

冷积累阶段与单氰胺的交互作用对树莓休眠破除的影响

李 路^{1,2}, 段 安 安¹, 董 凤 祥², 张 清 华³, 张 利 利^{2,4}, 何 文 杰^{2,4}

(1. 西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224; 2. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091;
3. 中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 4. 南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210095)

摘 要:以树莓品种“费尔杜德”穗条为试材,研究了单氰胺浓度(喷施浓度为 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%)和蓄冷阶段(0%、20%、30%、40%、50%、60%、70%和 100%)的交互作用对树莓休眠破除的影响。结果表明:在所有浓度处理中,0.5%浓度单氰胺破眠效果最佳,药害表现最轻,当单氰胺浓度 $\geq 1.0\%$ 时,穗条药害严重;在处理时期上,穗条处于 40%冷积累阶段施用 0.5%单氰胺破眠效果明显,水培 2 周后,穗条萌芽率大于 50%;当冷积累量超过总需冷量的 50%以后,单氰胺处理组萌芽率下降。试验当中,单氰胺的浓度和冷积累的交互作用导致“费尔杜德”穗条萌芽率具有极显著差异($P \leq 0.001$)。

关键词:树莓;冷积累阶段;单氰胺;人工破眠

中图分类号:S 662.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)02-0010-05

树莓(*Rubus idaeus* L.)属蔷薇科悬钩子属植物,因其果肉鲜美多汁,口感酸甜,气味芳香,深受消费者喜爱,又因其有较高的保健功效和药用价值,被联合国粮农组织向世界推荐为健康水果^[1],树莓产品长期风靡欧美。与所有温带落叶果树一样,树莓一旦进入休眠后,必须经过一定量的冷积累以打破休眠^[2]。如果蓄冷量没有满足,休眠时间就会被延长,并在春季萌发时表现为萌芽率下降和萌芽不整齐,最终导致果实产量骤减^[3-4]。

在冬季温暖的地区,持续很长的休眠阶段是造成温带水果经济栽培的主要障碍,在这些地区,保证经济生产的一个主要方式是利用人工手段补偿自然低温的不足^[5-6]。我国现有树莓主产地主要分布在北方地区^[7],而在广大的南方地区,由于蓄冷量得不到满足,限制了树莓产业的向南发展。在以色列大部分地区,由于冬季低温持续时间较短,不能满足现有树莓栽培品种的蓄冷量,而通过利用单氰胺作为破眠剂,弥补冬季蓄冷量不足带来的问题^[8-9],已经实现了树莓在以色列大部分地区的鲜果生产。

然而,成功利用单氰胺破除休眠,必须考虑施用浓度和施用时期的影响。同大多数破眠处理一样^[3],单氰胺破除休眠的有效浓度范围非常狭窄,发挥有效作用的浓度常常接近致死剂量^[10]。在施用时期上,单氰胺施用时期过早,对萌芽的促进效果不明显,而施用时期过晚,则会因为内休眠的即将解除,树体对化学药剂抵抗力迅速下降,产生严重的药害^[5,10-11]。导致这种结果变化的因素源于处于不同冷积累阶段休眠芽体对单氰胺的感受态不同:在休眠早期,树体处于深度休眠状态,对单氰胺不敏感,而在接近休眠解除的时候,单氰胺对萌发的芽体有致死性的伤害^[12-13],这是因为单氰胺具有除草剂性质^[14]。

目前,利用单氰胺破除树莓休眠已有相关文献报道,但是,对于树莓处于何种冷积累阶段施用单氰胺最为有效尚鲜见相关试验报道。该试验以夏果型红树莓品种“费尔杜德”穗条为试材,在不同冷积累阶段施用单氰胺,研究单氰胺和冷处理的交互作用对树莓休眠破除的影响,以期为不同年度和地区利用单氰胺破除树莓休眠的施用时间提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试穗条的采集于树莓秋季自然落叶后,在栽培地自然气温稳定低于 7.2℃前,选择树势健壮、发育良好的植株,采集其发育壮实、粗细均匀一致的长约 50 cm 的 2 年

第一作者简介:李路(1988-),男,四川人,硕士研究生,研究方向为林业生物技术。E-mail:446596302@qq.com.

责任作者:董凤祥(1963-),男,山东人,副研究员,现主要从事经济育种和栽培等研究工作。E-mail:Dongfx196391@yahoo.com.

