

尹翠,孙利鑫,曹震,等.根域加温对塑料大棚内葡萄芽萌发及生理特性的影响[J].江苏农业科学,2016,44(8):203-206.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.056

根域加温对塑料大棚内葡萄芽萌发及生理特性的影响

尹翠,孙利鑫,曹震,陈磊,张亚红

(宁夏大学农学院,宁夏银川 750021)

摘要:为研究根域加温对塑料大棚内红地球葡萄休眠期至萌芽期生理特性及芽萌发的影响,试验以五年生红地球葡萄为试验材料,在需冷量满足后进行根域加温处理,设置 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ (以下简称 $T_{20^\circ\text{C}}$)和对照(CK)2个温度梯度,观测芽体萌发进程、测定休眠期至萌芽期葡萄一年生枝条和10、20、30 cm 3个深度根系的脯氨酸含量(Pro)、丙二醛含量(MDA)和SOD活性的变化。结果表明:塑料大棚促早栽培通过根域加温可以提高土壤温度约 9.9°C , $T_{20^\circ\text{C}}$ 处理比对照提早6 d解除休眠。休眠期葡萄枝条和根系内Pro含量、MDA含量、SOD活性均迅速升高;升温管理后, $T_{20^\circ\text{C}}$ 处理下根系Pro含量、MDA含量、SOD活性均迅速下降,CK处理Pro和MDA含量下降缓慢,SOD活性先上升后下降;2种处理下,枝条内Pro含量、MDA含量、SOD活性均呈现下降趋势,且 $T_{20^\circ\text{C}}$ 处理根系和枝条各个生理指标均低于CK。适当提高土壤温度可以使葡萄提早解除生态型抑制休眠,提前进入萌芽,提早上市。

关键词:根域加温;红地球葡萄;休眠期;萌芽期;生理特性;萌发

中图分类号: S663.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)08-0203-04

随着果树设施栽培的迅速发展,落叶果树的休眠研究成为热点。休眠是落叶果树在冬季低温或夏季高温等不良环境条件下生存,以暂时停止生长或进行落叶的方式来适应环境变化的现象^[1]。落叶果树必须经历低温休眠过程才能正常萌芽、开花和结果,其开花早晚在理论上主要受需冷量和需热量的控制。在设施果树生产中,如果未满足落叶果树对低温的需求而过早揭苫升温,则会导致果树生长发育不正常,出现不能适期萌芽或萌芽不整齐现象,并引起花器官畸形或严重败育,影响果实的品质和产量^[2-3]。塑料大棚可以通过反保温处理的方式(白天覆盖保温被弱光低温,夜间揭开保温被降温)提前满足落叶果树的低温需求,但升温管理后(保温被白天揭开夜间覆盖),塑料大棚内白天气温能够满足芽萌发环境条件但由于夜间失热,土温上升缓慢,达不到萌发所需的热量,果树处于生态抑制休眠阶段,造成同品种葡萄的萌芽期在塑料大棚中比日光温室萌发晚1个月。大量研究表明,温度是影响果树芽体解除休眠的最主要的因子^[4-5],不同温度条件下果树的枝条与根系生理指标变化也不同。

对落叶果树芽休眠的诱导和解除过程中生理指标变化前人做了较多研究,韩浩章等认为,葡萄和油桃在自然休眠解除

过程中,2种果树芽体SOD活性在初休眠期缓慢增强并一直保持较高水平,在休眠后期减弱^[6]。王连荣等发现, 20°C 土壤温度处理下早露蟠桃花芽可溶性糖、淀粉、蛋白质和氨基酸含量在整个休眠期均低于 15°C 土壤温度处理和对照^[7]。李政红等认为,曙光油桃未进入休眠时,芽体MDA含量呈下降趋势,随着外界低温的来临,芽体进入休眠状态,MDA含量迅速上升,并稳定在较高水平上^[8]。以上主要是针对落叶果树休眠期至萌芽期枝条和芽的生理生化变化的研究,但对根系生理特性研究较少。王世平等提出,通过根域加温可以提高促成栽培早期土壤温度约 10°C ,各物候期均早于未加温处理2~5 d,新梢生长好、叶面积大、花穗发育好、单株果穗数显著增加,能提高果实品质,果粒质量、果穗质量和单株产量均显著高于未加温处理^[9]。目前,国内外对芽体和枝条休眠的研究主要集中在打破休眠(内休眠或自然休眠)的机理上,对自然休眠解除后的生态抑制休眠的规避,以及土壤温度对根系生理特性及萌芽期的影响研究甚少。

