

促干剂对 GA₃ 处理和未处理无核白葡萄产量及品质的影响

加帕尔·卡迪尔^{1,2}, 何丹^{3,4}, 麦麦提艾力·热合曼⁵, 尼加提·阿布德热衣木¹, 海利力·库尔班^{1,4*}

(1. 新疆农业大学林学与园艺学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 吐鲁番鄯善县连木沁镇农业产业化服务中心, 新疆鄯善 838204; 3. 新疆维吾尔自治区林业技术推广总站, 新疆乌鲁木齐 830052; 4. 新疆安居丹生物科技有限公司, 新疆乌鲁木齐 830000; 5. 清华大学生命科学学院, 北京 100084)

摘要 [目的] 研究促干剂对赤霉素(GA₃)处理和未处理无核白葡萄产量及品质的影响。[方法] 以吐鲁番无核白葡萄为试验材料, 开花结实期 GA₃ 处理和未处理的无核白葡萄进行促干剂预处理, 探讨其对产量和品质以及相关生理生化指标的影响。在 GA₃ 处理和未处理的无核白葡萄开花结实前, 均用促干剂处理, 测定并计算出在制干过程中的脱水率、出干率、呼吸速率以及有机酸含量等指标参数。对消费者身体可能造成的健康隐患进行讨论。[结果] 促干剂处理极显著地加速葡萄失水, 并使失水速率随促干剂浓度而上升, 而 GA₃ 处理与未处理葡萄失水速率没有明显差异; 促干剂提高制干过程前期葡萄的呼吸速率, 而在中、后期的呼吸速率则降低, 但 GA₃ 处理与未处理的葡萄呼吸速率并没有明显的差异; GA₃ 对葡萄粒体积和葡萄鲜重有显著增效作用, 但鲜葡萄出干率下降 10% 左右; 用促干剂进行处理的无核白出干率有上升的趋势, 但不具有实际统计学价值; 促干剂与 GA₃ 进行处理的无核白的有机酸含量均明显高于对照处理, 并且存在显著交互作用。[结论] 促干剂与赤霉素用于葡萄干生产会在一定程度上提高经济效益, 但给消费者带来健康隐患, 因此使用者需慎重考虑。

关键词 无核白葡萄; 促干剂; 呼吸速率; 葡萄产量; 有机酸

中图分类号 S663.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)33-0045-04

Effect of Pro-dry Agent on the Productivity and Quality of Turpan Seedless Grapes (*Vitis vinifera* L.) Treated or Untreated by GA₃
Jappar Kader^{1,2}, HE Dan^{3,4}, Mamateli Rahman⁵, Halil Kurban^{1,4*} et al (1. School of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Agricultural Industrialization Service Center of Lianmuqin Town, Shanshan, Xinjiang 838204; 3. Xinjiang General Station of Forestry Technology Promotion, Urumqi, Xinjiang 830052; 4. Xinjiang Anjudan Biotechnology Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang 830000; 5. School of Life Science, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract [Objective] To research the effect of pro-dry agent (PDA) on the productivity and quality of Turpan seedless grapes (*Vitis vinifera* L.) treated or untreated by GA₃. [Method] With Turpan seedless grape as the research materials, pre-treatment of grape treated and untreated by GA₃ at blooming stage was carried out. Its effects on yield, quality and correlated physiological and biochemical indexes were discussed. PDA was applied before flowering stage, and the dehydration rate, respiration rate during the drying processes, organic acid content and the dry-weight yield of the grapes were measured. The health hazard on consumer's body were discussed. [Result] PDA extremely significantly promoted the dehydration rate of grape, and the rate enhanced with the increasing concentration of PDA. There were no significant differences in dehydration rate between treatments with and without GA₃. PDA enhanced the respiration rate in the early stage of the drying process, but reduced it in later stages. There were no significant differences in respiration rate between treatments with and without GA₃. Under GA₃ treatment, the grape grain size and the fresh weight increased significantly, while the dry matter percentage per 100 g of fresh grapes decreased by 10%. The dry matter percentage per 100 g of fresh grapes rose under PDA treatment, but it was not statistically significant. The organic acid content of both of GA₃-treated and PDA-treated grapes was higher than that of the control, and there was synergy between the two treatments when they were applied together. [Conclusion] Applying GA₃ and PDA in raisin enhanced the economic benefit but brought health hazard, so that the users needed to consider carefully.

