# 木瓜种植和趁鲜加工工艺优化

王淙薇[1]， 熊彬斌[1]， 王 珺[1]， 向 莉[2]， 万松彤[2]， 喻得谋[3]， 李小军[1*]
（1. 中南民族大学，湖北 武汉 430000；2. 长阳县农业农村局，湖北 宜昌 443000；3. 巴东县上阳坡木瓜专业合作社，湖北 恩施 445000）

**摘要：目的** 研究木瓜生产过程中的关键因素赤霉素的施用、晾晒方法和趁鲜加工时机。**方法** 不同剂量赤霉素分别在花落期喷施 1 次或在花落期和幼果期各喷 1 次。基于传统晒干方法，将收获的鲜木瓜切瓣分别置于木板、水泥地、钢网、塑料、竹网 5 种材料上晾晒。趁鲜加工研究是在木瓜切瓣后，分别于新鲜、五成干、七成干、八成干以及全干时切薄片，晒干。参考 2020 年版《中国药典》评价上述工艺所得药材品质。**结果** 18.75 mg/L 喷施 1 次收获果实多，畸果率低，各项均符合 2020 年版《中国药典》规定。木板晾晒效率高、所得木瓜有效成分含量高。五成干切片外观性状和质量均较佳且省时省力。**结论** 18.75 mg/L 赤霉素花落期喷施 1 次、木板晾晒、五成干进行切片对木瓜生产效率和品质有很大提升。

**关键词**：木瓜；赤霉素；晾晒方法；趁鲜加工
**中图分类号**：R282.4 **文献标志码**：B **文章编号**：1001-1528(2024)05-1746-04
**doi**:10.3969/j.issn.1001-1528.2024.05.056

木瓜为蔷薇科植物贴梗海棠 *Chaenomeles speciosa*（Sweet）Nakai 的干燥近成熟果实[1]，主要分布于湖北、安徽、山东、云南、四川等地[2]，长阳资丘皱皮木瓜以“籽少、色正、皮皱”的特点和品质上乘而著称于世，具有舒筋活络、和胃化湿的功效，且具有护肝、抗氧化、抑菌、降血脂等作用[3-4]。自然条件下，木瓜座果率极低，平均每株挂果 3~5 个，农户通常于花落期（3 月初）和/或幼果期（4 月初）喷施 1~2 次赤霉素以求保花保果。通常认为赤霉素有膨大木瓜的作用，但《中药材生产质量管理规范》要求：“禁止使用壮根灵、膨大素等生长调节剂调节中药材收获器官生长”。有将赤霉素应用于葡萄来促进果粒膨大，增加穗重[5]；但也有研究证明赤霉素具有抑制马铃薯块茎膨大的作用[6]，所以赤霉素是否真是所谓的“木瓜膨大剂”需要通过实验判断。不同干燥方式所需时间、条件等对药材外观性状、内在品质具有很大的影响[7-9]。基于此，本研究通过在不同材料上晾晒木瓜，比较其效率和所得木瓜的品质，筛选出最佳底面材料。中药材产地加工的目的主要是将新鲜的药材分级、净制、干燥以及加工成一定形状和规格便于运输、储存和鉴定，某些特殊药材可能还需要进行减毒处理[10]。而中药材在产地直接加工具有减少重复环节、降低生产加工成本、保留饮片有效成分、便于工业化生产等优势[11]，因此中药材产地加工和饮片炮制一体化也是必然趋势[12]，在此背景下，本实验开展探究木瓜趁鲜切制工艺。

## 1 环境与材料

实验于湖北省宜昌市长阳县榔坪镇麒麟头皱皮木瓜专业合作社进行，该合作社目前已建成 1 000 亩无籽皱皮木瓜 GAP 示范园，园内株间距为 3 m×2 m，每行种植木瓜树 8~12 棵（图 1）。所处地地理坐标范围为东经 110°26′~110°39′，北纬 30°34′~30°46′，属于亚热带季风气候，平均海拔 800~1 200 m，年平均气温 12~13 ℃，年降雨量 1 000~1 100 mm，适宜木瓜生长。