收稿日期:2014-09-22

生结果枝中上段部分。单氰胺有效成分含量 520 g/L, 德国阿兹肯化工有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验以穗条的不同蓄冷百分数和单氰胺的施用浓度为处理因子, 采用完全随机设计。参照徐红艳等^[15]方法, 以 7.2℃ 以下低温处理^[16] 840 h 作为“费尔杜德”脱除休眠总蓄冷量。

1.2.2 冷处理 穗条包裹上报纸, 浸水湿透, 取出滴干, 用塑料薄膜包裹保湿, 置于 5℃ 恒温冷库, 分别进行不同阶段的冷积累。穗条的冷积累处理分别满足穗条脱除休眠所需蓄冷量的 0%、20%、30%、40%、50%、60%、70% 和 100%。每处理以 10 根穗条为单位, 重复 3 次。

1.2.3 药剂处理 以单氰胺为破眠药剂, 采用喷雾方式均匀喷施。施用浓度为 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%, 以过夜自来水喷施作为对照。每处理以 10 根穗条为单位, 3 次重复。药物施用后, 将穗条基部剪齐, 插入盛有过夜自来水(水深约 7 cm)的塑料小桶中, 放入温室水培。

1.2.4 培养条件 培养温度: 昼/夜 (10 h/14 h) 25℃/15℃; 自然光照, 空气相对湿度 50%~70%。培养管理: 每隔 2 d 换 1 次水, 每次换水时剪除穗条基部 2~3 mm, 露出新茬。每天上、下午各喷水 1 次, 以保持叶片周围湿度。

1.3 项目测定

萌芽以芽磷露绿为标准^[17], 每隔 2~3 d 观察 1 次萌芽情况, 每隔 7 d 统计 1 次萌芽率。脱休眠检测标准在水培 2 周后, 以萌芽率首次 ≥ 50% 的日期作为脱除休眠标准^[17-18]。

1.4 数据分析

数据采用 SPSS 19.0 进行数据处理和方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同冷积累阶段萌芽率的表现情况

由图 1 可以看出, 温室水培 2 周后, 对照组萌芽率 (0% 冷积累阶段) 仅有 6.69% 的芽体正常萌发, 萌芽率为整个冷积累阶段最低值。在实际观测中, 没有经过冷

温处理的穗条表现为萌芽时间极不整齐, 芽体萌发数量少且萌芽迟缓, 说明此时的穗条处于深度休眠状态^[19]。随着冷温累积量的增加, 穗条萌芽率呈逐渐上升趋势。

对照组萌芽率的统计情况显示, 在不同冷积累阶段, 穗条萌芽率的上升情况也存在差异, 表现为在冷积累阶段前期, 萌芽率上升幅度较大, 而在冷积累阶段后期, 穗条的萌芽率的上升幅度趋缓。当穗条处于 20% 冷积累阶段时, 萌芽率升至 18.12%, 与前一个冷积累阶段试验组相比较, 萌芽率上升幅度为 170.85%, 上升幅度在整个冷积累阶段达到最大; 当穗条处于 30% 冷积累阶段时, 萌芽率为 37.74%, 与前一个冷积累阶段试验组相比较上升幅度为 108.28%。当满足穗条 40%、50%、60%、70% 需冷量时, 穗条的萌芽率与前一个冷积累阶段试验组相比较上升幅度分别为 12.9%、7.43%、4.41%、0.71%。当穗条处于 100% 冷积累阶段时, 萌芽率在整个冷积累阶段达到最大值。

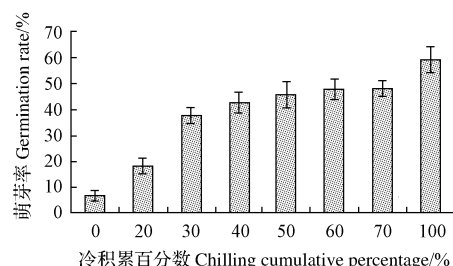


图 1 温室水培 2 周后不同冷积累阶段组萌芽情况

Fig. 1 Germination rate under different cold cumulative treatments after 2 weeks water culture

2.2 单氰胺对穗条萌芽的影响

由图 2 可以看出, 单氰胺的施用浓度对穗条的萌芽情况有着极其显著的影响。温室水培 2 周后, 在所有单氰胺处理组中, 0.5% 处理浓度萌芽率最高, 单氰胺对穗条的药害作用表现最轻; 当施用浓度达到 1.0% 时, 处理组穗条萌芽率急剧下降; 当单氰胺浓度升高至 1.5% 时, 除了 0% 冷积累阶段穗条有部分叶芽萌发外, 其余冷积累阶段处理组没有萌芽情况出现; 当单氰胺施用浓度 ≥ 2% 时, 所有穗条全部死亡。