Key words *Vitis vinifera* L.; Pro-dry Agent; Respiration rate; Grapes productivity; Organic acids

葡萄干具有丰富的营养价值, 在世界葡萄加工产业中享有较高声誉^[1]。浆果葡萄经过制干加工后能使营养成分较完整的保留, 人体易吸收, 具有较高的热量, 含有抑制血小板聚集和减少心脏病发生发展的白藜芦醇^[2-5]。全球有土耳其、中亚的乌孜别克斯坦、美国加州等国家是葡萄的主产区。我国葡萄干的产量仅占世界的 6%^[6]。坐落于新疆东部的吐鲁番地区是新疆重要的葡萄加工和生产基地, 经过不断努力, 近年来吐鲁番地区的无核白葡萄产量逐渐提高、种植面积逐渐增大, 已形成独具规模化的产业^[7]。在我国, 利用高温和空气流动风干是最为传统的葡萄制干方法, 这样既可以生产健康食品, 也可以提高葡萄制干产量^[8]。

赤霉素(GA₃)是在植物中广泛存在, 具有四环双帖类结构的一种激素, 能够控制植物生长和发育^[9]。GA₃ 作用于葡萄的主要功能是提高葡萄的坐果率, 使果穗和葡萄粒伸长,

进而提高葡萄产量, 被广泛应用于葡萄生产^[10]。然而, 国内外近年研究发现, GA₃ 在有机体的残留对健康有危害^[11]。科学家发现, GA₃ 影响动物体内肝细胞中的线粒体的正常呼吸功能, 使得肝脏的组织结构发生变化, 从而导致细胞发生癌变^[12-15]。由于 GA₃ 没有急性毒害而使人们忽略其积累毒性, 长久摄取或严重时可致动物机体发生癌变^[16]。水果表皮覆盖着一层不易透水的蜡质层, 因此晾果干是一个耗能的过程^[17]。果皮与果肉的透水性及气温及空气湿度有关, 在较高温度下(70℃)制干无需前处理, 而在较低温度(40~60℃)下制干则需要前处理过程^[18]。水果皮可通过化学预处理^[19-20]或物理预处理提高其透水性^[21]。化学预处理通常分解果皮蜡质层使其产生微观裂缝而增加透水性^[22]。在新疆, 促干剂是一种普遍应用于葡萄制干的化学预处理的白色粉末状试剂, 也被称为食品添加剂^[23]。经过促干剂进行处理的葡萄表面结构被破坏, 加大水分蒸发速率, 从而使葡萄干提前上市, 可快速制干葡萄干显绿色, “提高葡萄干卫生标准 1~2 个质量等级”。另外, 由于促干剂处理葡萄表层水分蒸发快, 在内部含水量仍高, 在某种程度上可提高葡萄

基金项目 国家自然科学基金(31460316)。

作者简介 加帕尔·卡迪尔(1969—), 男, 新疆鄯善人, 农艺师, 硕士, 从事植物生理生态研究。* 通讯作者, 教授, 博士, 博士生导师, 从事植物生态研究。

收稿日期 2017-09-18

干的产量^[24],但促干剂残留造成果粒的二次污染对生物体存在安全隐患^[19,25]。目前对使用生长促进剂和促干剂提高收益的机制及其对人体存在的安全隐患之间的平衡点研究甚少。

笔者以葡萄开花结实期用赤霉素(GA₃)处理和未经GA₃处理的无核白葡萄为材料,研究促干剂预处理葡萄在制干过程中脱水和呼吸速率的变化,及其对无核葡萄的产量及有机酸含量的影响,并对消费者身体可能造成的健康隐患进行讨论。

1 材料与与方法

1.1 材料 选取新疆东部的鄯善县汉墩夏村为无核白试验和采样地。

1.2 方法

1.2.1 试验设计。在无核白开花前后分别进行2次GA₃喷洒处理,GA₃花前喷洒浓度为100 mg/kg,花后喷洒浓度为140 mg/kg。将成熟后的葡萄进行人工采收,设置0、5、30、60 g/L共4个不同梯度的促干剂浓度,分别浸泡1 min,0 g/L为对照组试验,浸泡后捞出置于筛网上,在自然条件晾干的过程中,定期测定呼吸速率、有机酸含量等相关参数。晾干后,在65℃的烘箱中处理3 d,采用随机取样法,称取葡萄干的百粒重,测定短径及粒长。

1.2.2 呼吸速率的测定。呼吸速率采用光合仪(LI-6400)和配土壤呼吸室(6400-09)进行测定。分别称取GA₃处理(对照)和未经GA₃处理的鲜葡萄50 g,用0、15、30、60 g/L共