**图 1 实验场所（左）及喷施赤霉素后的挂牌木瓜（右）**

实验喷施用赤霉素为上海沪江生化有限公司所生产的“赤霉酸”（有效成分赤霉素含量为 75%，产品标准号 Q31/01200002）。实验选取 5 种农户常用的底面材料晾晒木瓜，即木板、水泥地、钢网、塑料和竹网（图 2）。

## 2 方法

2.1 *赤霉素喷施方法* 查阅文献可知，开花初期施用 50

**收稿日期**：2023-05-12
**基金项目**：湖北道地药材资丘木瓜的种植及产地加工关键项目（QZZ210010）；巴东木瓜干燥及趁鲜加工工艺优化项目（CXY21010）；土家药抗炎镇痛活性成分筛选项目（HZY21020）
**作者简介**：王淙薇（1999—），女，硕士生，从事中药产业和药理研究。E-mail：cvi0220@163.com
*通信作者：李小军（1981—），男，副教授，硕士生导师，从事中药产业和药理研究。Tel：18971395100，E-mail：lxj@mail.scuec.edu.cn

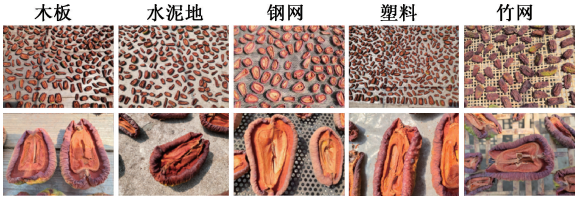



**图 2 晾晒木瓜的五种底面材料（上）及其大图（下）**

mg/L 的赤霉素，所得李广杏果实重量及果形指数最佳[13]；而红地球葡萄树体用 10 mg/kg 赤霉素处理后，所得葡萄的产量、品质最佳[14]。参考当地药农常喷赤霉素质量浓度（0.5 g 兑水 30 斤即含赤霉素 25 mg/L）和喷施频率（3 月初花落期喷施第 1 次、4 月初幼果期喷施第 2 次），本实验分别配制低、中、高 3 个质量浓度的赤霉素，分别为 9.37、18.75、37.50 mg/L。3 个质量浓度分别在花落期喷施 1 次，并分为低 1 组、中 1 组和高 1 组；在花落期和幼果期分别喷施 1 次并分为低 2 组、中 2 组和高 2 组，同时设置对照组（喷洒清水）。每个质量浓度喷施 2 列木瓜约 16～24 棵树，同时设 1 列木瓜树，不喷施任何药水作为隔离缓冲带。于 2021 年 3 月 7 日第 1 次喷施赤霉素并统计木瓜花数量，2021 年 4 月 5 日统计幼果数量、计算幼果座果率并对低 2 组、中 2 组和高 2 组进行第 2 次赤霉素喷施，于 2021 年 7 月 3 日统计成熟果实数量，计算成果率，结果见表 1（本次实验进行期间发生“倒春寒”，导致果实大量脱落，收获果实较少）。

2.2 晾晒方法 根据当地农户晾晒所用底面材料，将同批鲜木瓜分成 5 等份，每份 50 kg，放在同一塑料大棚里的木板、水泥地、钢网、塑料、竹网上晾晒，翻晒方法保持一致，记录晒干所需天数（当木瓜捏不动、掰不断即为晒干），木瓜晒干后，依次装袋，标记，称质量，通过比较晒干所需天数和所得木瓜的品质，筛选最佳底面材料。（2021 年 7 月 27 日～2021 年 8 月 20 日即木瓜晒制期间为梅雨季节，此 25 天阴或雨天数近 18 天，对木瓜晾晒造成一定影响。）

