12.18%,5.58%,8.96%,9.74%;对照没有成花,化控处理均能诱导砂糖橘成花,但成花数差异不显著;在处理前期、中期和后期,全叶中氮素含量均与砂糖橘的每株成花数呈显著或极显著负相关。【结论】多效唑+干旱胁迫处理在降低砂糖橘叶中氮素含量和增加成花数方面具有很好的效果,无需再喷施硫脲;在花芽诱导过程中,全叶较低水平的氮素含量有利于砂糖橘成花。

【关键词】 砂糖橘;氮素含量;成花数

【中图分类号】 Q482.8;S666.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)02-0129-06

Effect of chemical treatment on nitrogen content and the number of flowering in shatangju(*citrus . reticulata*)

WANG Cui-cui, FAN Xiao-lin, WANG Nan-nan, DU Ya-qin, ZHENG Li-xing

(Laboratory of Fertilizer and Balanced Fertilization, South China Agriculture University,

Guangzhou, Guangdong 5100642, China)

Abstract: 【Objective】 The experiment was conducted to test the impact of chemical treatments on the content of nitrogen in leaf, the number of flowering in Shatangju(*citrus . reticulata*), and the correlation analysis between them. Results of the research would provide useful information for flower bud differentiation, the agronomic and chemical control methods of flowering. 【Method】 By comparing with the normal water treatment, the pot experiment was carried out respectively to use such matters as paclobutrazol+ drought stress (PDST0), paclobutrazol+ drought stress and 1 000 mg/L thiourea(PDST1), paclobutrazol+ drought stress and 2 000 mg/L thiourea(PDST2). On September 13, 2008 (the period of untreatment), October 5 (beginning period of treatment), October 25 (middle period of treatment), November 14 (later period of treatment), December 4 (ending period of treatment), December 24 (beginning period of flowering), we collected samples to study the influence of the chemical substances used lonely or compound on the content of nitrogen in leaf and flower bud differentiation in Shatangju. 【Result】 The nitrogen content in leaf was definitely influenced by the nitrogen content in blade; in the beginning and middle period, the nitrogen

* [收稿日期] 2009-06-28

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30671235);广东省自然科学基金重点项目(06105477);农业部“948”项目(2003-Z91)

[作者简介] 王翠翠(1982-),女,山东聊城人,在读硕士,主要从事作物营养与施肥研究。E-mail: cuicuiw0001@163.com

[通信作者] 樊小林(1958-),男,陕西三原人,教授,博士生导师,主要从事植物营养与肥料研究。E-mail: xlfan@scau.edu.cn

content in leaf of chemical treatments was significantly lower than that of CK, but the nitrogen content of chemical treatments had no significant differences at the same time. Before flowering, the nitrogen content of the four treatments increased by 12.18%, 5.58%, 8.96%, 9.74% compared to those in the period of untreated. The CK treatment didn't flower, but the chemical treatments induced Shatangju to flower and there were no significant differences found among them on the number of flowering. The result of correlation analysis showed that significantly negative correlation existed between the nitrogen content in leaf and the number of flowering during beginning period, middle period and later period respectively. 【Conclusion】 The paclobutrazol + drought stress had significant influence on the nitrogen content and the number of flowering, but it was unnecessary to add thiourea. During the flower induction, the lower content of nitrogen in leaf could induce shatangju to flower.

Key words: Shatangju (citrus. reticulate); nitrogen content; the number of flowering