4个浓度梯度的促干剂分别浸泡1 min,置于试验室阴凉处,每24 h称重1次,计算含水量变化;每24 h测定1次呼吸速率直至葡萄晾干。进行3次重复试验。

1.2.3 有机酸的测定。葡萄干有机酸含量的测定采用返滴定法进行^[26]。

(1)对照品溶液的制备:柠檬酸0.1400 g,加入0.054 mol/L NaOH溶解,采用0.054 mol/L NaOH定容到500 mL。

(2)供试品溶液制备:无核白葡萄干1 g,加入50 mL浓度为0.054 mol/L NaOH溶液进行研磨、密封后置于室温15 min,2 000~3 000 rpm/min离心20 min,取上清液。

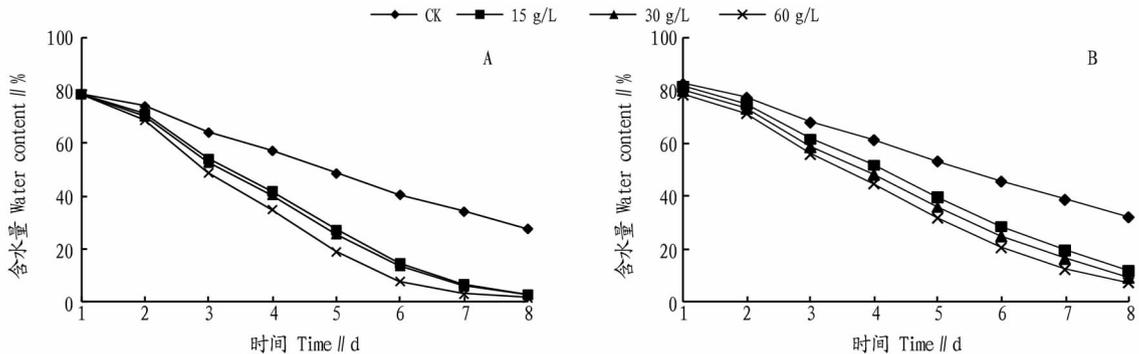
(3)测定方法:供试品溶液25 mL,加入25 mL蒸馏水,酚酞2滴,用浓度为0.0587 mol/L的HCL进行滴定,记录消耗HCL体积V(1 mL 0.058 7 mol/L HCL为2.801 mg C₆H₈O₇)。

(4)滴定浓度为0.054 mol/L NaOH溶液25.0 mL,记录消耗酸体积V。

1.3 数据分析 采用Excel作图,SPSS进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 葡萄制干过程的含水量变化 由图1可知,经过促干剂处理后的葡萄的失水速率高于对照($P < 0.01$),失水速率随促干剂浓度的升高而逐渐升高,促干剂的浓度与失水速率和测定时间呈负相关关系,相关系数为 $R = -0.408, P < 0.01$ 和 $R = -0.841, P < 0.01$ 。而制干过程中含水量的变化与赤霉素处理之间无紧密相关性($R = 0.165, P < 0.05$)。



注:A.对照;B.赤霉素浓度243 mg/kg

Note: A. CK; B. 243 mg/kg GA₃

图1 促干剂对葡萄干含水量的影响

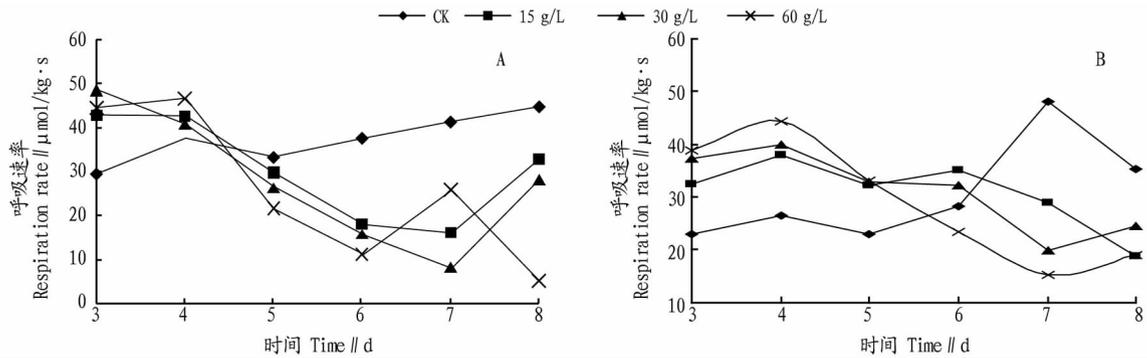
Fig. 1 The effect of pro-dry agent on water content of raisin

