

# 热风干燥温度对无核白葡萄干品质的影响

## Effect of different temperature air drying conditions on quality of thompson seedless grapes

孟 阳<sup>1</sup> 刘峰娟<sup>1,2</sup> 王玉红<sup>1</sup>

MENG Yang<sup>1</sup> LIU Feng-juan<sup>1,2</sup> WANG Yu-hong<sup>1</sup>

朱春丽<sup>1</sup> 黄文书<sup>1</sup> 冯作山<sup>1,2</sup>

ZHU Chun-li<sup>1</sup> HUANG Wen-shu<sup>1</sup> FENG Zuo-shan<sup>1,2</sup>

(1. 新疆农业大学食品科学与药学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆农业大学林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

(1. College of Food Science and Medicine, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

**摘要:**为了研究不同热风温度对葡萄品质的影响,以新疆吐鲁番无核白葡萄为材料,经促干剂处理后,分别在 30, 35, 40, 45 °C 条件下进行热风干燥。结果表明:在干燥无核白葡萄过程中,葡萄中的抗坏血酸、可滴定酸、总酚含量下降,而褐变度上升。综合比较可知,40 °C 热风干燥制得的葡萄干品质较好。

**关键词:**无核白葡萄;热风干燥;品质

**Abstract:** The effects of different temperatures on grape quality were studied by hot air drying, taken Turpan Thompson seedless grapes as material, which was treated by dry-promoter agent, and dried by hot air drying in 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, respectively. The results showed that: in the process of drying seedless white grapes, the contents of ascorbic acid, titratable acidity, total phenol decreased, while browning was raised. Comprehensive comparison, hot air drying in 40 °C can prepare raisin better quality.

**Keywords:** Thompson seedless grapes; air drying; quality

中国是世界上最大的绿色葡萄干生产国,中国葡萄干主要产自新疆吐鲁番地区,其特色产品为无核白葡萄阴干的绿葡萄干。目前新疆绿葡萄干的生产均是采用传统的晾房阴干的,干燥时间长达 30~40 d 左右<sup>[1]</sup>。但新疆地区的无核白

葡萄采收期时间很短,且量非常大,所以要求制干的时间不宜过长。针对这些问题,刘一健等<sup>[2]</sup>提出了用自制的混联式太阳能果蔬干燥设备干燥无核白葡萄,其主要通过太阳能集热板对空气加热,使空气的温度升高,加快了干燥的速度。使用太阳能干燥设备的干燥时间从传统自然晾房的 45 d 缩短至 15 d,大大缩短了干燥周期;杨文侠等<sup>[3]</sup>对气体射流冲击干燥制干进行了研究,给一些太阳能光热资源不足的葡萄产区提供了可行方案;吴继红等<sup>[4]</sup>研究了无核白葡萄干制过程中微波处理的作用,不仅大大缩短了干制时间,也明显改善葡萄干的质量;Pangavhane 等<sup>[5,6]</sup>综述了各种应用于葡萄干制的太阳能干燥机的原理和构造,并对葡萄干制试验和太阳能自然干制设备进行了优化设计,使葡萄的干制过程能够得到有效控制,产品质量、干制效率和干制周期显著提高。采用工业化干燥技术对葡萄进行脱水,既能缩短制干时间,打破地域限制,还能提高葡萄干的产量和卫生质量。

热风干燥是一种简单,经济,易于推行的机械干燥方法。在干燥物料时通常使用热风循环烘箱,热风在热风循环烘箱内循环,热效率高,节约能源,烘箱内设有可调式分风板,物料干燥均匀,且适用范围广,可干燥各种物料,具有投资低、管理方便等优点,是一种通用的干燥设备<sup>[7]</sup>。用热风干燥果蔬已有大量报道,张利娟等<sup>[8]</sup>研究了热风干燥对无核白葡萄总酚和抗氧化性的变化,张英丽等<sup>[9]</sup>研究了无核白葡萄经过热风干燥后的品质。绿色的葡萄干是新疆特有的葡萄干品种,以往采用机械化烘干绿色葡萄,其干燥温度多为 50~80 °C,由于温度较高,不适合加工绿葡萄干。徐飞等<sup>[10]</sup>对

基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研计划科学研究重点项目(编号: XJEDU2012116); 国家自然科学基金(编号: 31201448); 2014 年国家级大学生创新创业训练计划项目(编号: 201410758023); 新疆农业大学博士后经费资助

