植物学通报 2002，19（5）：601～606
Chinese Bulletin of Botany

几种化学药剂对‘NJ72’油桃休眠解除的影响①

[1]袁志友 [2]李宪利 [2]闫田力

[1]（中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究室 北京 100093）

[2]（山东农业大学园艺学院 山东泰安 271008）

摘要 在进行果树温室栽培时，经常遇到萌芽率低、萌芽开花延迟、花器官发育差、座果率低的问题。本试验以‘NJ72’油桃为试材，观察了3种药剂对解除芽休眠的影响。结果表明，2%（NH_2）$_2$CS能提早花期，但存在药害现象。6% KNO_3不能提早花期，并且花期不整齐，5% NH_4NO_3效果与6% KNO_3类似。同时化学药剂处理促进花芽内H_2O_2的积累，抑制了过氧化氢酶（CAT）活性但促进了过氧化物酶（POD）活性，超氧物岐化酶（SOD）活性变化较小。化学药剂处理使花芽的呼吸速率增加，其中磷酸戊糖途径（PPP）代谢增加，糖酵解（EMP）降低，而三羧酸循环（TCA）代谢波动较小。葡萄糖-6-磷酸脱氢酶（G6PDH）活性在化学药剂处理时也增加。

关键词 休眠，油桃，化学药剂

Effects of Several Chemicals on Dormancy-releasing of ‘NJ72’ Nectarine

[1]YUAN Zhi-You [2]LI Xian-Li [2]YAN Tian-Li

[1]（*Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology*, *Institute of Botany*, *The Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100093）

[2]（*Horticultural College of Shandong Agricultural University*, *Taian*, Shandong Province 271018）

Abstract Poor, delayed and ununiform bud break is a major problem for peaches in greenhouse. To clarify the mechanism of breaking bud dormancy in nectarine, the effect of three dormancy-breaking agents, which were applied to the surface of dormant buds in two-year old ‘NJ72’ nectarine (*Prunus persica* L. Batsch), was investigated. Treatment of intact nectarine plant with 2% thiourea (w/v) in November advanced flower bud break in the following spring by 20 days, while potassium nitrate was of no effect. But thiourea had a phytotoxic effect. The effect of ammonium nitrate was very similar to that of potassium nitrate, and flowering with the 2 nitrates was ununiform. In flower buds those were treated with dormancy-breaking agents, catalase activity was inhibited soon after treatment, whereas peroxidase activity increased, and changes of superoxide dismutase remained little. The rate of respiration in flower buds increased by chemicals during dormancy, among of which, the rate of the pentose phosphate pathway was also increased, while the rate of the Embden-Meyerh pathway decreased and the rate of tricarboxlic acid cycle changed little. The activity of glucose 6-phosphate dehydrogenase, the key enzyme in the pentose phosphate pathway (PPP), increased by dormancy-breaking agents, concomitantly with the activation of the pentose phosphate pathway.

Key words Dormancy, Nectarine, Chemicals

休眠及其解除是一个在理论和实践上都十分重要但还至今尚未弄清楚的问题。起

① 山东省教委资助项目（32179）。

作者简介：袁志友，男，中科院植物所在读博士研究生。导师韩兴国，中科院植物研究所所长，研究员，博士生导师。1989年获美国佐治亚大学博士学位，1989～1992年分别在美国阿肯色大学和罗格斯大学从事博士后研究。现任中国植物学会和生态学会副理事长，《生物多样性》主编，《植物学报》常务编委，Ecological Research（日本）咨询编委，IUCN理事并担任理事会人力资源政策委员会（Human Resources Policy Committee）主席，研究领域为生物地球化学、恢复生态学和土壤学。