2.2 呼吸速率及含水量的变化 由图2可知,1~4 d时经过促干剂处理的葡萄呼吸速率全部高于对照。经过不同促干剂浓度进行处理的葡萄之间,促干剂浓度与呼吸速率成正相关;4 d后,葡萄的含水量下降至60%时,经过促干剂处理的葡萄的呼吸速率明显低于对照,促干剂浓度与呼吸速率呈负相关关系;在整个葡萄干制备过程中,呼吸速率呈先上升后下降的趋势,但峰值出现时间略有不同。GA₃处理与对照之间的呼吸速率不存在显著统计学差异,经过促干剂处理的试验,随着时间的推移与呼吸速率存在极显著差异,在各因素之间也存在显著的交互作用。在葡萄干的制备过程中,呼吸速率的变化与GA₃不存在相关性($R = -0.007, P =$

0.933),与促干剂处理试验和时间呈明显的负相关关系 $R = -0.207, P < 0.05; R = -0.462, P < 0.01$)。

2.3 赤霉素和促干剂对葡萄制干的增效作用

2.3.1 赤霉素和促干剂对葡萄干百粒重的影响。由图3可知,在葡萄的生长期进行GA₃处理的葡萄再使用促干剂进行处理制干的葡萄干百粒重比未经过促干剂处理的葡萄干百粒重增重27% ($P < 0.01$)。GA₃和促干剂与葡萄干百粒重二者间进行相关性分析结果显示,GA₃与葡萄干百粒重之间存在较大的相关性($R = 0.90, P < 0.01$);促干剂与葡萄干百粒重的相关性较GA₃低,说明促干剂对无核白葡萄干的增重作用不大($R = 0.189, P < 0.01$)。



注:A. 对照;B. 赤霉素浓度 243 mg/kg

Note: A. CK; B. 243 mg/kg GA₃

图2 促干剂对葡萄制干过程中呼吸速率的影响

Fig.2 The effect of pro-dry agent on respiration rate of grapes during drying process

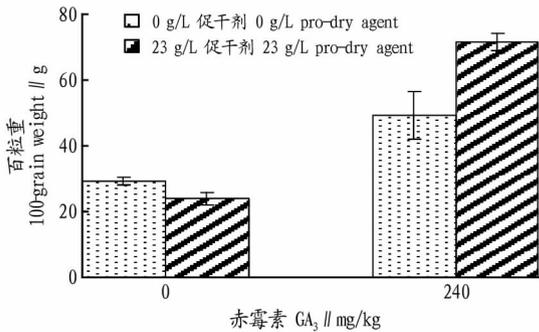


图3 赤霉素和促干剂对葡萄干百粒重的影响

Fig.3 The effect of GA₃ and pro-dry agent on 100-grain weight of raisin

2.3.2 赤霉素和促干剂对葡萄干粒形的影响。由图4可知,用GA₃与促干剂进行处理对无核白葡萄干纵径(图4A)和横径(图4B)的影响与其对葡萄干百粒重的影响基本类似。GA₃与促干剂进行处理的葡萄干的纵、横径平均长度均较只有GA₃处理得到的葡萄干纵、横径大;只用促干剂进行处理的无核白葡萄干纵、横径与对照组相比变化不大。GA₃和促干剂进行交互作用对比显示,二者间的差异有较显著统计学意义($P < 0.05$)。

2.3.3 每百克鲜葡萄出干率。从图5可以看出,经过GA₃处理比未处理的无核白葡萄干的出干率下降了10%;未用GA₃处理的无核白葡萄,在不同浓度的促干剂处理条件下,随着促干剂的浓度增加无核白葡萄干的出干率呈上升的趋势,但不具有显著的统计学意义;经GA₃处理的无核白葡萄,出干率随着促干剂浓度增加表现出极显著上升趋势($P < 0.01$)。通过双因素方差进行分析的结果显示,GA₃处理与未经过GA₃处理二者之间、经过促干剂处理与未经过促干剂处理二者之间存在较显著的差异,GA₃进行处理和促干剂进行处理二者之间存在显著的交互作用。对促干剂和GA₃处理的无核白葡萄干的出干率进行相关性分析,结果显示GA₃与无核白葡萄干的出干率之间呈负相关($R = -0.501, P < 0.01$),促干剂则成正相关($R = 0.473, P < 0.01$)。

2.4 有机酸含量的变化由图6可知,GA₃处理和未处理

的无核白葡萄,分别进行不同浓度的促干剂处理,GA₃处理的葡萄干的有机酸含量分别是2.97%和2.62%,未处理的有机酸含量分别为2.54%和2.49%,前处理明显高于后处理,存在较为显著的差异($P > 0.05$)。GA₃及促干剂处理的无核白葡萄干的有机酸含量均比对照高,表现为正相关的关系,其相关系数分别为 $R = 0.361, P < 0.05; R = 0.566, P < 0.01$ 。