本研究通过对塑料大棚内葡萄根域进行加温处理,研究其对土壤温度、对葡萄解除休眠进程、休眠期至萌芽期根系和枝条生理指标变化规律的影响,探究设施果树休眠与萌芽的生理机理,为设施果树生产管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2013年与2014年在宁夏小任果业发展有限公司的塑料大棚内进行,(塑料大棚长96 m,宽16 m,脊高

收稿日期:2015-07-05

基金项目:国家自然科学基金(编号:31360493)。

作者简介:尹翠(1989—),女,宁夏吴忠人,硕士研究生,研究方向为果树学。E-mail:1083265273qq.com。

通信作者:张亚红,教授,博士生导师,研究方向为设施园艺环境。E-mail:zhyhcau@sina.com。

[23]秦涵淳,杨腊英,李松伟,等.香蕉镰刀菌枯萎病拮抗放线菌的分离筛选及其抑制效果的初步评价[J].中国生物防治,2010,26(2):174-180.

[24]Chen C Y, Wang Y H, Huang C J. Enhancement of the antifungal activity of *Bacillus subtilis* F29-3 by the chitinase encoded by *Ba-*

cillus circulans *chiA* gene. [J]. Canadian Journal of Microbiology, 2004, 50(6):451-454.

[25]Lodewyckx C, Vangronsveld J, Porteous F, et al. Endophytic bacteria and their potential applications [J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2002, 21(6):583-606.

4.25 m,南北延长,为钢架结构,覆盖材料为 PE 膜,保温覆盖材料为棉被)。以五年生且生长发育良好的红地球葡萄一年生枝条和 10、20、30 cm 处根系为试材。温度数据采用美国 Campbellsci 公司生产的 CR10X、CR800 数据采集器和相关温度传感器,每 15 min 采集 1 次。

1.2 试验方法

1.2.1 温度的设置与测定 2013 年 11 月 8 日对塑料大棚内红地球葡萄扣棚反保温管理(白天覆盖保温被弱光低温,夜间揭开保温被降温),期间将棚内气温控制在 0~7.2℃,以满足红地球葡萄解除休眠的低温需求量。12 月 28 日升温管理(保温被白天揭开夜间覆盖),同时在 12 月 28 日对土壤温度作以下处理:常温处理(CK),地表覆盖黑色地膜,保持棚内自然土壤温度,作为对照;(20±2)℃(以下简称 T_{20℃})处理,选择生长良好的 6 行葡萄,在距离葡萄主根 40 cm 处地表下 30 cm 铺设电热线(电热线固定在纳米材料板上)之后覆土,覆盖黑色地膜保温,外接控温仪控制温度(控温仪设置断电温度为 22℃)。安装加热设备后,在每个处理地表下(离葡萄根系 30 cm)10、20、30 cm 处埋设温度探头,重复 2 次,试验采用随机区组设计,2 行(20 株)为 1 个小区,重复 3 次,每个处理间设置保护行。

1.2.2 生理指标的测定 休眠期每 2 周对每处理随机选取 3 株葡萄,采集发育良好的一年生枝条和地表下 10、20、30 cm 处的根系,升温期每周采样 1 次。样品装入保鲜袋内封口,放在保温箱带回实验室,用液氮处理,放在 -20℃ 冰箱中保存供测定,测定指标时采用表皮与木质部的混合样。脯氨酸含量采用磺基水杨酸法测定^[10],超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑法测定^[10]。丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法测定^[10]。结果表明,10、20、30 cm 处根系生理指标值大小不同,但变化趋势基本相同,选择 20 cm 处根系作代表分析。