氮素对砂糖橘的生长发育具有重要作用,其影响果树从营养生长向生殖生长的转化,适宜的氮素供应是保证枝条健康生长及培养优良结果母枝的重要管理措施^[1]。有研究认为,柑橘花芽诱导前期,较低的氮素代谢水平有利于花芽分化^[2];但也有研究认为,桄柑秋梢氮素含量越高,成花数量越多^[3]。由此可见,在柑橘花芽分化阶段,果树体内的氮素含量水平对成花影响的研究结果存在一些分歧,但研究一致认为,果树成花过程受很多因素制约,氮素含量水平虽不能完全控制果树的花芽分化,但却起着至关重要的作用。在热带亚热带地区,果树花芽分化的关键是枝梢完成营养生长后及时向生殖生长转化,一些抑制柑橘营养生长的措施在理论上都能诱导果树提前开花;另外使用一些破眠剂打破芽休眠,也能促使果树提前开花,如硫脲具有打破休眠,促使果树提前开花的作用^[4-5]。一些抑制枝梢生长的化控物质,如多效唑^[6-8]也能促使果树成花。有研究发现,低浓度多效唑处理可增加植物体内氮素含量^[9-10]。水分胁迫或干旱胁迫可以抑制新生枝梢的生长^[11-12],促进某些果树开花^[13],但干旱胁迫对果树体内氮素含量的影响因树种不同而存在差异^[14-16]。在生产实践中,往往是利用季节的干旱或自然温度变化促使果树花芽分化。但是由于秋冬季节天气干旱和温度的不确定性,往往导致单独利用自然干旱、气温条件来抑制砂糖橘抽生新梢的效果有较大差异。因此,在生产实践中,使用多效唑加强抑制抽发新梢,已成为一种比较普遍的措施,更有甚者在砂糖橘等果树栽培中,除了利用多效唑以外,同时还使用破休眠剂促使果树成花,这不仅增加了生产成本,而且未必有效。因此,本试验在模拟的干旱条件下,采用单独或混合喷施砂糖橘等果树常用花芽分化促进剂(化控物质),研究化控物质单用或混

合使用对砂糖橘叶中氮素含量的影响及其诱导成花的效果,探讨叶中氮素含量与成花的关系,以期为砂糖橘花芽分化、成花的农艺控制和化控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

于 2008 年以华南农业大学施肥与平衡施肥研究室网室内 5 年树龄盆栽砂糖橘为供试果树。供试土壤为赤红壤,其基本理化性质如下:有机质 36 g/kg,硝态氮 23.9 mg/kg,铵态氮 43.0 mg/kg, pH 值为 5.35。

1.2 试验设计

1.2.1 试验设计 采用盆栽试验,设 4 个处理,分别为喷施清水(CK)、喷施 300 mg/L 多效唑+干旱胁迫(PDST0)、喷施 300 mg/L 多效唑+干旱胁迫+喷施 1 000 mg/L 硫脲(PDST1)、喷施 300 mg/L 多效唑+干旱胁迫+喷施 2 000 mg/L 硫脲(PDST2)。每处理 3 个重复,每重复 4 棵树。

1.2.2 处理方法 对照砂糖橘在试验过程中进行正常水分管理,在其他处理喷施化控物质时喷施等量的清水。PDST0 处理的砂糖橘,在枝梢完全老熟后(09-14),叶面喷施 300 mg/L 多效唑 1 次(叶面叶背均要喷施,以略有水珠但未滴下为宜),同时进行干旱胁迫,干旱(控水)至砂糖橘叶片萎蔫(即土壤含水量为 14.5%)时,每株定量浇 2 L 水,再继续干旱至萎蔫,如此反复处理 10 周。干旱胁迫时间为 09-14—11-23,11-23 后干旱胁迫处理的砂糖橘恢复正常的水分管理。PDST1 和 PDST2 处理的砂糖橘,其多效唑+干旱胁迫处理方法同上,只是在第 8 周(11-03),叶面再分别喷施 1 000 和 2 000 mg/L 硫脲 1 次。

1.3 采样方法和测定项目

处理前采集基础样品。处理开始后每 20 d 在枝梢四周同一高度采集结果母枝顶部向下第 2 或 3 对叶样品,共采集 6 次,采集时间分别为 09-13(未处理期)、10-05(处理前期)、10-25(处理中期)、11-14(处理后期)、12-04(恢复管理期)、12-24(开花前期)。样品采集后立即分离叶柄和叶片,然后称质量,105 ℃下杀青 0.5 h,在 68 ℃下烘至质量恒定,粉碎,置于密封袋中保存。用凯氏法消煮叶片和叶柄样品,AA3 自动分析仪测定全氮含量,全叶中氮素含量为叶片和叶柄中氮素含量的加权平均值。