收稿日期：2001-12-10 接受日期：2002-03-14 责任编辑：刘 晖

初,人们为了解决在北果南栽时的萌芽不良问题而研究果树的休眠,近年来,随着果树温室栽培在我国的普及发展,休眠又成为一个研究热点。果树必须经过一个充分的低温休眠期才能正常生长,在温室栽培时,通过人工覆盖解除休眠可以促进芽提早萌发,但常会遇到芽的低温需求量(chilling requirement)不足而不能解除休眠的现象,表现为萌芽率低,萌芽开花延迟,花器官发育差,座果率低(Erez,1987;Fuchigami and Nee,1997)。在冬暖地区栽培落叶果树也常会遇到这种问题。解除休眠可用低温处理、高温热激和选育低温需求量低的品种等方法(Erez,1987)。已发现石灰氮、矿物油、双氮化合物(主要为 DNOC、DNSBP)、KNO_3、H_2CN_2、植物生长调节剂等化学药剂具有解除休眠的作用(Erez *et al*,1980;Erez and Zur,1981;Erez and lavi,1985;Fuchigami and Wisniewski,1997;Fuss *et al*,1990),露地和温室栽培的果树芽涂上这些药剂后,其催芽效果因温室内或露地气象条件而异,但均普遍有效,迄今还不了解其催芽的机制。这种机制一旦探明,必将能开发出效果更稳定的催芽技术来扩大栽培类型。本研究以'NJ72'油桃经药剂处理后确定催芽效果,并研究所用化学药剂对活性氧清除系统及呼吸代谢的影响。

1 材料和方法

试验于山东农业大学小果园进行,试材为 2 年生已具有花芽的盆栽(盆径 30cm)'NJ72'油桃(*Prunus persica* L. Batsch)。采用分期移入玻璃温室的方法确定休眠解除时间:从 1997 年 10 月至 1998 年 2 月,每隔 10 d 将露地油桃移入玻璃温室(昼/夜温度为 25/15 ℃,光/暗 14/10 h,光强 800 ~ 1200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,空气相对湿度 RH 为 50% ~ 70%),每重复为 5 次,以花芽露红为萌芽标准,连续 4 周后调查萌芽开花情况,其中萌芽率 ≥ 50% 的以其采样时期作为其休眠解除时期。在落叶后(11 月 15 日)分别用 2% $(NH_2)_2CS$、6% KNO_3、5% NH_4NO_3(w/v)喷施枝条,以喷水为对照,用同样方法确定休眠解除时期。

H_2O_2 含量的测定根据林植芳等(1988)的方法改进:取新鲜花芽 0.5 g,按 1∶2(w/v)加冷丙酮定容至 25 ml,取 1 ml 提取液加 0.2 ml 20% $TiCl_2$,加 0.2 ml 17 mol/L 氨水,离心 10 min (5000 转),所得沉淀用丙酮洗涤 5 次以除去色素干扰,最后弃去上清液,将沉淀溶于 5 ml 的 1 mol/L 硫酸中,在 410 nm 处测定吸光度。

过氧化氢酶 CAT(EC1.11.1.6)、超氧物歧化酶 SOD(EC1.15.1.1)活性的测定采用赵世杰等(1998)的方法,分别以每分钟减少 1.0 OD 值和抑制氮蓝四唑 NBT 还原 50%为 1 个酶活性单位。

过氧化物酶 POD(EC1.11.1.7)活性的测定采用张志良(1990)的方法,以 0.01 OD 为一个活力单位,以每克鲜重每分钟的 OD 变化值为总活力。

呼吸途径采用专一性抑制剂:三羧酸循环(TCA)采用 0.05 mg/L 丙二酸;磷酸戊糖途径(PPP)采用 0.02 mg/L Na_3PO_4;糖酵解(EMP)为总呼吸减去 TCA、PPP 之差,用 0.01 mg/L 碘乙酸校正。

葡萄糖-6-磷酸脱氢酶(EC1.1.1.49)活性的测定按薛应龙(1985)方法测定。呼吸速率的测定采用 PIR-2000 红外气体分析仪进行,测定进气口和出气口 CO_2 浓度,再按 $Q_{CO_2} = (C_2 - C_1)^{V/W}$ 计算呼吸速率,其中 Q_{CO_2} 为呼吸速率($\mu L \cdot g^{-1}$ FW $\cdot h^{-1}$),C_1、C_2 分别为进气口、出气口 CO_2 百分浓度,V 为毛细管流量($L \cdot h^{-1}$),W 为样品重(g)。