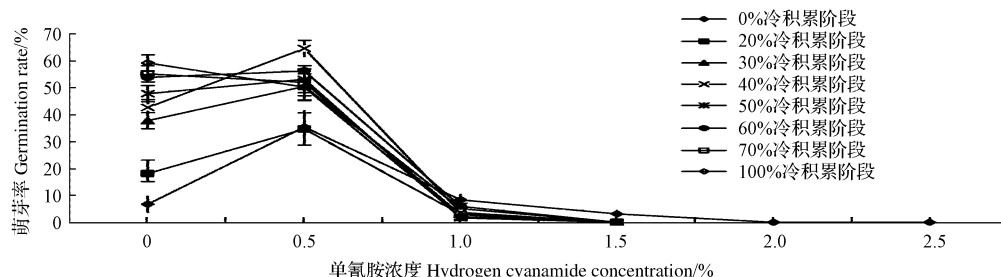


图 2 温室水培 2 周后不同浓度单氰胺浓度及各冷积累阶段处理组的萌芽情况

Fig. 2 Germination rate under different concentrations of hydrogen cyanamide and cold cumulative treatment after 2 weeks water culture

在冷温积累前期,与清水对照处理组(单氰胺浓度0%)相比,0.5%单氰胺处理组萌芽率均明显高于同期对照组萌芽率,当穗条处于40%冷积累阶段,处理组穗条萌芽率达到最大值,表明0.5%单氰胺具有促进“费尔杜德”穗条萌芽的作用。然而,随着冷温的进一步累积,处理组萌芽率呈现逐步下降趋势,当穗条冷积累满足后(100%冷积累阶段),0.5%浓度处理组萌芽率低于对照组,说明施用时间对单氰胺的休眠破除效果起着至关重要的作用。

2.3 蓄冷阶段和单氰胺的交互作用对解除休眠的影响

由图3可以看出,温室水培2周后,处于0%、20%、30%冷积累阶段0.5%单氰胺浓度处理组萌芽率分别为32.38%、34.62%、45.47%,同期对照组萌芽率分别为6.69%、18.12%、37.74%,处理组萌芽率均高于对照组萌芽率,说明单氰胺处理具有促进萌芽的作用,但均未能解除穗条休眠(萌芽率均<50%)。当穗条处于40%冷积累阶段时,水培2周后,0.5%单氰胺处理组萌芽率最高,萌芽率达到64.56%,同期对照组萌芽率为42.61%。随着需冷量的进一步累积,处理组萌芽率逐渐接近对照组萌芽率,当穗条处于100%冷积累阶段时,对照组萌芽率高于处理组萌芽率,单氰胺破眠效果随着冷温的累积呈先上升后下降的趋势。

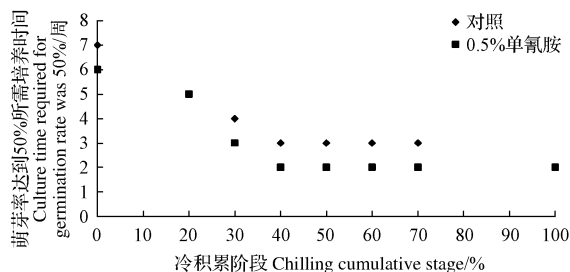


图3 不同冷积累阶段树莓穗条施用0.5%单氰胺萌芽率≥50%所需时间

Fig. 3 Required time of germination rate ≥50% under 0.5% hydrogen cyanamide and different cold cumulation stages

在蓄冷量不足的情况下,0.5%单氰胺具有促进穗条萌芽的效果。当穗条处于40%冷积累阶段时,0.5%浓度的单氰胺可以使水培2周的穗条萌芽率达到50%以上,萌芽率在所有处理组中最高,同期清水对照组达到50%萌芽率需要3周,并且萌芽率低于处理组,说明当满足“费尔杜德”40%冷积累,施用0.5%单氰胺即可使穗条脱离休眠。但随着冷温的进一步累积,施用单氰胺不仅不能促进萌芽,还会使穗条萌芽率下降。当需冷量满足时,施用单氰胺不仅不能提早萌芽时间,提高萌芽率,还会产生严重的药害,表现为与对照组相比萌芽率下降,相同的结论也出现在树莓的其它品种试验以及其它树种休眠解除后施用单氰胺的报告中^[10-12,17-18]。