1.4 数据统计分析

试验数据用“平均值±标准误”表示,均用 Excel、SPSS14.0 进行统计分析。多重比较采用 DM-RT 法。

2 结果与分析

2.1 化控处理对砂糖橘叶各部位氮素含量的影响

表 1~3 表明,在处理前期和中期,化控处理(PDST0、PDST1 和 PDST2)砂糖橘叶片、叶柄和全叶中氮素含量差异均不显著,但均显著小于对照(CK),说明多效唑+干旱胁迫在处理前 40 d,可显著降低砂糖橘叶片、叶柄和全叶中的氮素含量。从处理后期至开花前期,所有处理砂糖橘叶片和全叶中氮素含量差异均不显著,说明从处理后期开始,多

效唑+干旱胁迫不再影响叶片和全叶中的氮素含量;在多效唑+干旱胁迫处理的基础上,再施加不同浓度的硫脲,均不影响叶片和全叶中的氮素含量。在开花前期,化控处理砂糖橘叶柄中氮素含量显著大于对照,而化控处理间差异不显著,说明在开花前期,多效唑+干旱胁迫处理使砂糖橘叶柄中氮素含量显著增加;在多效唑+干旱胁迫处理的基础上再施加不同浓度的硫脲,不影响叶柄中的氮素含量。所有处理叶片和全叶中氮素含量,均随处理时间的延长而呈增加趋势,在达到一定含量后即保持在一个较稳定的范围内;化控处理叶柄中氮素含量的变化趋势与叶片和全叶中基本一致,而对照处理叶柄中氮素含量呈先增加后降低的趋势。在开花前期,CK、PDST0、PDST1 和 PDST2 处理全叶中氮素含量较未处理期分别增加 12.18%,5.58%,8.96%和 9.74%。

由以上研究结果可知,全叶中氮素含量主要受叶片氮素含量的影响,叶柄中的氮素含量对其基本没有影响,这主要是因为叶片是全叶的主要组成部分,占全叶生物量的绝大部分,而叶柄占的比例很小;在处理前期和中期,多效唑+干旱胁迫处理显著影响叶片各部分的氮素含量,在多效唑+干旱胁迫处理基础上再施加不同浓度的硫脲,不影响叶片各部分的氮素含量。

表 1 化控处理对砂糖橘叶片氮素含量的影响

Table 1 Effect of chemical treatment on nitrogen content in blade of Shatangju				g/kg
取样时间 Sampling date	CK	PDST0	PDST1	PDST2
未处理期 The period of untreatment	27.49±0.16 aB	27.35±0.01 aB	27.24±0.67 aC	27.10±0.22 aD
处理前期 Beginning period of treatment	30.37±0.30 aAB	28.03±0.38 bAB	28.01±0.31 bBC	28.11±0.16 bC
处理中期 Middle period of treatment	32.93±1.64 aA	29.28±0.16 bA	29.55±0.58 bA	28.94±0.44 bABC
处理后期 Later period of treatment	30.71±1.24 aAB	27.74±0.58 aAB	29.28±0.34 aAB	28.38±0.20 aBC
恢复管理期 Ending period of treatment	30.03±1.46 aAB	27.19±0.47 aB	29.83±0.22 aA	29.47±0.30 aA
开花前期 Beginning period of flowering	31.41±1.27 aAB	28.99±0.83 aAB	29.50±0.47 aAB	29.42±0.49 aAB

注:同行数据后标不同小写字母,表示差异显著($P<0.05$);同列数据后标不同大写字母,表示差异显著($P<0.05$)。下表同。
Note:Different small letters in the same line indicate significant difference ($P<0.05$). Different capital letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$). The following tables are the same.