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t21-161

2　结果与分析

2.1　药剂处理对休眠解除的影响

从表 1 可以看出，2% $(NH_2)_2CS$、6% KNO_3 能促进油桃芽的休眠解除，尤其是 2% $(NH_2)_2CS$，可提前解除休眠 20 d，但存在药害现象；6% KNO_3 可提前解除休眠 10 d，但开花期未提前；5% NH_4NO_3 对解除休眠没有效果。三种药剂对萌芽率有不同程度的提高，2% $(NH_2)_2CS$ 可使花芽萌芽率提高 22.2%，并且开花期提前、花期缩短，而 6% KNO_3、5% NH_4NO_3 对提高萌芽率的作用较小，并且开花期未提前，花期没有明显缩短。

表 1　药剂处理对‘NJ72’油桃休眠解除的影响

Table 1　Effects of various chemicals on dormancy-releasinging in 2-year old‘NJ72’nectarine plants

处理 Treatments	休眠解除时间(日/月) Dates of dormancy-breaking	开花期(日/月) Dates of flowering	花期 Days for flowering	萌芽率 x Bud break (%)	注 Notes
2% $(NH_2)_2CS$	25/12	8/2	6 ± 1.1	88.5 ± 7.1y	10%花芽死亡 10% of flower bud died
6% KNO_3	5/1	18/2	16 ± 5.1	80.2 ± 6.8	花期不齐 ununiform flowering
5% NH_4NO_3	15/1	18/2	16 ± 5.5	78.2 ± 6.4	花期较齐 uniform flowering
对照 Control	15/1	18/2	17 ± 5.6	72.1 ± 6.8	花期较齐 uniform flowering

注：x 药剂处理后 20 d 测定萌芽率；y 平均值 ± 标准差。Notes：x Bud break was recorder 20 days after treatment；y Mean ± SD.

2.2　几种药剂对油桃花芽内 H_2O_2 含量及 CAT、POD、SOD 活性的影响

不同药剂对休眠解除的影响不同，其对休眠期桃花芽内 H_2O_2 含量的影响也不同。过氧化氢酶 CAT 是分解 H_2O_2 的主要酶，它的活性的高低直接影响花芽内的 H_2O_2 含量。POD 是植物体内的一种重要酶，在不同的发育时期有不同的 POD 同功酶起作用，并且 POD 也有清除 H_2O_2 的功能。不同化学药剂处理对几种酶活性及 H_2O_2 含量的影响如图 1 和图 2。

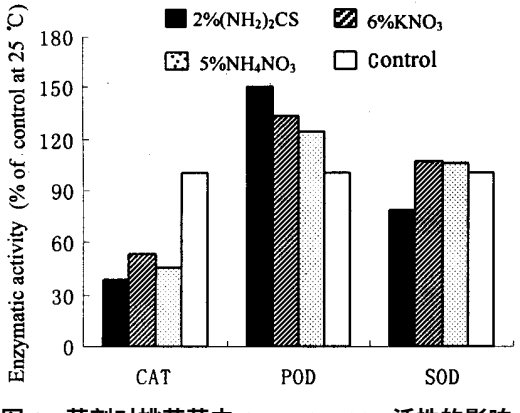


图 1　药剂对桃花芽内 CAT、POD、SOD 活性的影响

Fig. 1　Effects of various chemicals on the activities of catalase, peroxidase, and superoxid dismutase in flower buds of 2-year old potted‘NJ72’nectarine

Notes：Buds were used after 15 days of chemicals treatment

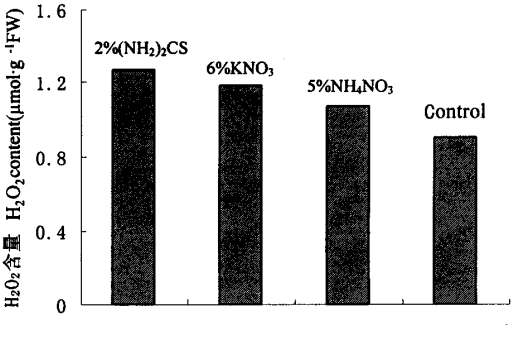


图 2　药剂对桃花芽内 H_2O_2 含量的影响

Fig. 2　Effects of various chemicals on the content of H_2O_2 in flower buds of 2-year old potted‘NJ72’nectarine