作者简介:孟阳(1988—),男,新疆农业大学在读硕士研究生。

E-mail: my8568650@sina.com

通讯作者:黄文书

收稿日期:2014-11-26

菠萝蜜的研究结果表明,抗坏血酸随着温度升高,含量在降低;李焕荣等<sup>[11]</sup>对红枣热风干燥进行了研究,发现采用相对较低的干制温度,能最大限度地减少营养成分的损失。本研究根据新疆吐鲁番地区的晾房温度的变化,拟采用热风循环烘箱在 30~45 °C 进行无核白葡萄热风干燥,探讨较低温度的热风干燥对无核白葡萄品质的影响,为热风干燥绿色葡萄干的工艺控制提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

无核白葡萄:摘自吐鲁番葡萄果园,品质成熟,健康、无病虫害及腐烂果。果实色泽碧绿、大小均匀(直径 $(9.8 \pm 1.03)$  mm;长度 $(14.00 \pm 1.12)$  mm),可溶性固形物质量分数为 $(21.55 \pm 1.35)\%$ ,含水率为 $(80.97 \pm 0.42)\%$ 。

### 1.2 仪器与试剂

紫外—可见分光光度计: TU-1810 型,北京普析通用仪器有限责任公司;

高速冷冻离心机: TGL-16G 型,上海安亭科学仪器厂;

超声波清洗器: SK2200H 型,上海科导超声仪器有限公司;

电子天平: FA2104N 型,上海民桥精密科学仪器有限公司;

电热恒温恒湿干燥箱: CS101 型,乌鲁木齐电器设备制造厂;

2,6-二氯酚钠: 优级纯,上海如吉生物科技;

氢氧化钠: 分析纯,天津市光复科技发展有限公司;

甲醇: 分析纯,天津市福晨化学试剂厂;

福林肖卡: 优级纯,北京索莱宝科技有限公司。

### 1.3 方法

1.3.1 热风干燥 在前期预试验中,将无核白葡萄分别在温度 30,35,40,45 °C,相对湿度 $<20\%$ ,风速 1 m/s 及温度 30,35,40,45 °C,平均相对湿度 45%,平均风速 0.5~2.0 m/s 条件下进行干制。结果发现温度 40 °C,相对湿度 $<20\%$ ,风速 1 m/s 干燥的葡萄干褐变度最低,干制时间较快,干制效果最好。因此,本试验选取脱水组工艺条件:热风处理温度 40 °C,相对湿度 $<20\%$ ,风速 1 m/s。葡萄脱水失重达到 80%时结束脱水,在此过程中葡萄失重 10%,20%,30%,40%,50%,60%,70%,80%时取样,测定各项指标,每个处理重复 3 次。

### 1.3.2 品质指标测定

(1) 水分含量:按照 GB 5009.3—2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》方法测定;

(2) 抗坏血酸含量:采用 2,6-二氯酚法测定<sup>[12]</sup>;

(3) 可滴定酸:采用酸碱中和滴定法<sup>[13]</sup>,以酒石酸计;

(4) 总酚含量:样品处理采用超声辅助法<sup>[14]</sup>。准确称取 3.00 g 葡萄,用 30 mL 经过酸化的甲醇溶液(1 mol/L HCl—

甲醇—水体积比 1:80:19),在 100 W、25 °C 功率条件下超声辅助提取 30 min,然后 8 000×g 4 °C 低温离心 15 min,收集上清液,重复 2 次,合并提取液。样品测定采用福林—肖卡法<sup>[15]</sup>。取 50 μL 的提取液,加入 2.5 mL 稀释 10 倍的福林肖卡试剂和 2 mL (7.5 g/100 mL) 的碳酸钠溶液,混匀,摇匀,在 45 °C 条件下避光反应 15 min 后于 765 nm 波长处比色测定其吸光度,以没食子酸为标准物质,结果以没食子酸当量(GAE)表示(mg GAE/g·DW);

(5) 褐变度<sup>[16]</sup>:样品按 1:10(质量比)加蒸馏水,4 °C 匀浆后,于 4 °C 10 000×g 下离心 20 min,取上清液在 420 nm 处测吸光度,以  $A_{420}$  表示褐变度,以蒸馏水作对照;

所有指标以葡萄干重进行计算。

### 1.4 数据处理

试验数据采用 SPSS 统计软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA)和相关性分析,邓肯氏多重差异比较,当  $P < 0.05$  时,表示差异显著,当  $P < 0.01$  时,表示差异极显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度处理下水分含量及干燥速度的变化

水分含量是衡量葡萄干燥过程是否完成的主要指标。由图 1 可知,30,35,40,45 °C 温度处理的水分含量由最初的 80.97% 分别下降到 13.80%,14.41%,14.12%,14.89%。符合 NY/T 705—2003《无核葡萄干》中有关葡萄干水分含量规定要求的标准( $\leq 15\%$ )。