表 2 化控处理对砂糖橘叶柄氮素含量的影响

Table 2 Effect of chemical treatment on nitrogen content in petiole of Shatangju				g/kg
取样时间 Sampling date	CK	PDST0	PDST1	PDST2
未处理期 The period of untreatment	17.23±0.37 aC	17.53±0.27 aC	17.26±0.23 aA	17.56±0.36 aC
处理前期 Beginning period of treatment	20.49±0.072 aB	17.59±0.28 bC	17.36±0.21 bC	17.52±0.18 bC
处理中期 Middle period of treatment	21.98±0.46 aAB	19.88±0.41 bB	19.89±0.11 bB	20.89±0.20 bB
处理后期 Later period of treatment	20.93±0.72 aB	21.73±0.10 aB	19.85±0.40 aB	22.08±1.10 aB
恢复管理期 Ending period of treatment	23.11±0.50 aA	24.05±0.60 aA	24.99±0.93 aA	24.67±0.64 aA
开花前期 Beginning period of flowering	21.52±0.39 bB	25.37±1.19 aA	26.22±0.31 aA	25.57±0.21 aA

表 3 化控处理对砂糖橘全叶氮素含量的影响

Table 3 Effect of chemical treatment on nitrogen content in leaf of Shatangju g/kg

取样时间 Sampling date	CK	PDST0	PDST1	PDST2
未处理期 The period of untreatment	27.08±0.11 aB	26.95±0.02 aB	26.82±0.65 aC	26.70±0.21 aC
处理前期 Beginning period of treatment	29.93±0.30 aAB	27.53±0.38 bAB	27.42±0.28 bBC	27.57±0.16 bBC
处理中期 Middle period of treatment	32.05±1.59 aA	28.77±0.12 bA	29.08±0.55 bA	28.50±0.42 bAB
处理后期 Later period of treatment	29.91±1.21 aAB	27.60±0.55 aAB	28.71±0.30 aAB	28.09±0.14 aB
恢复管理期 Ending period of treatment	29.32±1.41 aAB	27.22±0.44 aAB	29.55±0.20 aA	29.13±0.31 aA
S 开花前期 Beginning period of flowering	30.41±1.25 aAB	28.45±0.84 aAB	29.16±0.43 aA	29.32±0.46 aA

2.2 化控处理对砂糖橘开花时间和成花数的影响

结果显示,化控处理砂糖橘成花时间基本一致,说明在多效唑+干旱胁迫处理的基础上再喷施硫脲,在促使砂糖橘提前开花方面效果不显著。图 1 表明,对照处理砂糖橘没有成花,而 PDST0、PDST1 和 PDST2 处理砂糖橘成花数显著增加,且化控处理间差异不显著,说明多效唑+干旱胁迫处理在增加砂糖橘成花数方面具有很好效果,在多效唑+干旱胁迫处理的基础上再喷施硫脲,对砂糖橘成花数没有显著影响。因此,无论从诱导砂糖橘开花时间方面还是从成花数方面而言,只需单独进行干旱+多效唑处理(PDST0)即可,不需要在此基础上再施用硫脲来打破芽休眠和诱导砂糖橘成花。

2.3 砂糖橘全叶中氮素含量与成花数的相关性分析

表 4 表明,在处理的前期、中期和后期,砂糖橘全叶中氮素含量与每株成花数呈显著或极显著负相关,说明在砂糖橘花芽诱导期,全叶较低的氮含量有

利于砂糖橘成花;在恢复管理期和开花前期,砂糖橘全叶中氮素含量与每株成花数间的相关系数不显著,说明在砂糖橘花芽诱导后期至开花前期,全叶氮素含量与砂糖橘成花数无定量关系。

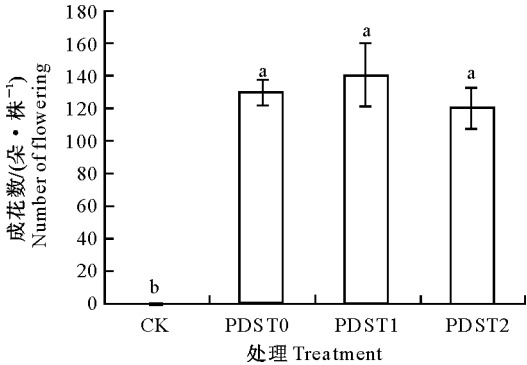


图 1 化控处理对砂糖橘成花数的影响

不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)