Notes：Buds were used after 15 days of chemicals treatment

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t21-161

从图 1 和图 2 中可以看出三种药剂降低了 CAT 活性，增加了 POD 活性，而 SOD 活性变化较小。2% $(NH_2)_2CS$ 处理使花芽内 CAT 活性下降了 61.1%，POD 上升 50.0%，SOD 活性下降了 31.7%；6% KNO_3 和 5% NH_4NO_3 处理使花芽内 CAT 活性分别下降了 46.4%、54.3%，POD 活性分别上升了 33.3%、23.8%，而 SOD 只分别增加了 6.7%、5.4%。CAT 活性的降低能导致芽内 H_2O_2 含量的增加，三种药剂处理 15 天后，同时提高了花芽内 H_2O_2 含量，与对照相比，2% $(NH_2)_2CS$、6% KNO_3、5% NH_4NO_3 分别使花芽内 H_2O_2 含量增加了 41.2%、31.5% 和 18.7%。

2.3 休眠期桃花芽呼吸途径的变化及化学药剂对桃花芽内葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性的影响

呼吸是重要的代谢活动，其速率和途径影响着植物体的生长发育。从图 3 可以看出，在整个休眠期桃花芽的呼吸速率一直是上升的。11 月上旬是呼吸速率的一个快速增加期，此后，呼吸速率增势减缓，从 12 月 30 日到 1 月 10 日，呼吸速率又表现出增加趋势。当 1 月休眠解除后，呼吸速率又增加。

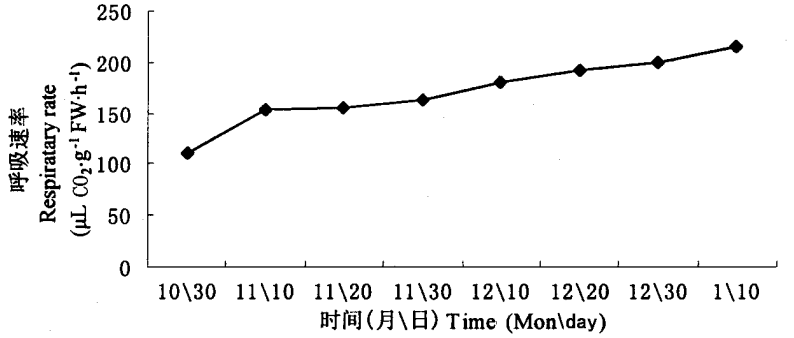


图 3 自然条件下休眠期桃花芽内呼吸速率的动态变化

Fig.3 Changes of respiratory rate in flower buds of dormant nectarine

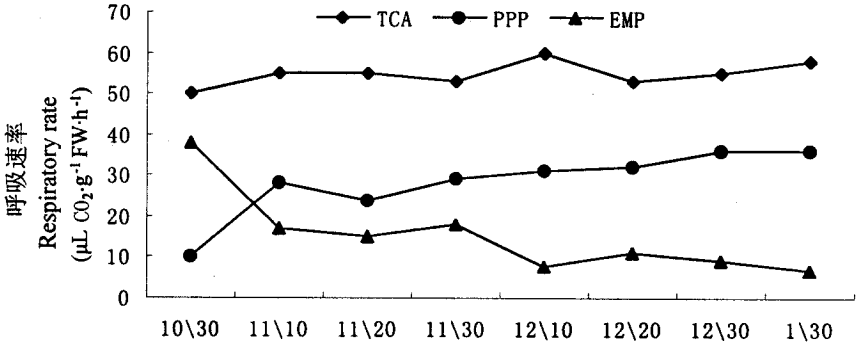


图 4 休眠期桃花芽呼吸途径的变化

Fig.4 Changes of respiratory pathways in flower buds of dormant 'NJ72' nectarine

呼吸代谢有多条途径，每一条途径都有各自的作用。图 4 表明，在休眠期自然环境条件下，各呼吸途径存在明显的变化。PPP 途径所占总呼吸的比率从 10 月 30 日的 11.2% 上升到 1 月 10 日的 37.2%，中间虽有波动，但呈明显的上升趋势。TCA 所占总呼吸的比