3 讨论

GA₃是细胞内不可以缺少的植物激素^[27],调节参与植物的生长发育以及休眠过程^[28],可以提高葡萄的产量^[29]。无核白葡萄因其果梗比较短小,使果穗紧密,严重的限制浆果的生长发育,GA₃主要用于无核葡萄的果梗伸长生长从而促进浆果生长^[12]。试验结果表明,经过GA₃处理的无核白葡萄干的百粒重、纵径和横径分别是对照组试验的2.31、1.22、1.5倍,表明经GA₃处理可以提高无核白葡萄干产量;经过GA₃处理与对照组的每100g新鲜葡萄的出干率进行比较,进行GA₃处理比未进行处理的葡萄出干率下降了10%,表明GA₃处理的浆果要比对照组的葡萄吸收较多水分,这是因为经过GA₃处理可以促进可溶性小分子向葡萄果实进行转移,导致果实的水势下降,从而吸收更多水分,维持较高含水量。由此可见,赤霉素一方面促进果梗伸长、果粒增加,提高葡萄的百粒重,从而使葡萄干的增加产量;另一方面可以积累更多的可溶性糖和有机酸使组织水势下降,从而吸收较多的水分,提高葡萄鲜重。

促干剂在近20年来广泛用于葡萄干生产中,可以使果实表皮脱去蜡质层,是葡萄干快速制备的一种添加剂。促干剂可以通过提绿等条件,来提升“质量等级”,保证葡萄干品质,也给果农的经济收入提供了保障。研究结果显示,经过促干剂进行处理的葡萄在前期制干过程中刺激葡萄的呼吸作用,使呼吸速率上升,这可能是由于细胞膜脂被促干剂损害,造成相关酶与呼吸底物相互排斥,导致呼吸速率提高。根据George和Athanasio等^[30-31]的研究表明,植物的组织呼吸作用与细胞内外膜的双脂层有关系,当双脂层被破坏,呼吸速率加快,同时也破坏了果皮内存在的木质素,从而加快失水^[8]。徐晓辉等^[23]用促干剂对小鼠进行试验显示,高剂量的促干剂会导致小鼠的胃肠道出血,导致其死亡,死亡

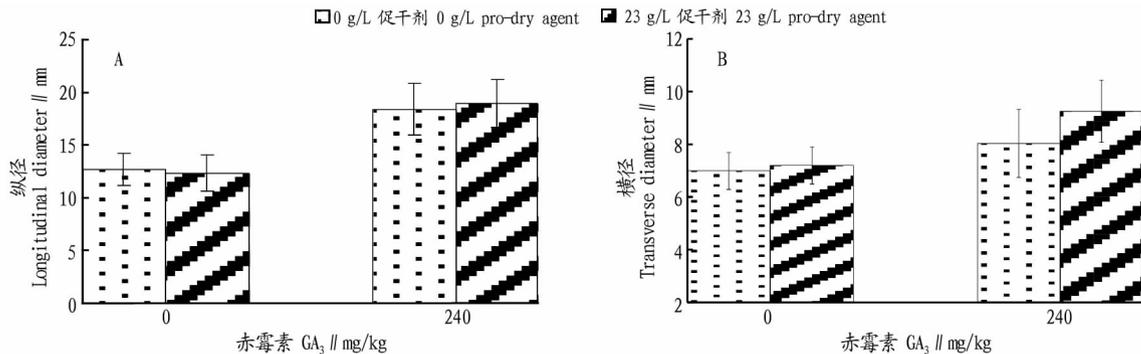


图4 赤霉素和促干剂对葡萄干纵径(A)和横径(B)的影响

Fig. 4 The effect of GA_3 and pro-dry agent on longitudinal (A) and transverse (B) diameter of raisin

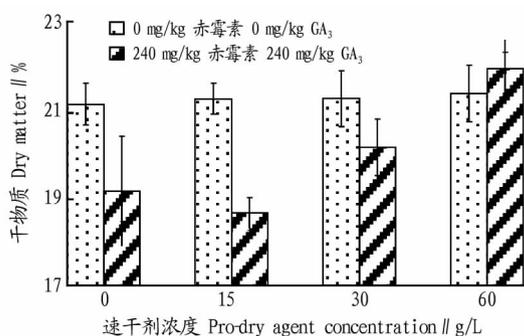


图5 赤霉素和促干剂对无核葡萄出干率的影响

Fig. 5 The effect of GA_3 and pro-dry agent on dry matter percentage of seedless grape