1.3 统计方法

运用 Excel 2007 和 SAS 进行数据处理,采用五日滑动法处理温度数据。

2 结果与分析

2.1 塑料大棚内空气温度和土壤温度变化

2.1.1 塑料大棚内空气温度变化 图 1 所示,2013 年 11 月 8 日至 12 月 28 日进行扣棚反保温管理后气温降低,日平均气温和日最低气温虽有波动,但多在 0~7.2℃ 之间满足葡萄休眠对温度的要求。12 月 29 日后塑料大棚开始升温管理,气温呈上升趋势并稳定在较高水平上,能够满足红地球葡萄需热量的积累,葡萄由休眠逐渐进入萌芽。2014 年 2 月 2—9 日,出现低温是由于下雪导致外界气温骤然下降,之后温度迅速回升。

2.1.2 塑料大棚内土壤温度变化 由图 2 可知,休眠期(11 月 8 日至 12 月 28 日)土壤日平均温度在 2~7℃ 之间波动,能够满足葡萄需冷量的需求。12 月 28 日升温后,T_{20℃} 处理下土壤日平均温度变化相对稳定,波动范围在 18~22℃ 之间,加温期间 1 月 22 日出现最低值为 18.1℃。加温处理 50 d(2 月 18 日),T_{20℃} 处理下土壤日平均温度比 CK 处理日平均温度高 9.9℃,之后随着外界气温不断升高,加热与对照处理之间土壤温差逐渐变小。

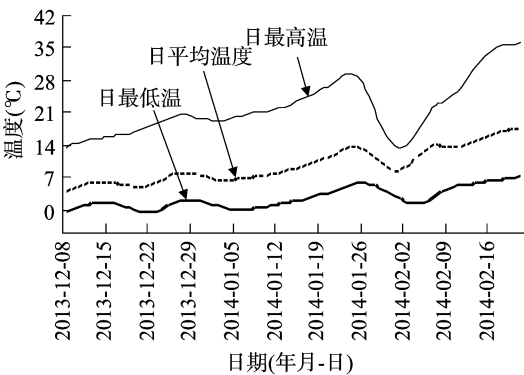


图1 塑料大棚内空气温度变化

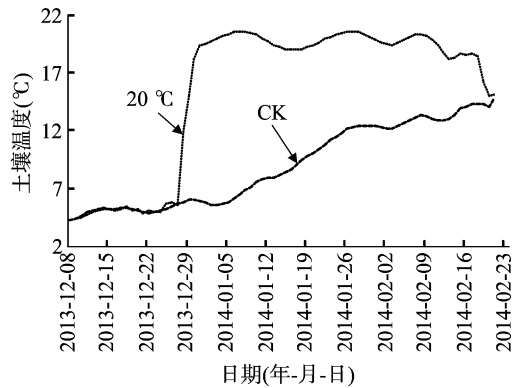


图2 塑料大棚内土壤温度的变化

2.2 土壤温度对葡萄萌芽率的影响

由表 1 可知,土壤温度对塑料大棚葡萄休眠解除有一定的影响,随着热量累积量(需热量)的积累,CK 处理和 T_{20℃} 处理萌芽率逐渐升高,2 个处理间差异极显著。T_{20℃}、CK 处理下塑料大棚内葡萄开始萌动日期分别为 2014 年 2 月 8 日和 2 月 14 日,2 月 14 日 T_{20℃} 处理下葡萄萌芽率为 25.6%,2 月 18 日萌芽率超过 50%;CK 处理在 2 月 24 日萌芽率为 52.7%,已超过 50%,说明芽体已经解除休眠,开始萌动。通过以上分析可知,T_{20℃} 处理比 CK 处理提早 6 d 解除休眠。