http://www.jcienwise.com/jzwtb/10.3724/SP.J.1461

率在整个休眠期基本保持在 55% 左右波动。EMP 途径所占总呼吸的比率从 10 月 30 日的 38.7% 到 1 月 10 日的 5.2%，呈下降趋势。

葡萄糖-6-磷酸脱氢酶是 PPP 途径的关键酶，其高低直接表明 PPP 途径的活化程度。对桃休眠期花芽内葡萄糖-6-磷酸脱氢酶在不同化学药剂处理下的活性进行测定，结果如图 5。从图中可以看出，与对照相比，不同化学药剂处理显著增强了休眠期桃花芽内的葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性，这说明化学药剂处理促进了 PPP 代谢。三种药剂处理能提高芽的呼吸速率，同时增加了葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性，2% $(NH_2)_2CS$ 使呼吸速率增加了 175.0%，同时葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性提高了 23.1%，6% KNO_3 和 5% NH_4NO_3 使呼吸速率分别增加了 101.3%、78.5%，同时葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性分别提高了 16.7% 和 12.9%。

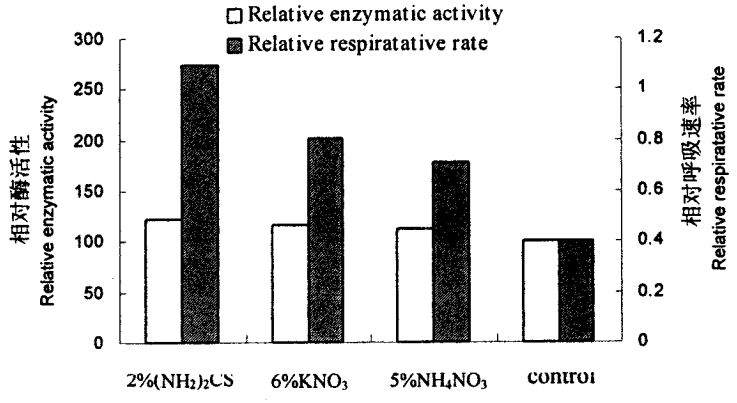


图 5　化学药剂对葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性的影响

Fig.5　The effect of chemicals on the activity of glucese 6-phosphate dehydrogenase in flower buds

注 药剂处理后 15 天取芽，以对照为 100% 进行酶活性测定

Notes：Buds were used after 15 days of chemicals treatment(Values represent % of control at 25 ℃)

3　讨论

休眠现象是植物在进化过程中形成的一种对环境条件和季节性气候变化的生物学适应。低温诱导休眠，而休眠的解除也有低温需求。当芽进入深休眠后，很难人为解除休眠，只有通过达到一定的低温积累才能使芽萌发。许多胁迫因素(低温、热激、干旱、毒害、脱叶、化学药剂)等都可降低或完全取代低温需求量而解除芽的休眠，说明其对休眠有共同的影响机制。能解除休眠的化学药剂有许多种，但真正用于生产的只有几种(Erez，1987)，这些药剂并无共同特征。$(NH_2)_2CS$ 在 60 年代首先被用于打破桃的休眠，它对多种果树的休眠解除均有效，但对芽的毒害较大，因而也用作化学疏花。核果类果树比仁果类对 $(NH_2)_2CS$ 更敏感。本研究以国外报道的几种解除休眠的常用药剂进行试验，结果表明，$(NH_2)_2CS$ 的破眠效果最好，但也存在药害现象；KNO_3 虽促进油桃芽的休眠解除，但花期未提前；NH_4NO_3 对解除芽的休眠未表现出有效作用。

化学药剂解除休眠的机制并不清楚。一切能增强细胞膜透性的因素均能促进休眠解除。对休眠过程中活性氧清除系统的变化，国内研究较少，国外有一些报道(Fuchigami and Nee，1987；Siller-Cepeda *et al*，1992；Wang and Faust，1988；Wang *et al*，1991)，但结论各异。

Nir 等(1986;1993)发现硫脲、氨基腈、叠氮钠、胍类等能解除葡萄休眠的化学药剂降低 CAT 活性,同时提高了 POD 活性,其作用类似于 4 ℃低温,并且化学药剂处理后增加了芽内 H_2O_2 含量,30 mg/L H_2O_2 可显著促进葡萄的萌发,效果接近腈氨。本试验表明,能够解除芽休眠促进萌芽的化学药剂抑制了 CAT 活性,而促进 POD 活性。CAT 活性受抑制引起 H_2O_2 含量的增加并提高了 POD 活性,这可能与辅酶 NADPH 处于氧化态 $NADP^+$ 有关,因为 $NADP^+$ 可以通过调控葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性(Hendricks and Taylorson,1975)来调控磷酸戊糖途径代谢的进行。Wang 等(1988)提出芽的休眠与清除自由基能力有关,超氧物歧化酶 SOD 把超氧阴离子自由基 $O_2^{\cdot-}$ 转化为 H_2O_2,然后 H_2O_2 被 CAT 破坏。H_2O_2 与休眠的因果关系即孰因孰果需进一步研究。