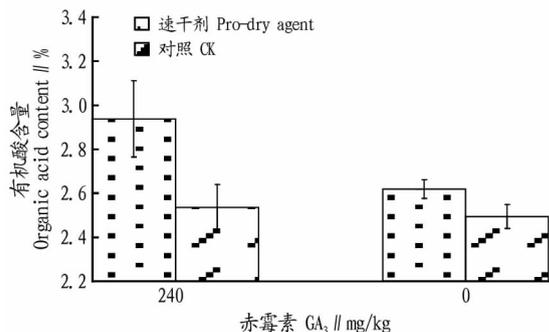


图6 赤霉素和促干剂对无核葡萄出干率的影响

Fig. 6 The effect of GA_3 and pro-dry agent on dry matter percentage of seedless grape

率高达100%，说明促干剂能破坏细胞膜双脂层结构。在葡萄制干的中、后期，随着促干剂浓度的升高，呼吸速率呈下降趋势，这种趋势与葡萄的水量下降速率有一定的关系，处理过的葡萄快速失水，从而减少葡萄干的制备时间。促干剂进行处理的无核白葡萄粒的纵、横径和百粒重不存在显著的影响。研究者认为，促干剂(PDA)通过促进葡萄失水使呼吸速率迅速下降而降低呼吸消耗，从而略提高葡萄出干率。用 GA_3 处理的葡萄再用促干剂进行处理，出干率随着促干剂的浓度增加而增加。由此可见，赤霉素与PDA作用后的葡萄，会使葡萄颜色保持良好，出干率也略有提高，但毒素的积累会对健康构成威胁^[32-33]。

GA_3 与PDA处理的有机酸含量均高于未处理对照。笔者认为二者有机酸含量高于对照的原因不同，即 GA_3 处理能

使代谢活动增强，促进不溶于水的大分子化合物或有机酸等有机物质的大量积累，成熟过程中逐渐转化为可溶性糖，处理延缓成熟比对照需要较长的时间进行有机物质转化；而PDA处理的葡萄粒则迅速脱水，使其呼吸作用迅速降低，没有充分的时间转化，从而使其有机酸含量高于对照。 GA_3 与PDA同时处理则有显著的相互增效作用。

4 结论

在葡萄生长发育期， GA_3 处理可以通过促进果梗的生长和浆果粒增大以及降低细胞水势而吸收大量水分，从而增加葡萄鲜重和干重，葡萄干有机酸含量则明显高于对照，而在制干过程中失水速率和呼吸作用无显著影响。

PDA处理对葡萄表面结构有破坏作用，溶解蜡质层在角质层产生裂缝并损坏细胞壁组成纤维素，从而极显著地加速葡萄失水，提高制干过程前期葡萄的呼吸速率，而在中、后期由于含水量迅速下降而使呼吸速率降低，降低呼吸消耗，这在某种程度上有利于提高葡萄干产量。同时由于缩短了制干时间，有机酸等不能充分转化成可溶性糖，使葡萄干有机酸含量较高。 GA_3 与PDA并用时有显著的增效作用，因而其有机酸含量更高。

综合考虑经济利益和食品卫生以及健康隐患问题， GA_3 和PDA的增产给部分果农带来一定的经济效益，人们却忽略环境激素对人类和动物生殖系统的恶性作用或严重时可能导致机体发生癌变的作用。该试验结果显示，PDA对细胞表面结构有破坏作用，在动物急性毒性实验中表现基本有毒。综上所述， GA_3 与PDA用于葡萄干生产会在一定程度上提高经济效益，但却给消费者带来健康隐患，使用时需要慎重考虑。

参考文献

- [1] 晁无疾,管仲新,路萃,等.我国葡萄干质量分析[J].中外葡萄与葡萄酒,2005(6):49-52.
- [2] 郭景南,刘崇怀,潘兴,等.葡萄属植物白藜芦醇研究进展[J].果树学报,2002,19(3):199-204.
- [3] 程建蕊,王振月,胡凤,等.白藜芦醇在植物中的分布及其生物活性研究进展[J].世界科学技术:中医药现代化,2007,9(5):91-96.
- [4] JANG M, CAI L N, UDEANI G O, et al. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes [J]. Science, 1997, 275: 218-220.
- [5] 邓红,张月明,宋旭红,等.吐鲁番无核白葡萄抑癌作用及其相关成分分析[J].营养学报,2003,25(3):275-278.