表 1 不同处理对塑料大棚内葡萄萌芽率的影响

日期 (月-日)	萌芽率(%)	
	CK	T _{20℃}
02-08	0A	1.5B
02-10	0A	7.9B
02-12	0A	16.2B
02-14	2.6A	25.6B
02-16	10.4A	38.9B
02-18	19.7A	51.2B
02-20	28.4A	63.5B
02-22	39.5B	0A
02-24	52.7B	0A

注:同列数据后大写字母代表差异极显著(P<0.01)。

2.3 土壤温度对葡萄根系和枝条生理指标的影响

2.3.1 对脯氨酸含量变化的影响 由图 3 可知,土壤加温对红地球葡萄根系和枝条内脯氨酸含量变化有一定的影响,休眠期(11 月 8 日至 12 月 28 日)T_{20℃}、CK 处理下根系内脯氨酸含量随时间变化而稳定上升,12 月 28 日达到最大值,分别

为0.192 1、0.183 9 $\mu\text{g/g}$, 12月28日升温管理后 $T_{20\text{℃}}$ 处理下根系脯氨酸含量迅速下降,且含量最低,CK缓慢下降。 $T_{20\text{℃}}$ 、CK处理下枝条内脯氨酸含量均呈先上升后下降趋势, $T_{20\text{℃}}$ 处理下其含量低于对照处理。由于空气温度的影响,枝条内脯氨酸含量在休眠前期(12月10日前)和升温后期(1月10日后)均高于根系脯氨酸含量。

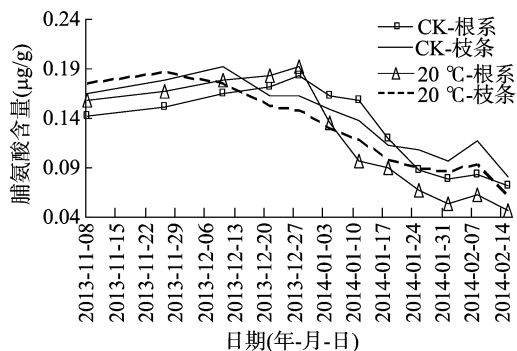


图3 葡萄根系和枝条内脯氨酸含量变化

2.3.2 对丙二醛含量变化的影响 由图4可知,休眠期(11月8日至12月28日), $T_{20\text{℃}}$ 、CK处理下葡萄根系和枝条随着外界低温的来临逐渐进入休眠,MDA含量迅速上升,并稳定在较高水平上,枝条丙二醛含量低于根系。说明休眠期低温使根系膜系统受过氧化作用而损伤,这种损伤可以通过根系和枝条丙二醛含量反映出来。升温后(12月28日后)根系和枝条MDA含量均呈现下降趋势, $T_{20\text{℃}}$ 处理下根系丙二醛含量急速下降,CK则缓慢下降,说明根系MDA含量对温度反应较敏感。枝条MDA含量变化相对稳定,可能由于枝条对温度敏感性较差。 $T_{20\text{℃}}$ 处理下根系和枝条均低于CK处理,说明土壤增温可以抵消低温对丙二醛的部分影响。