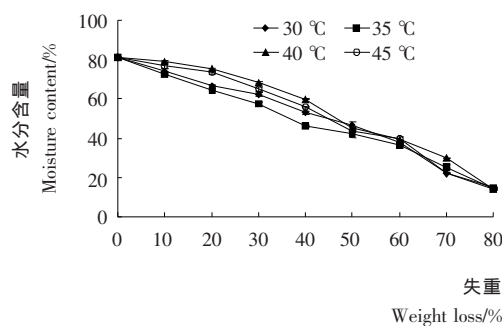


图 1 温度处理对无核白葡萄水分含量的影响

Figure 1 The effect of moisture content for white seedless raisin by different temperatures treatment

由图 2 可知,30 °C 温度处理下的无核白葡萄成干时间最长,为 224 h;35 °C 处理次之,为 181 h;40 °C 处理为 130 h;45 °C 处理成干时间最短,为 104 h。说明处理温度越高,葡萄失水的速度越快。

### 2.2 温度处理对抗坏血酸(Vc)含量的影响

由图 3 可知,各处理果实的 Vc 含量呈逐渐下降的趋势。鲜样初始 Vc 含量为 14.03 mg/100 g·DW,随着葡萄失重的增加,Vc 含量逐渐下降;到葡萄失重 80% 时,30,35,40,45 °C 条件下 Vc 含量分别下降为 2.04,2.34,3.45,

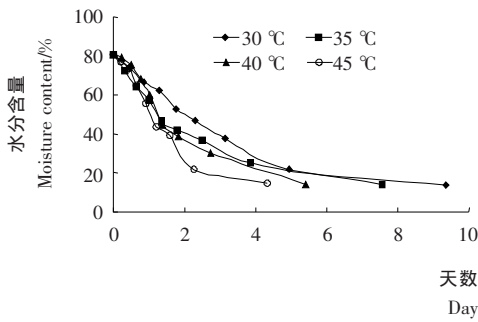


图 2 温度处理对无核白葡萄失水速度的影响

Figure 2 The effect of Water loss rate for white seedles raisin by different temperatures treatment

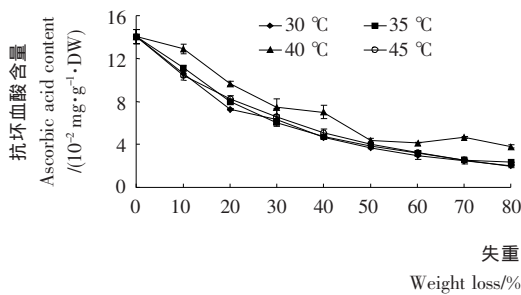


图 3 温度处理对无核白葡萄抗坏血酸含量的影响

Figure 3 The effect of ascorbic acid content for white seedles raisin by different temperatures treatment

1.93 mg/100 g · DW, 其中: 45 °C 条件下 Vc 下降最快, 40 °C 条件下 Vc 下降最慢。由方差分析可得, 在失重 80% 时, 40 °C 处理 Vc 含量与其它温度条件处理相比, 差异达极显著水平 ( $P < 0.01$ )。徐飞等<sup>[10]</sup>对菠萝蜜的研究结果表明, 抗坏血酸随着温度升高, 含量在降低。这与本试验的研究结果相一致, 说明抗坏血酸含量在干燥过程中是下降的, 且 40 °C 温度处理条件下抗坏血酸含量下降最少。

### 2.3 温度处理对可滴定酸含量的影响

可滴定酸是葡萄干的重要品质之一, 是影响葡萄干风味品质的重要因素。由图 4 可知, 各处理果实的可滴定酸含量均逐渐下降, 说明葡萄在干燥过程中有机酸的总量在减少。新鲜葡萄可滴定酸含量为 1.68%, 葡萄失重 80% 时, 30, 35, 40, 45 °C 处理的葡萄可滴定酸含量分别下降为 1.10%, 1.03%, 0.98%, 1.11%, 40 °C 处理组的可滴定酸含量在各失水阶段均为最低。通过分析可知, 在失重 80%, 40 °C 与 45 °C 处理差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 与 30 °C 和 35 °C 处理组差异显著 ( $P < 0.05$ )。李焕荣等<sup>[11]</sup>对鲜枣的研究结果表明, 可滴定酸在干燥过程中的含量不断降低, 这与本试验的研究结果一致。由图 4 可看出可滴定酸的含量虽有下降, 但还是较好的保留了葡萄中的有机酸。