弱矮小、块茎龟裂变形、产量逐年下降等现象,这是马铃薯“退化”的典型表现。马铃薯退化主要是病毒引起,病毒可以侵入植物体内所有的营养器官,但是除了一些类病毒,大多数病毒都不能侵入到花粉、卵、胚等生殖器官^[12]。大多数植物是通过有性生殖繁育后代,有性生殖繁育后代的新生种胚具有亲体摒除病毒的作用,能除去母体所带的各种病毒,生产的后代是无病毒侵染的种子^[13]。栽培种马铃薯是高度杂合的四倍体,为了保持四倍体马铃薯栽培种的优良农业性状,采取无性繁殖的方式,在长期种植过程中病毒积累,马铃薯退化,从而导致马铃薯严重减产。而采用现代生物技术手段进行马铃薯茎尖脱毒,可以将马铃薯种薯内的病毒去除,恢复马铃薯品种的生理功能和生产特性,从而防止马铃薯“退化”。

在费乌瑞它马铃薯脱毒过程中,脱毒后的芽外植体出现了严重的污染问题,杂菌滋生,采取通风、去湿、光照、防霉、使用抗生素等方法,效果不是很明显,后来从源头上对外植体进行灭菌,芽外植体灭菌效果以 5% NaClO 3 min + 0.1% HgCl₂ 灭菌 7 min + 70% 乙醇 0.5 min 组合最佳。对于消毒灭菌后芽外植体分别用 KM8P、White、N6、B5、MS 培养基进行筛选,在 MS 基本培养基中培养效果最好。用不同浓度的 6-BA、NAA 对芽外植体进行诱导和分化,发现 6-BA、NAA 都有促进作用,最佳诱导培养基为 MS + 6-BA 0.5 mg/L + NAA 0.3 mg/L,此时芽分化成苗率最高。山西省忻州市五寨