现已知道,生活的植物细胞中存在着三羧酸循环(TCA)、磷酸戊糖途径(PPP)、糖酵解(EMP)和乙醛酸循环等呼吸途径。呼吸途径的改变可通过物质转化和能量代谢调节果树芽的萌发和休眠。有人认为休眠解除是糖代谢由糖酵解转向磷酸戊糖途径的结果(Bogatek and Rychter,1984)。呼吸抑制剂(KCN、NaN_2、Na_2S)可显著促进萌发(Côme *et al*,1988),其促进萌发是通过影响磷酸戊糖途径来进行的。糖酵解抑制剂 NaF,三羧酸循环抑制剂丙二酸,磷酸戊糖途径的激活剂 NO_3^-、NO_2^-、甲烯蓝都可促进萌发。本研究表明,各种破眠药剂处理提高了呼吸速率,也增加了葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性,在休眠期间,桃芽的磷酸戊糖途径代谢逐渐上升,磷酸戊糖途径产生 NADPH,通过依赖于 NADPH 的酶——硫氧还蛋白还原酶来还原硫氧还蛋白,然后还原型硫氧还蛋白活化有关的酶,从而解除芽的休眠。Nir(1986)发现葡萄芽的休眠解除伴随着磷酸戊糖途径的激活,而苹果芽在休眠解除时,磷酸戊糖途径的葡萄糖-6-磷酸脱氢酶和 6-磷酸葡萄糖酸脱氢酶活性迅速下降,糖酵解中的 3-磷酸甘油醛脱氢酶和丙酮酸激酶上升(Wang *et al*,1991)。

现在人们已开始用分子生物学方法来研究休眠,并找到一些相关基因(Lang,1994;Li and Foley,1995;Morris *et al*,1991),Karssen 等(1989)发现调控 ABA、GA 合成的一个基因控制拟南芥种子的休眠。关于化学药剂影响芽休眠的生理生化基础,以及人工调控的有效途径还需进一步研究。

致谢 文章得到中科院植物研究所韩兴国教授和李凌浩教授的悉心指导,特致谢忱!

参 考 文 献

张志良, 1990. 植物生理学实验指导. 北京:高等教育出版社,154 ~ 155

林植芳,李双顺,林桂珠,郭俊彦,1988. 衰老叶片中叶绿素中 H_2O_2 积累与膜脂过氧化的关系. 植物生理学报,**14**:16 ~ 22

赵世杰,刘华山,董新纯, 1998. 植物生理学实验指导. 北京:中国农业科技出版社,265 ~ 269

薛应龙, 1985. 植物生理学实验手册. 上海:上海科技出版社,136 ~ 138

Bogatek R, Rychter A, 1984. Respiratory activity of apple seeds during dormancy removal and germination. *Plant Physiol Veg*, **22**: 181 ~ 189

Côme D, Corbineau F, Lecat S, 1988. Some aspects of metabolic regulation of cereal seed germination and dormancy. *Seed Sci Technol*, **16**:175 ~ 186

Erez A, Lavi B, 1985. Breaking bud rest of several deciduous fruit tree species in the Kenyan highlands. *Acta Hort*, **158**:239 ~ 248

Erez A, Zur A, 1981. Breaking the rest of apple buds by narrow distillation-range oil and dinitro-0-cresol. *Scientia Hort*, **14**:47 ~ 54

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t21-161

Erez A, Couvillon G A, Kays S J, 1980. The effect of oxygen concentration on the release of peach leaf buds from rest. *HortScience*, **15**:39 ~ 41

(下转 610 页)

一些研究者对供试材料的蛋白电泳分析时，样品上样量常用体积衡量，这会因样品中的蛋白含量差异而使结果出现误差。在进行酶活性分析时，上样量应该以蛋白含量为准。特别是在比较同一材料不同发育阶段的蛋白酶活性变化，应加入等蛋白含量的样品，而不是等体积的样品。