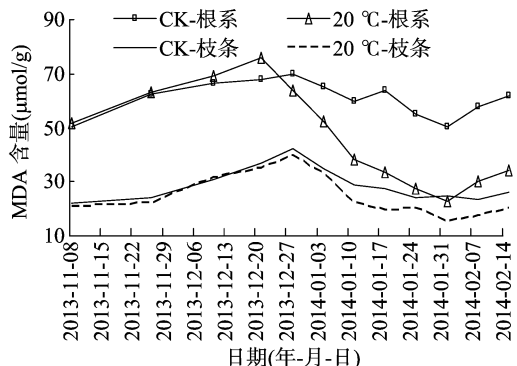


图4 葡萄根系和枝条内丙二醛含量变化

2.3.3 对SOD活性变化的影响 由图5可知,土壤增温对红地球葡萄根系和枝条SOD活性具有一定的影响,休眠期(11月8日至12月28日),SOD活性迅速增强,12月20日至1月3日,SOD活性呈现“V”字形,出现谷值分别为161.99、170.67 OD/g。1月3日 $T_{20\text{℃}}$ 处理下根系SOD活性呈快速减弱趋势,CK处理则先增强后减弱,且 $T_{20\text{℃}}$ 根系SOD活性明显弱于CK。枝条SOD活性缓慢减弱,2种处理减弱趋势基本相同。SOD是诱导酶,每处理开始时保持较高的水平,这可能与休眠期低温诱导有关,而 $T_{20\text{℃}}$ 处理下根系和枝条SOD活性都弱于CK处理,说明较高土壤温度可以消除低气温的部分影响。

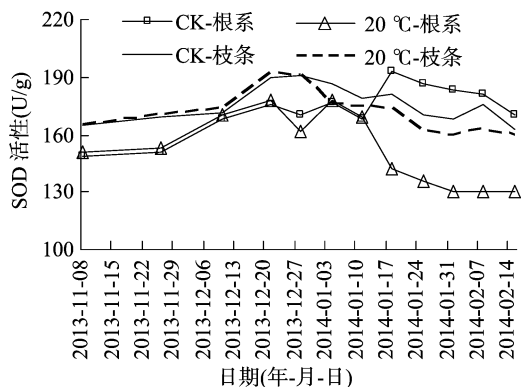


图5 葡萄根系和枝条内SOD活性变化

3 结论与讨论

果树休眠是在系统发育过程中形成的,是一种对逆境的适应性^[11]。一般认为,落叶果树根系没有自然休眠现象,在环境适宜的条件下可以周年生长,自然休眠接受低温信号的位点在地上部,以芽为主体,而根系是否影响低温需求量及其自然休眠解除,这方面报道较少。Young等认为,苹果根系需要接受一定的低温才能正常的萌芽和生长,而桃根系经过低温处理,推迟发芽并减少新梢的生长^[12]。在本试验中,塑料大棚内红地球葡萄地上部接受正常自然休眠,需冷量满足后对土壤进行不同温度处理,结果表明,较高的土壤温度,能促进葡萄提早解除生态型抑制休眠,缩短萌芽期。这与高东升等对油桃和杏研究结果^[13]相似,肯定了土壤温度对葡萄休眠解除有影响。

在日本,果树加温(气温)促早栽培中,翌年发芽不良和生长缓慢的现象比较普遍,增温时间越早,花芽分化率越低,花穗原基发育越差^[14]。后来研究发现,出现这种现象是由于在加温时地上部开始活动,而根系却仍然处在较低的温度环境中,根际营养供给不能满足地上部的生长需要^[15]。在本研究中,2种处理在同一个塑料大棚内,土壤增温没有造成空气温度的差异,但提高土壤温度后,适宜的根际温度有利于根系生长,根系不断合成细胞分裂素并向上运输,影响芽的休眠进程,从而使葡萄提早解除休眠,缩短萌芽期,提前成熟。据Kliwer报道,Cabernet Sauvignon葡萄根域温度设置为11~35℃,地温越高,新梢生长越快,叶片数越多,叶面积越大^[16]。

脯氨酸是植物细胞中重要的渗透调节物质,对植物抗逆性起重要的调节作用,植物通过增加细胞内脯氨酸含量增强对外界低温环境的耐受性^[17]。在低温条件下,植物组织中脯氨酸的含量显著增加,可提高植物的抗寒性。试验结果表明,休眠期(11月8日至12月28日) $T_{20\text{℃}}$ 、CK处理下根系内脯氨酸含量随时间变化而稳定上升,由于蓄冷期温度较低,脯氨酸含量增加,与欧阳汝欣研究的在自然休眠过程中,随着低温积累,游离脯氨酸含量不断上升的结果^[18]一致,升温管理后 $T_{20\text{℃}}$ 处理下根系脯氨酸含量迅速下降,且含量最低,CK缓慢下降。 $T_{20\text{℃}}$ 、CK处理下枝条内脯氨酸含量均呈先上升后下降趋势, $T_{20\text{℃}}$ 处理下的含量低于CK处理。与王连荣研究的结果^[7]相反,可能是由于测定的部位和氨基酸种类不同,还须要进一步探究。