Fig.1 Effect of chemical treatment on the number of shatangju flowering

Different small letters in the fig. 1 indicate significant difference($P<0.05$)

表 4 砂糖橘全叶氮素含量与每株成花数的相关系数

Table 4 Analysis of correlation between nitrogen content in leaf and the number of flowering

项目 Item	氮素含量 Nitrogen content					
	未处理期 The period of untreatment	处理前期 Beginning period of treatment	处理中期 Middle period of treatment	处理后期 Later period of treatment	恢复管理期 Ending period of treatment	开花前期 Beginning period of flowering
成花数 Number of flowering	-0.255	-0.808 **	-0.589 *	-0.687 *	-0.340	-0.277

注:*.代表相关系数达显著水平($P<0.05,n\geq 48$),**.代表相关系数达极显著水平($P<0.01,n\geq 48$)。
Note:*.Indicates that the correlation coefficient is significant ($P<0.05,n\geq 48$),**.Indicates that the correlation coefficient is extremely significant($P<0.01,n\geq 48$).

3 讨论

本研究发现,在处理前期和中期,多效唑+干旱胁迫处理可显著降低叶片各部分氮素含量,其余时期不影响叶片和全叶中的氮素含量,但在开花前期可显著增加叶柄中的氮素含量。在多效唑+干旱胁迫处理的基础上再喷施 1 000 和 2 000 mg/L 硫脲,不影响砂糖橘叶片各部分的氮素含量,这是否说明在花芽诱导的前期阶段,全叶较低的氮素含量和花

芽诱导的后期叶柄中较高的氮素含量有利于砂糖橘的花芽分化,尚需进一步研究。在进行多效唑+干旱胁迫处理的初期,砂糖橘叶中氮素含量降低,这可能是因为虽然多效唑暂时抑制了果树枝条的生长,使树体内的物质浓度瞬时增加,但果树在水分胁迫条件下,根系对水分吸收能力下降致使对矿质元素吸收量减少;此外,果树在逆境条件下生理代谢紊乱,物质同化受到抑制,最终导致树体内氮素含量减少。研究结果显示,随着处理时间的延续,化控处理

不再影响全叶中的氮素含量,这可能是因为植物逐渐适应了这种逆境条件。本研究还发现,全叶中的氮素含量主要受叶片氮素含量的影响,叶柄中的氮素基本不影响全叶中的氮素含量,这主要是因为叶片是全叶的主要组成部分,占全叶生物量的绝大部分。

试验结束后,化控处理的砂糖橘均成花,但处理间差异不显著,说明在多效唑+干旱胁迫处理基础上再喷施硫脲,对砂糖橘的成花数没有显著影响;在处理前期、中期和后期,砂糖橘全叶中氮素含量与每株成花数均呈显著或极显著负相关,说明在花芽诱导前期,较低的氮素含量有利于砂糖橘成花,这与何绍兰等^[2]的观点一致。石健泉^[17]研究发现,C/N 高时有利于果树花芽分化。然而鲁剑巍等^[18]研究认为,氮能促进红壤地区幼龄柑橘的花芽分化。因此,人们对氮素含量在果树花芽分化阶段所起的作用存在一些分歧,那么多高水平的氮素含量才能达到柑橘营养生长与生殖生长的平衡,在果树的花芽分化阶段氮素含量是否存在一个最高或最低的阈值,这些问题尚需进一步探讨。但从本试验可以看出,在冬季砂糖橘花芽分化过程中,如果条件不利于砂糖橘花芽分化,那么只需辅助以叶面喷施多效唑就能明显促使砂糖橘开花,无需再喷施硫脲来打破休眠。

4 结 论

1)处理前 40 d,多效唑+干旱胁迫处理可显著降低砂糖橘叶各部分氮素含量,处理 40 d 后基本不影响全叶中氮素含量,但在开花前期显著增加叶柄中氮素含量;在多效唑+干旱胁迫处理的基础上再喷施硫脲,不影响砂糖橘叶各部分氮素含量。