进行凝胶电泳分析蛋白酶活性时，在同一材料中往往只能观测到一种或少数几种蛋白酶的活性（有时甚至观测不到任何蛋白酶的活性）。这并不意味这种材料中只含有观测到的蛋白酶种类。可能有其它种类的蛋白酶对电泳前、后的处理条件比较敏感而导致不可逆的变性。也正因如此，使得对可观测到的特定蛋白酶（目标蛋白酶）进行分析时，无需排除同一样品中其它种类蛋白酶的干扰。

参 考 文 献

Bradford M M, 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of micro quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem*, **72**: 248 ~ 258

Garfin D E, 1990. One-dimentional gel electrophoresis. *Method in Enzymology*, **182**: 425 ~ 440

Huffaker R C, 1990. Proteolytic activity during senescence of plants. *New Phytologist*, **166**: 199 ~ 231

Jiang W, Lers A, Lomaniec E, Aharoni N, 1999. Senescence-related serine protease in parsley. *Phytochem*, **50**: 377 ~ 382

Lalonde L, Dhindsan R S, 1990. Altered protein synthesis during oat leaf senescence. *Physiol Plant*, **80**: 619 ~ 623

Lipton W J, 1987. Senescence of leafy vegetables. *HortScience*, **22**: 854 ~ 859

Stephenson P, Rubinstein B, 1998. Characterization of proteolytic activity during senescence in daylilies. *Physiol Plant*, **104**: 463 ~ 473

（上接 606 页）

Erez A, 1987. Chemical control of budbreak. *HortScience*, **22**: 1240 ~ 1243

Fuchigami L H, Wisniewski M, 1997. Quantifying bud dormancy: physiological approaches. *HortScience*, **32**: 618 ~ 623

Fuchigami L, Nee H C C, 1987. Degree growth stage model and rest-breaking mechanisms in temperate woody perennials. *HortScience*, **22**: 836 ~ 845

Fuss A, Burne P M, Coombe B G, 1990. Cultural manipulation for out-of-peach production under glass. *Scientia Hort*, **43**: 15 ~ 27

Hendricks S B, Taylorson B, 1975. Breaking of seed dormancy by catalase inhibition. *Proc Natl Acad Sci USA*, **72**: 306 ~ 309

Karssen C M, Zagorski Z, Kepczynski J, Groot S P C, 1989. Key role for gibberellins in the control of seed germination. *Ann Bot*, **63**: 71 ~ 80

Lang G A, 1994. Dormancy – The missing links: Molecular studies and integration of regulatory plant and environmental interactions. *HortScience*, **29**: 1255 ~ 1263

Li B, Foley M E, 1995. Cloning and characterization of differentially expressed genes in imbibed dormant and afterripened. Avena fatua embryos. *Plant Mol Biol*, **29**: 823 ~ 831

Morris C F, Anderberg R J, Goldmark P J, Walker-Simmons M K, 1991. Molecular cloning and expression of abscisic-acid responsive genes in embryos of dormant wheat seeds. *Plant Physiol*, **95**: 814 ~ 821

Nir G, Lavee S, 1993. Metabolic changes during cyanimide induced dormancy release in grapevines. *Acta Hort*, **329**: 271 ~ 274

Nir G, Shulman Y, Fanberstein L, Lavee S, 1986. Changes in the activity of catalase (EC1.11.1.6) in relation to the dormancy of grapevine (*Vitis vinifera* L.) buds. *Plant physiol*, **81**: 1140 ~ 1142

Siller-Cepeda J H, Fuchigami L H, Chen T H, 1992. Glutathione content in peach buds in relation to development and release of rest. *Plant Cell Physiol*, **33**: 867 ~ 872

Wang S Y, Faust M, 1988. Metabolic activities during dormancy and blooming of deciduous fruit trees. *Isr J Bot*, **37**: 227 ~ 243

Wang S Y, Jiao, Faust J, 1991. Changes in the activities of catalase, peroxidase, and polyphenol oxididase in apple buds during bud break induced by thidiazuron. *J Plant Growth Regul*, **10**: 33 ~ 39

https://www.scielgine.com/doi/10.3724/CEB-121-161