在该试验当中,不同阶段“费尔杜德”穗条萌芽率的不同可归结为不同冷积累时期穗条所处的休眠深度不同,而休眠深度的变化是受冷积累量的变化影响的。更进一步说,单氰胺对穗条休眠的破除效果不同,是受不同阶段穗条所处的生理状态的影响。当穗条经过一定量的冷积累后,其所处的生理状态是决定单氰胺产生破眠效果和毒害作用的关键因素。由表1可以看出,蓄冷量和单氰胺浓度的交互作用对处理组萌芽率的影响具有极显著的意义。

表1 单氰胺浓度和蓄冷量对“费尔杜德”穗条萌芽率影响的变异性分析

变异来源 Source of variation	df	MS	F
单氰胺 Hydrogen cyanamide	2	17 579.689	319.418**
蓄冷量 Cold cumulative treatment	5	821.819	14.932**
单氰胺×蓄冷量 Hydrogen×cold cumulative treatment	10	256.370	4.658**
误差 Error	54	55.037	—

注:**表示在 $P=0.001$ 有意义。

Note:** mean difference at $P=0.001$.

3 结论与讨论

该试验以“费尔杜德”穗条为试材,研究了单氰胺施用浓度和施用时间对休眠破除效果的影响,结果表明,0.5%为单氰胺提前打破树莓休眠的最佳施用浓度,当单氰胺施用浓度≥1.0%时,穗条药害严重;单氰胺的施用不能完全替代冷温处理,其破眠效果受穗条所处的冷积累时期的影响,只有当穗条经过一定阶段的冷温处理后,施用单氰胺进行人工破除休眠才是有效的;该试验中,当满足穗条40%冷温积累时,0.5%单氰胺破眠效果最好。

单氰胺的施用浓度对破除果树休眠起着至关重要的作用,高浓度的单氰胺不仅不能破除休眠,还可能使植株产生严重的药害,这在多种果实的实际应用中已被证实^[2-3,9,19-21]。在树莓上,Snir^[2,6,8]利用5个树莓品种研究了单氰胺的施用时期和施用浓度对休眠破除效果的影响,结果表明,1%~2%单氰胺破眠效果最好;当施用高浓度的单氰胺溶液后(4%),Meeker和Glen Clova表现最为敏感,Delmes敏感度表现最弱。该试验中,0.5%单氰胺浓度对“费尔杜德”破眠效果最好,高于1%即可产生严重的药害,说明不同品种树莓对单氰胺的敏感性存在差异。

在最佳时期施用单氰胺可显著影响果实的产量和作物的经济性状。在葡萄上面,施用单氰胺的枝条年产量提升,而这种产量的提升跟枝条萌芽率的升高和萌芽整齐高度相关^[5]。实践当中,单氰胺的施用时间每年不同,当冬天较冷时,树莓芽达到对单氰胺处理能够响应的阶段提前,最佳施用时间将相对提前。当遭遇暖冬时,达到这种生理状态的时间则会延迟^[8]。但是,在实

际生产当中,由于缺乏可靠的方法预测自然萌芽的时间,单氰胺每年的施用时间被固定。一旦随后被证实施用时间错误,就将面临树体产生严重药害的风险,而过早施用,也达不到破除休眠的目的。此外,在不同地区,气候条件存在较大差异,并且在同一地区,也存在暖冬寒冬的年份变化,给实际生产运用带来困扰。研究发现,经过相同量的冷积累处理,穗条所处的休眠状态是相对稳定的,对单氰胺的感受性也相对稳定^[12]。该试验中,当满足穗条总需冷量的40%时,施用单氰胺可以破除穗条的休眠,通过栽培地温度的检测,可为单氰胺的适时施用提供一个依据。

此外,有报道通过临界致死温度热水处理^[22],在海拔地区育苗异地栽培模式^[23],以及就地人工集中预冷结合设施栽培^[24]等方法来解决因低温不足带来的休眠问题。然而,以上方法费时费力,操作起来比较困难,在实际生产应用中面临很大的风险。研究认为,可以从育种角度考虑,如利用现有栽培品种与南方野生优良树莓单株进行杂交,不但可以解决需冷量的问题,改良果实性状,还能进一步提高品种抗性,培育出适合当地栽培的优良品种。这种利用引进品种与本土栽培品种进行杂交改良的方法切实可行,并已经在其它果树品种适应性的改良中得以成功应用^[25]。我国幅员辽阔,树莓野生资源丰富,分布广泛,利用南方野生品种与现有优良引进品种进行杂交,通过品种选育培育出低需冷量树莓品种,有望实现南方地区的树莓栽植。