2)砂糖橘叶中氮素含量主要受叶片中氮素含量的影响与制约。

3)在诱导砂糖橘成花方面,多效唑+干旱胁迫处理具有显著的效果,无需再喷施硫脲。

4)在花芽诱导过程中,全叶较低水平的氮素含量有利于砂糖橘的成花。

〔参考文献〕

[1] 李文庆,樊小林,林常华. 氮素在果树成花过程中的作用 [J]. 土壤通报,2007,38(6):1203-1206.
Li W Q,Fan X L,Lin C H. Effects of nitrogen on flowering of fruit trees [J]. Chinese Journal of Soil Science,2007,38(6): 1203-1206. (in Chinese)

[2] 何绍兰,邓 烈,李宜琴,等. 促抑花处理对柑桔花芽分化期 N 素和氨基酸代谢的影响 [J]. 西南农业大学学报,1995,17(6):

501-505.
He S L,Deng L,Li Y Q,et al. Effect of floral promotion and inhibition on nitrogen and phenylalanine metabolism during flower initiation in citrus [J]. Journal of Southwest Agricultural University,1995,17(6):501-505. (in Chinese)

[3] 戴良昭,张 群,何明忠. 椴柑花芽分化期矿质营养与成花的关系 [J]. 中国南方柑桔,1995,24(3):20-21.
Dai L Z,Zhang Q,He M Z. The correlation between the mineral nutrient and the production of ponkan in flower bud differentiation period [J]. China South Citrus,1995,24(3):20-21. (in Chinese)

[4] 孙爱文,石元亮,郭爱民,等. 硫脲在农业中的研究和应用 [J]. 土壤通报,2003,8(4):377-280.
Sun A W,Shi Y L,Guo A M,et al. Research and application of thiourea in agriculture [J]. Chinese Journal of Soil Science,2003,8(4):377-280. (in Chinese)

[5] 申海林. 温室杏休眠期花芽内生理变化及打破休眠方法的研究 [D]. 河北保定:河北农业大学,2004.
Shen H L. The study on changes of physiological indexes in dormant floral buds of apricot and methods to break dormancy [D]. Baoding, Hebei: Agricultural University of Hebei,2004. (in Chinese)

[6] 倪竹如,刘智宏,林云方,等. 多效唑对椴柑幼树的促花与增产效应 [J]. 浙江农业科学,1990(1):44-46.
Ni Z R,Liu Z H,Lin Y F,et al. The effect of paclobutrazol on promoting flowers and yield of the young ponkan trees [J]. Journal of Agriculture Science,1990(1):44-46. (in Chinese)

[7] 傅晓芳,陈文辉. PP333 对雪柑控梢促花效应试验初报 [J]. 中国南方果树,2000,29(4):10.
Fu X F,Chen W H. The primary experiment about the effect of PP333 on controlling shoots and promoting flowers of xuegan [J]. South China Fruits,2000,29(4):10. (in Chinese)

[8] 刘潮强,欧燕清. 多效唑在果树上的应用 [J]. 中国热带农业,2007(1):61-63.
Liu C Q,Ou Y Q. The application of paclobutrazol on fruit trees [J]. China Tropical Agricultural,2007(1):61-63. (in Chinese)

[9] 冯国发,黄卫东,卢炳华. 多效唑对“燕红”早凤桃树生长结果和叶内矿质元素浓度效应 [J]. 北方园艺,1991(4):14-19.
Feng G F,Hang W D,Lu B H. The effect of paclobutrazol on growth, fruit of yanhong and zaofeng peach trees and mineral Nutrient concentration in leaf [J]. Northern Horticulture,1991(4):14-19. (in Chinese)

[10] 赵秀芬,房增国,高祖明. 多效唑对苗期稻麦地上部矿质营养元素含量的影响 [J]. 山东农业科学,2005(2):48-49.
Zhao X F,Fang Z G,Gao Z M. The effect of paclobutrazol on mineral Nutrient content in aerial part of rice-wheat seeding [J]. Shandong Agricultural Sciences,2005(2):48-49. (in Chinese)

[11] Boland A M,Jerie P H,Mitchell P D,et al. Long-term effects of restricted root volume and regulated deficit irrigation on pench I;Growth and mineral nutrition [J]. J Amer Soc Hort

Sci,2000,25(1):135-147.