### 2.4 温度处理对总酚含量的影响

酚类物质是在植物性食物中发现的、具有潜在促进健康

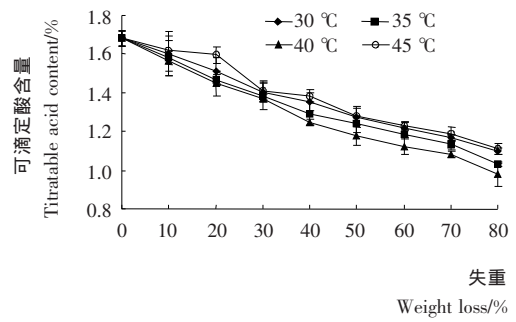


图 4 温度处理对无核白葡萄可滴定酸含量的影响

Figure 4 The effect of titratable acid content for white seedles raisin by different temperatures treatment

作用的化合物。酚类物质的酚羟基结构对活性氧等自由基具有很强的捕捉能力, 这使酚类物质具有较强的抗氧化性以及清除自由基的能力<sup>[17]</sup>。由图 5 可知, 新鲜葡萄中总酚含量为 0.109 mg/g · DW, 随着葡萄失重的增加, 总酚含量逐渐下降, 失重 80% 时, 30, 35, 40, 45 °C 处理组, 其总酚含量分别下降为 0.04, 0.05, 0.04, 0.06 mg/g · DW。张利娟<sup>[18]</sup>对无核白葡萄进行热风干制时, 也发现总酚含量在干燥过程中呈整体下降趋势。

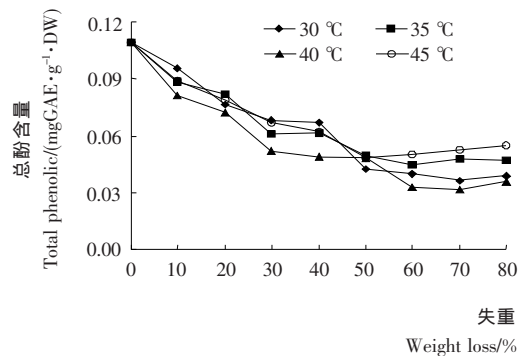


图 5 温度处理对无核白葡萄总酚含量的影响

Figure 5 The effect of total phenolic for white seedles raisin by different temperatures treatment

在干燥前期葡萄中的总酚含量下降较快, 但当失重达到 60% 后, 总酚含量基本不变, 在干燥结束时略有上升。这可能是干制过程中酚类物质氧化、降解造成一些能与福林酚试剂反应的物质生成而导致总酚含量增加<sup>[19]</sup>。张利娟等<sup>[8]</sup>对无核白葡萄的研究结果表明, 多酚含量呈整体下降的趋势, 这与本文的研究结果一致。说明总酚含量在干燥过程中是下降的。

### 2.5 温度处理对褐变度的影响

褐变度能反映出干制过程中葡萄颜色整体的变化趋势。一般认为, 果蔬发生酶促褐变的主要原因是由于果蔬中富含的多酚氧化酶 (polyphenol oxidase, PPO) 催化果蔬中的酚类物质引起的氧化反应。PPO 能催化果蔬中羟基酚到醌的脱

氢反应以及游离酚酸的羟基化反应, 醌在果蔬体内与细胞内的蛋白质反应或自身缩合, 产生黑色素或褐色色素, 从而使果蔬颜色发生变化<sup>[20,21]</sup>。

葡萄的褐变度随葡萄失重的增加而增大。由图 6 可知, 新鲜葡萄的褐变度为 0.14, 经 30, 35, 40, 45 °C 干燥, 褐变度均逐渐增加, 葡萄失重 80% 时褐变度分别为 0.35, 0.32, 0.26, 0.42。随着水分不断脱除, 40 °C 处理褐变度显著低于其他处理组( $P < 0.01$ )。张英丽等<sup>[9]</sup>对此也进行了研究, 得出的结论是 30 °C 温度条件下无核白葡萄干色泽青绿, 而本试验得出的结论是 40 °C 温度条件下的褐变度最低, 可能是由于本试验未进行护色处理, 或者与葡萄的成熟度有关系。