MDA 是脂质过氧化的主要产物之一,其含量可以反映脂质过氧化程度^[19],植物器官衰老或在逆境下遭受伤害,发生膜脂过氧化作用。休眠期较高 MDA 含量,表明低温对根系和枝条体造成了一定伤害,作为应对机制,根系和枝条作出积极响应,如膜组分的变化以及清除过氧化氢、超氧阴离子自由基等有毒物质,这些机制可能参与休眠的调控。试验结果表明,休眠期(11月8日至12月28日), $T_{20\text{℃}}$ 、CK 处理下葡萄根系和枝条随着外界低温的来临逐渐进入休眠,MDA 含量迅速上升,并稳定在较高水平,枝条丙二醛含量低于根系。这可能是未休眠的根系和枝条发生的一系列生理生化变化,为进入休眠做准备,这种变化可从膜透性上反映出来。升温后(12月28日后),根系和枝条丙二醛含量均呈下降趋势, $T_{20\text{℃}}$ 处理下根系丙二醛含量急速下降,CK 则缓慢下降,与李政红等的研究结果^[8]相似。

超氧化物歧化酶(SOD)是一种植物体内抗氧化系统中重要的酶,是典型的诱导酶^[20-22],它能催化超氧阴离子自由基产生过氧化氢,防止氧自由基破坏细胞的组成和结构,保护细胞免受氧化损伤。因此,SOD 具有保护生物体免受活性氧伤害的能力。在本试验中,随着休眠进程的继续,根系和枝条 SOD 活性升高,产生大量或过量的 H_2O_2 ,进入萌芽期后 SOD 活性有所降低。在萌芽期, $T_{20\text{℃}}$ 处理根系和枝条 SOD 活性低于 CK 处理。这可能是 $T_{20\text{℃}}$ 处理减少了根系和枝条内活性氧的形成,活性氧浓度降低,SOD 活性相应降低;而 CK 处理土壤温度较低,增加了根系和枝条内活性氧含量,SOD 是一种诱导酶,为了消除芽体内合成的活性氧,低温诱导了 SOD 的大量合成,从而提高了 SOD 活性。植物生长发育过程中休眠具有重大的意义,因此在休眠期间一定会发生一系列不同于生长期间的生理生化变化,可能是由于不同生理生化变化导致植株由休眠逐渐进入萌芽。

参考文献:

- [1]曾 骤. 果树生理学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1992: 21-41.
- [2]张风敏,官美英,梁树乐. 果树设施栽培中存在的问题及对策[J]. 河北果树,2003(3):4-5.
- [3]姜卫兵,韩浩章,汪良驹,等. 落叶果树需冷量及其机理的研究进展[J]. 果树学报,2003,20(5):364-368.
- [4]江泽平. 栓皮栎芽休眠解除过程的模拟[J]. 地理研究,1994, 13(1):43-50.
- [5]江泽平. 温带木本植物芽休眠的解除与温度[J]. 林业学,1995, 31(2):160-168.
- [6]韩浩章,姜卫兵,费宪进,等. 葡萄和油桃自然休眠解除过程中 H_2O_2 含量和抗氧化酶活性的变化[J]. 南京农业大学学报, 2007,30(1):50-54.
- [7]王连荣. 土壤温度对温室早露蟠桃休眠及升温期生理生化的影响[D]. 保定:河北农业大学,2003.
- [8]李政红,高东升. 休眠期曙光油桃芽电导率及丙二醛含量的变化[J]. 安徽农业科学,2009,36(24):10340-10343.
- [9]王世平,费全风,秦卫国,等. 根域加温对促成栽培绯红葡萄生长发育的影响[J]. 果树学报,2003,20(3):182-185.
- [10]邹 琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2010.
- [11]黄卓烈,林韶湘,谭绍满,等. 按树等植物吲哚乙酸氧化酶活性变化与插枝生根的比较研究[J]. 林业科学研究,1996,9(5): 510-516.
- [12]Young E, Werner D J. 6-BA applied after shoot and/or root chilling and its effect on growth resumption in apple and peach[J]. HortScience,1986,21(2):280-281.
- [13]高东升,束怀瑞,李宪利. 几种适宜设施栽培果树需冷量的研究[J]. 园艺学报,2001,28(4):283-289.
- [14]冈本五郎. 果实发育及其调节[M]. 养贤堂,1996:14-31.
- [15]久保田尚浩,江川俊之,村和夫. 加温期 的なるブドウ‘マスカ ット オブ アレキサンドリア’の根の生 及びその活性に及ぼす影[J]. 園芸学会,1987,56:280-286.
- [16]Kliewer W M. Effect of root temperature on budbreak, shoot growth, and fruit - set of ‘Cabernet Sauvignon’ grapevines[J]. American Journal of Enology and Viticulture,1975,26(2):82-89.
- [17]余叔文,汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 北京:科学出版社,2001:381.
- [18]欧阳汝欣. 温度对芽休眠及开花坐果的影响[D]. 保定:河北农业大学,2002.
- [19]王令霞,吴志祥,王家保,等. 芒果花期内源激素含量的变化[J]. 热带作物学报,2005,26(1):60-62.
- [20]和华龙,黄 华,薛建辉. 模拟酸雨和富营养化复合胁迫对水葫芦抗氧化酶的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):430-432.
- [21]陈美静,刘倚雯,张宝龙,等. 不同预处理对 PEG 胁迫下水稻幼苗抗氧化系统的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):76-78.
- [22]孙佳佳,张其安,江 力,等. 3 种不同耐寒番茄品系的生理特性研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(5):2315-2317.

(上接第 198 页)

- [3]Dong Y H, Xu J L, Li X Z, et al. AiiA, an enzyme that inactivates the acylhomoserine lactone quorum - sensing signal and attenuates the virulence of *Erwinia carotovora* [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2000, 97(7):3526-3531.
- [4]周 盈,陈 琳,柴鑫莉,等. 魔芋内生拮抗细菌的分离及其抗菌物质特性研究[J]. 微生物学报,2007,47(6):1076-1079.
- [5]韩冬梅,班慧芳,余子全,等. 新型抑菌蛋白 APn5 抑制胡萝卜软腐欧文氏菌[J]. 微生物学报,2008,48(9):1192-1197.
- [6]张丽辉,王永吉,廖 林,等. 生防菌 06-4 对魔芋软腐病的防治及机理的初步研究[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2011, 37(3):286-289.

- [7]吴金平,刘晓燕,张静柏. 一株魔芋软腐病拮抗菌的分离鉴定及其活性物质的研究[J]. 中国农学通报,2011,27(24):302-306.
- [8]徐 琳,徐佳洁,刘巧莉,等. 西北部分地区苦马豆根瘤菌的遗传多样性[J]. 生物多样性,2009,17(1):69-75.
- [9]Lin T X, Li C, Gong M F. Genetic diversity of antagonistic endophytic bacteria isolated from *Sophora alopecuroides* [J]. Plant Diseases and Pests, 2011, 2(4):6-8, 33.
- [10]马溪平,邱 媛,徐成斌,等. 制药废水处理系统微生物群落动态变化的 ERIC-PCR 指纹图谱分析[J]. 辽宁大学学报:自然科学版,2008,35(2):158-161.
- [11]唐启义,冯明光. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及模型优化[M]. 北京:中国科学出版社,2007:121-127.