参考文献

- [1] 张清华,王彦辉,郭浩. 树莓栽培实用技术[M]. 北京:中国林业出版社,2013.
- [2] Snir I. Chemical dormancy breaking of red raspberry[J]. Hort Science, 1983,18:710-713.
- [3] Rantanen M, palonen P. Hot water treatment released endodormancy but reduced number of flower in potted red raspberry plants[J]. Hort Science, 2010,45(6):894-898.
- [4] Dale A, Sample A, King E. Breaking dormancy in red raspberries for greenhouse production[J]. Hort Science, 2003,38(4):515-519.
- [5] Or E, Nir G, Vilozny I. Timing of hydrogen cyanamide application to grapevine buds[J]. Vitis, 1999,38(1):1-6.
- [6] Snir I. Growing raspberry under subtropical conditions[J]. Acta Hort, 1986,183:183-190.
- [7] 姜河,修英涛,蔡骞. 我国树莓发展现状及产业化前景[J]. 辽宁农业科学, 2006(2):45-48.
- [8] Snir I. Effects of hydrogen cyanamide on bud break in red raspberry[J]. Scientia Horticulturae, 1988,34:75-83.
- [9] Erez A. Chemical control of budbreak[J]. Hort Science, 1987,22:1240-1243.
- [10] Jorge H, Siller-Cepeda, Leslie H, et al. Hydrogen cyanamide-induced budbreak and phytotoxicity in 'Redhaven' peach buds[J]. Hort Science, 1992, 27(8):874-876.
- [11] Williamson J G, Maust B E. Timing and concentration of hydrogen cyanamide affect blueberry bud development and flower mortality[J]. Hort Science, 2001,36(5):922-924.
- [12] Siller-Cepeda J H, Osorio G, Sanchez A, et al. Managing harvest date by breaking dormancy at different bud physiological stages[C]. International Symposium on Table Grape Production, 1994.
- [13] Mohamed H B, Vadel A M, Geuns M C, et al. Carbohydrate changes during dormancy release in superior seedless grapevine cuttings following hydrogen cyanamide treatment[J]. Scientia Horticulturae, 2012,140:19-25.
- [14] Smit C J. Advancing and improving bud break in vines[J]. Deciduous Fruit Grower, 1985,35:271-278.
- [15] 徐红艳,徐迎春,董凤祥,等. 夏果型树莓和黑莓品种需冷量及药物打破休眠效果的研究[J]. 中国农学通报, 2013,29(16):119-124.
- [16] 王海波,刘凤之,王宝亮,等. 落叶果树的需冷量和需热量[J]. 中国果树, 2009(2):50-53.
- [17] Dokoozlian N K, Williams L E. Chilling exposure and hydrogen cyanamide interact in breaking dormancy of grape buds[J]. Hort Science, 1995,30(6):1244-1247.
- [18] Dokoozlian N K. Chilling temperature and duration interact on the budbreak of 'Perlette' grapevine cuttings[J]. Hort Science, 1999,34(6):1054-1056.
- [19] Shulman Y, Nir G, Fanberstein L, et al. The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds[J]. Hort Science, 1983,19:97-104.
- [20] Williamson J G, Krewer G, Maust B E, et al. Hydrogen cyanamide accelerates vegetative budbreak and shortens fruit development period of blueberry[J]. Hort Science, 2002,37(3):539-542.
- [21] Shulman Y, Nir G, Lavee S. Breaking bud dormancy with hydrogen cyanamide[J]. Phytoparasitica, 1985,13(3-4):236.
- [22] Orffer C J, Goussard P G. Effect of hot water treatment on budburst and rooting of grapevine cuttings[J]. Vitis, 1980,19:1-3.
- [23] Chen C, Tsai A A, Lin M C, et al. The influence of scion sources and warm water dipping on dormancy breaking and fruit growth of 'Kosui' and 'Hosui' pear grafted to 'Hungshan' pear in Taiwan[J]. Acta Hort, 1995, 395:141-147.
- [24] 王海波,程存刚,王孝娣,等. 打破落叶果树芽休眠的措施[J]. 中国果树, 2007(2):55-57.
- [25] 梁维坚,解明,董德芬,等. 榛子新品种选育研究[J]. 中国果树, 2000(2):4-6.