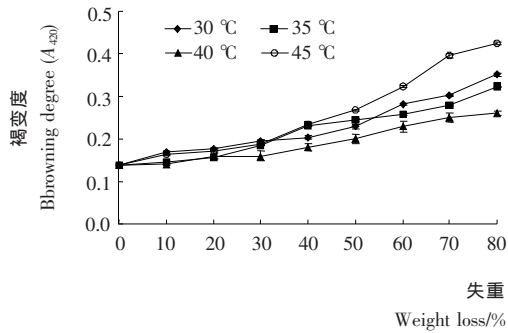


图 6 温度处理对无核白葡萄褐变度的影响

Figure 6 The effect of browning degree for white seedless raisin by different temperatures treatment

### 3 结论

本试验研究结果表明, 40 °C 热风干燥葡萄褐变程度最低, 且能更好保持葡萄抗坏血酸和总酚含量。因此热风干燥无核白葡萄生产绿葡萄干, 40 °C 热风处理干制的葡萄品质较好。根据本试验和前人的研究结果来看, 提高热风干燥温度可缩短干燥时间, 但过高的干燥温度不利于保持产品的品质。由于无核白葡萄受到时间和季节限制且贮藏时间较短, 本试验没有对葡萄干的品质进行更深入的研究, 这是以后需要完善的地方; 还要明确葡萄干制过程中的一些标准化操作, 如干制前使用促干剂浸泡葡萄的时间以及促干剂的含量等等。

#### 参考文献

- 张英丽. 无核紫葡萄太阳能干燥技术的研究[D]. 新疆: 石河子大学, 2009.
- 刘一健, 杨洋, 王海, 等. 混联式太阳能果蔬干燥设备干燥无核白葡萄的试验[J]. 农业工程学报, 2009, 25(5): 28~292.
- 杨文侠, 高振江, 谭红梅, 等. 气体射流冲击干燥无核紫葡萄及品质分析[J]. 农业工程学报, 2009, 25(4): 237~242.
- 吴继红, 叶强, 尹波. 微波预处理对无核白葡萄自然干制影响的研究[J]. 食品科技, 1998(5): 12~14.
- Pangavhane D R, Sawhney R L. Review of research and develop-

- ment work on solar dryers for grape drying[J]. Energy Conversion and Management, 2002(43): 45~61.
- Pangavhane D R, Sawhney R L, Sarsavadia P N. Design, development and performance testing of a new natural convection[J]. Solar dryer Energy, 2002(27): 579~590.
- 张亚晶, 杨薇. 康乃馨热风干燥特性研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(1): 50~54.
- 张利娟, 师俊玲. 无核白葡萄热风干燥过程中总酚与抗氧化活性的变化[J]. 食品科学, 2013, 34(5): 55~59.
- 张英丽, 江英, 陈计恋. 无核葡萄干燥特性的研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(11): 72~76.
- 徐飞, 谷凤林, 初众. 热风干燥条件对菠萝蜜果肉色泽及品质影响[J]. 食品工业, 2013, 34(7): 32~35.
- 李焕荣, 徐晓伟. 许森干制方式对红枣部分营养成分和香气成分的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(10): 330~333.
- 李远志, 蔡颖荷, 鲍金勇, 等. 哈密瓜片干燥特性的研究[J]. 食品与机械, 2005, 22(4): 32~34.
- 李丽梅, 李雪梅, 关军锋, 等. 北方 23 个梨品种鲜榨梨汁的理化特性分析和感官评价[J]. 食品与机械, 2013, 29(2): 44~48, 53.
- Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases. Occurrence in higher plants [J]. Plant physiology, 1977, 59(2): 309~314.
- 刘金串, 孟江飞, 郭志君, 等. 膨大处理对红地球葡萄酚类物质及抗氧化活性的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(5): 7~12.
- 赵国建, 李桂峰, 董周永, 等. 石榴籽中多酚的提取及其抗氧化作用研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(12): 2 532~2 537.
- 张力平, 孙长霞. 植物多酚的研究现状及发展前景[J]. 林业科学, 2005, 41(6): 157~162.
- 张利娟. 葡萄干的抗氧化特性及防褐变工艺研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2013.
- Louise E, Bennett, Hema Jegasothy, et al. Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions [J]. Journal of Functional Foods, 2011, 3(2): 115~124.
- 吴继红, 蔡同一. 新疆无核白葡萄多酚氧化酶特性的研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(4): 35~37.
- 林向东, 张骥, 李冀新, 等. 无核白葡萄多酚氧化酶特性研究[J]. 食品科学, 2000, 21(12): 43~45.

## 更正启事

我刊于 2014 年第 5 期第 206 页刊登的《金枪鱼皮胶原蛋白肽分离纯化工艺的研究》一文, 误将第 2 作者陈海华排在第 4 位, 作者排名顺序应为张楠、陈海华、冷云、王雨生, 特此更正。

《食品机械》编辑部