县是重要的马铃薯种植基地,采用马铃薯脱毒技术可以解决费乌瑞它品种退化问题,是提高生产水平至关重要的环节,该研究可为脱毒费乌瑞它马铃薯良种繁育提供基础资料。

参考文献

- [1] 黑龙江农业科学院马铃薯研究所. 中国马铃薯栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [2] MUNCIE J. H. Yellow dwarf disease of potatoes[J]. Mich Agric Exp Stn Spec Bull, 1935, 260:18.
- [3] SALAZAR L. F. 马铃薯病毒及其防治[M]. 阎文昭,张勇飞,等译. 北京:中国农业出版社,2001:183-184.
- [4] 胡玉霞. 费乌瑞它马铃薯综合农艺性状及高产栽培技术[J]. 现代农业科技,2016(13):100-101.
- [5] 胡琳. 植物脱毒技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2000.
- [6] MISSIOU A, KALANTIDIS K, BOUTLA A, et al. Generation of transgenic potato plants highly resistant to potato virus Y (PVY) through RNA silencing[J]. Molecular breeding, 2004, 14(2):185-197.
- [7] 田成津. 马铃薯茎尖脱毒及组培快繁技术研究[J]. 农业科技与信息, 2012(16):21-23.
- [8] 董越,张丹,靖凯. 浅谈马铃薯脱毒苗组培快繁技术[J]. 园艺与种苗, 2012(2):17-18,31.
- [9] 杨淑慎. 细胞工程[M]. 北京:科学出版社,2009:146-149.
- [10] 刘小凤. 马铃薯组织培养脱毒和病毒检测研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [11] 穆艳娥,王拴福,姬青云,等. 马铃薯脱毒快繁与微型种薯生产技术[J]. 种子科技,2012,30(4):35-36.
- [12] BUTKIEWICZ H, DZIEWOŃSKA M. A. Selection of first-year potato seedlings for resistance to potato leaf roll virus[J]. Potato research, 1982, 25(3):265-268.
- [13] 陈伊里,石瑛,王凤义,等. 新型栽培种在中国马铃薯育种中的利用[M]//陈伊里,屈冬玉. 中国马铃薯研究与产业开发. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2003.
- [14] 刘家驹,陈家华. 走出新疆葡萄干生产的误区[J]. 新疆农业科学, 1999(5):238-239.
- [15] 陈玲,韩琛,肖丽,等. 吐鲁番无核白葡萄产业现状与研究趋势[J]. 农产品加工·学刊,2012(3):98-99,110.
- [16] 罗文,刘卫星,陆胜祖. 葡萄促干剂及使用中应注意的问题[J]. 新疆农业科学,1997(3):133-134.
- [17] SHIMADA A, UEGUCHI-TANAKA M, NAKATSU T, et al. Structural basis for gibberellin recognition by its receptor GID1[J]. Nature, 2008, 456(7221):520-523.
- [18] 湛进,钟才高,关岚,等. 赤霉素对小鼠仔鼠生长发育的影响[J]. 实用预防医学,2005,12(2):226-229.
- [19] EL-MOFTY M M, SAKR S A, RIZK A M, et al. Carcinogenic effect of gibberellin A₃ in Swiss albino mice[J]. Nature cancer, 1994, 21(2):183-190.
- [20] 邓媛媛,钟才高,关岚,等. 赤霉素对大鼠肝细胞线粒体呼吸功能的影响[J]. 卫生研究,2011,39(6):697-700.
- [21] SAKR S, OKDAH A, EL-ABED S. Gibberellin A₃ induced histological and histochemical alterations in the liver of albino rats[J]. Science Asia, 2003, 29:327-331.
- [22] MUTHURAMAN P, SRIKUMAR K. A comparative study on the effect of homobrassinolide and gibberellic acid on lipid peroxidation and antioxidant status in normal and diabetic rats[J]. J Enzyme Inhib Med Chem, 2009, 24(5):1122-1127.
- [23] EL-MOFTY M M, SAKR S A. Induction of neoplasms in the Egyptian toad Bufo regularis by gibberellin A₃[J]. Oncology, 1988, 45(1):61-64.
- [24] 何瑞,刘艾平,曹玉广,等. 植物生长调节剂使用中的安全问题[J]. 中国卫生监督杂志,2003,10(2):99-101.
- [25] SABAREZ H, PRICE W E, BACK P J, et al. Modelling the kinetics of drying of d' Agen plums (*Prunus domestica*) [J]. Food chemistry, 1997, 60(3):371-382.
- [26] PRICE W E, SABAREZ H T, STOREY R, et al. Role of the waxy skin layer in moisture loss during dehydration of prunes[J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2000, 48(9):4193-4198.
- [27] DOYMAZ I, PALA M. The effects of dipping pretreatments on air-drying rates of the seedless grapes[J]. Journal of food engineering, 2002, 52(4):413-417.
- [28] PONTING J D, MCBEAN D M. Temperature and dipping treatment effects on drying rates and drying times of grapes, prunes and other waxy fruits[J]. Food technology, 1970, 24:85-88.
- [29] DI MATTEO M, CINQUANTA L, GALIERO G, et al. Effect of a novel physical pretreatment process on the drying kinetics of seedless grapes[J]. Journal of food engineering, 2000, 46(2):83-89.
- [30] TARHAN S. Selection of chemical and thermal pretreatment combination for plum drying at low and moderate drying air temperatures[J]. Journal of food engineering, 2007, 79(1):255-260.
- [31] 徐晓辉,亢建志,袁江玲,等. 杏、葡萄促干剂的毒性研究及安全性评价[J]. 地方病通报,2010,25(5):55-57.
- [32] 郑永菊,师俊玲,刘延琳. 吐鲁番葡萄干加工中存在的主要问题[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2011(9):62-64.
- [33] PANGAVHANE D R, SAWHNEY R L, SARSAVADIA P N. Effect of various dipping pretreatment on drying kinetics of Thompson seedless grapes[J]. Journal of food engineering, 1999, 39(2):211-216.
- [34] 肖平,罗芬,也玉梅,等. 返滴定法测定天南星药材中总有机酸含量[J]. 南京中医药大学学报,2011,27(6):575-576.
- [35] ASAHINA M, IWAI H, KIKUCHI A, et al. Gibberellin produced in the cotyledon is required for cell division during tissue reunion in the cortex of cut cucumber and tomato hypocotyls[J]. Plant Physiol, 2002, 129(1):201-210.
- [36] 王蕾,海利力·库尔班,萨拉木·艾尼瓦尔. 野生杏种子对外源赤霉素的生理响应[J]. 干旱区研究,2009,26(5):708-713.
- [37] 黄志强,李璟. 无核白葡萄应用促干剂制干试验[J]. 中国果树,1995(3):13-14.
- [38] THEOLOGIS A, LATIES G G. Membrane lipid breakdown in relation to the wound-induced and cyanide-resistant respiration in tissue slices[J]. Plant Physiol, 1980, 66:890-896.
- [39] 李亚东,唐雪东,袁菲,等. 我国小浆果生产现状、问题和发展趋势[J]. 东北农业大学学报,2011,42(1):1-10.
- [40] 李鹏飞. 食品添加剂——健康的隐形杀手[J]. 商品与质量,2011(3):9.
- [41] 范京惠,左玉柱,李一经. 细胞凋亡的研究进展[J]. 东北农业大学学报,2005, 36(6):804-807.

(上接第 48 页)