Effect of Chilling Accumulation Stage and Hydrogen Cyanamide Interact in Breaking Dormancy of *Rubus idaeus*

LI Lu^{1,2}, DUAN An-an¹, DONG Feng-xiang², ZHANG Qing-hua^{2,3}, ZHANG Li-li^{2,4}, HE Wen-jie^{2,4}

(1. College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224; 2. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091; 3. Research Institute of Forest Ecology Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091; 4. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095)

淹水胁迫对不同抗性猕猴桃幼苗光合特性的影响

米银法¹, 崔瑞红²

(1. 河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003; 2. 河南科技大学 外国语学院, 河南 洛阳 471003)

摘 要:以1年生盆栽美味猕猴桃‘秦美’和中华猕猴桃‘红阳’实生苗为试材,研究了淹水胁迫对不同抗性猕猴桃幼苗光合特性的影响。结果表明:持续淹水14 d内随着淹水时间的延长,叶片净光合速率、蒸腾速率、气孔导度显著下降,而胞间CO₂浓度显著上升;中华猕猴桃对淹水较敏感,淹水时叶片净光合速率受到的影响大于美味猕猴桃,而美味猕猴桃合成同化物能力强于中华猕猴桃;美味猕猴桃叶片气孔导度日变化规律呈明显的双峰曲线变化,但峰值均低于对照值;中华猕猴桃经淹水后,叶片气孔导度日变化趋势呈单峰曲线变化,峰值时较对照降低60.95%;2个猕猴桃品种蒸腾速率日变化呈先升后降的趋势,且均低于对照。

关键词:猕猴桃;幼苗;淹水胁迫;日光合特性

中图分类号:S 663.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)02-0014-04

植物遭受淹水最早的反应就是气孔关闭^[1]、气孔导度下降。气孔的开闭程度对蒸腾作用和光合作用具有重要的调控作用。植物遭受淹水时,气孔关闭以及后期羧化酶的受抑制、叶片的失绿、衰老和脱落均会造成淹水植物光合作用迅速下降。研究表明低氧胁迫下,抗性不同的越桔^[2]、烟草^[3]、小麦^[4]、芝麻^[5]等光合作用日变化内,叶片气孔导度、蒸腾速率和净光合速率都有所下降,而胞间CO₂浓度升高。但董合忠等^[6]研究发现,棉苗淹水12 d后,叶片全天的气孔导度和蒸腾速率一直接近对照,认为光合受抑与缺水关系不大,而与叶绿素含量降低及光合产物运输受阻等密切相关。淹水下芝麻

净光合速率和叶绿素含量显著降低,蒸腾速率与气孔阻力无明显差异^[5]。可见不同植物对淹水胁迫逆境的光合反应不同。

该试验利用淹水处理的方法,测定2种不同抗淹水能力的猕猴桃光合指标的日变化,以揭示它们之间的光合生理基础差异,以期为猕猴桃的栽培管理和抗性育种提供参考依据和生产指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为抗低氧能力较强的美味猕猴桃‘秦美’(*Actinidia deliciosa*)和对低氧敏感的中华猕猴桃‘红阳’(*A. chinensis*)^[7]1年生实生苗。

1.2 试验方法

试验在河南科技大学园林植物实验室进行,2013年3月20日进行实生苗盆栽,2013年6月20日开始淹水

第一作者简介:米银法(1977-),男,山东菏泽人,博士,副教授,研究方向为园艺植物抗性生理。E-mail:miyinfa@sohu.com.

基金项目:河南科技大学博士科研基金资助项目(09001473)。

收稿日期:2014-09-09

Abstract: With ‘Fortodi’ (*Rubus idaeus* L.) raspberry cuttings as materials, a factorial experiment examined the interaction between hydrogen cyanamide (H₂CN₂) concentration (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%) and chilling accumulation stage (0%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 100%) on the budbreak were studied. The results showed that the most effective concentration (the greatest budbreak and the lowest phytotoxicity) was 0.5% in all treatment. When cyanamide concentration $\geq 1.0\%$, cuttings got serious injury. Hydrogen cyanamide-induced budbreak was the highest during the 40% chilling accumulation stage of cuttings, after 2 weeks of cultivation, budbreak rate greater than 50%, however, when the amount of chilling accumulation exceeded 50% total chilling requirement of cuttings, hydrogen cyanamide treatment decreased budbreak rate. Significant interactions ($P \leq 0.001$) between hydrogen cyanamide concentration and chilling accumulation were found for leads to difference in budbreak of the ‘Fortodi’ raspberry cuttings in this study.

Keywords: *Rubus idaeus*; chilling accumulation stage; hydrogen cyanamide; artificial breaking dormancy methods