[12] Georgios,Psarras,Lan A M. Water stress affects rhizosphere respiration rate and root morphology of young “Mutsu” apple trees on M9 and MM111 root stocks [J]. J Amer Soc Hort Sci,2000,125(5):588-595.

[13] 薛毅民,刁 猛,王银华. 盆栽金柑的促花保果技术 [J]. 福建果树,2001,116(2):63.

Xue Y M,Diao M,Wang Y H. The technology of promoting and save fruits of pot kumquat [J]. Fujian Fruits,2001,116(2):63. (in Chinese)

[14] 刘国琴,何篙涛,樊卫国,等. 土壤干旱胁迫对刺梨叶片矿质营养元素含量的影响 [J]. 果树学报,2003,20(2):96- 98.

Liu G Q,He S T,Fan W G,et al. Effect of soil drought stress on mineral nutrient contents in rosa roxburghii [J]. Journal of Fruit Science,2003,20(2):96-98. (in Chinese)

[15] 程瑞平,束怀瑞,顾曼如. 水分胁迫对苹果树生长和叶中矿质元素含量的影响 [J]. 植物生理学通讯,1992,28(1):32-34.

Chen R P,Shu H R,Gu M R. Effect of water stress on plant growth and mineral contents in leaves of apple tress [J]. Plant Physiology Communications, 1992, 28 (1): 32-34. (in Chinese)

[16] 刘建福,倪书邦,贺 熙. 水分胁迫对澳洲坚果叶片矿质元素含量的影响 [J]. 热带农业科技,2004,27(1):1-3.

Liu J F,Ni S B,He X. The effect of moisture stress on mineral content in the macadamia leaf [J]. Tropical Agricultural Science & Technology,2004,27(1):1-3. (in Chinese)

[17] 石健全. 柑橘果树的花芽分化 [J]. 广西柑桔,1995(4):22-25.

Shi J Q. The flower bud differentiation of citrus [J]. Guangxi Citrus,1995(4):22-25. (in Chinese)

[18] 鲁剑巍,陈 防,王运华,等. 氮磷钾肥对红壤地区幼龄柑橘生长发育和果实产量及品质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(4):413-418.

Lu J W,Chen F,Wang Y H,et al. Effect of N,P,K fertilization on young citrus tree growth,fruit yield and quality in area of red [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science,2004,10(4):413-418. (in Chinese)

(上接第 128 页)

[14] Jones J D. Putting knowledge of plant disease resistance genes to work [J]. Current Plant Biol,2001(4):281-287.

[15] Kobe B,Kajava A Y. The leucine-rich repeat as a protein recognition motif [J]. Current Opinion in Structural Biology, 2001(11):725-732.

[16] Leckie F,Mattei B,Capodicasa C,et al. The specificity of polygalacturonase-inhibiting protein (PGIP):a single amino acid substitution in the solvent-exposed beta-strand region of the leucine-rich (LRRs) confers a new recognition capability [J]. Embo J,1999,18(9):2352-2363.

[17] Gomathi V,Gnanamanickam S S. Polygalacturonase-inhibiting proteins in plant defense [J]. Current Science,2004,87(9): 1211-1217.

[18] Gazendama I,Oelofse D,Berger D K. High-level expression of apple PGIP1 is not sufficient to protect transgenic potato against *Verticillium dahliae* [J]. Physiological and Molecular Plant Pathology,2004,65(3):145-155.

[19] 龚 婷,杨孝朴,李银聚. 鸡 IL-2 全基因和去信号肽基因的原核表达 [J]. 甘肃农业大学学报,2009, 44(1):11-14.

Gong T,Yang X P,Li Y J. The prokaryon expression of ChIL-2 whole gene partial gene without singal sequence [J]. Journal of Gansu Agricultural University,2009,44(1):11-14. (in Chinese)