2.3 趁鲜加工工艺 将 10 kg 同批鲜木瓜分成 5 等份。新鲜木瓜直接切片，鲜木瓜对半切开晒至五成干、七成干、八成干和全干后切片，晒干，木瓜干度由农户的经验、手感判断并结合水分测量仪测量。鲜木瓜切片含水量为 80%；五成干切片含水量为 46.5%；七成干切片含水量为 33.1%；八成干切片含水量为 26.4%，对比全干切片，切片虽也较硬，但可捏动；全干切片含水量参照国家标准，为 13%。所有组晒干后装袋，标记，称质量，并对各组木瓜饮片的性状、水分、总灰分、酸度、浸出物、有效成分含量进行测定。

2.4 果实外观品质检查 2021 年 7 月 15 日，木瓜果实由青转黄时采摘，测量其外形（长、宽等），并对不同组别进行比较。木瓜饮片参照 2020 年版《中国药典》一部“木瓜”项下，对其形状、表皮颜色、切面颜色、气、味等进行分析；按照 2020 年版《中国药典》，测定木瓜的水分（通则 0832 第二法）、总灰分（通则 2302）、酸度（通则 0631）、浸出物（热浸法，通则 2201）和有效物质含量（通则 0512）。要求木瓜饮片“呈类月牙形薄片。外表紫红色或棕红色，有不规则的深皱纹。切面棕红色。气微清香，味酸”，木瓜药材总灰分不得超过 5.0%，pH 值应为 3.0～4.0，浸出物不得少于 15%，含齐墩果酸和熊果酸的总量不得少于 0.50%。

2.5 统计学分析 通过 SPSS 22.0 等软件进行处理，数据以（$\bar{x}\pm s$）表示，多组间比较采用方差分析。$P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

## 3 结果

3.1 赤霉素处理对木瓜产量和果实外观品质的影响 4 月初统计幼果座果率时已喷施 1 次赤霉素，由表 1 可知，与空白组对比，喷施赤霉素后的幼果座果率明显上升，说明赤霉素确有保花保果作用。此时所有组别均只喷施 1 次，质量浓度低、中、高组的幼果座果率平均值分别为 16.0%、12.7%、10.7%，呈质量浓度越高、幼果座果率越低的趋势，结合成果率，中 1 组喷施后效果最好。

**表 1 赤霉素处理对木瓜产量的影响**

| 组别 | 花朵数 | 幼果数 | 幼果座果率/% | 成熟果实数 | 成果率/% | 每株收获果重/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 空白组 | 241 | 13 | 5.4 | 4 | 30.8 | 1.6 |
| 低 1 组 | 252 | 46 | 18.3 | 9 | 19.6 | 1.6 |
| 中 1 组 | 232 | 37 | 15.9 | 19 | 51.4 | 2.9 |
| 高 1 组 | 258 | 19 | 7.4 | 8 | 42.1 | 1.8 |
| 低 2 组 | 278 | 38 | 13.7 | 12 | 31.6 | 3.4 |
| 中 2 组 | 242 | 23 | 9.5 | 6 | 26.1 | 1.9 |
| 高 2 组 | 143 | 20 | 14.0 | 6 | 30.0 | 3.2 |

注：幼果座果率=幼果数/花朵数量×100%；成果率=成熟果实数/幼果数×100%。

由表 2 可知，喷施赤霉素后，单果重量降低，呈质量浓度越高、次数越多，果实重量越低的趋势；果形变长、变细；增加“鼻子”状结构出现的频率（图 3），此结构即花萼萼筒部分发育膨大后存在的畸形结构，呈空心状，这部分会使果形增长、影响外观且降低加工效率，而通常未喷施赤霉素的木瓜花花萼会随着果实成熟而自然脱落，“鼻子”出现概率仅为 3.0% 左右，随着质量浓度从低到高，“鼻子”出现概率由 10% 增至 30%，但与喷施次数关系较小。综上所述，“鼻子”出现概率与赤霉素质量浓度呈正相关。

由表 3、图 4 可知，空白组、低 1 组、中 1 组、高 1 组、高 2 组各项均符合药典标准，但低 2 组和中 2 组的有效成分含量低于药典规定的 0.5%，所以这 2 组所对应的赤霉素喷施方法不适用于木瓜生产。结合幼果座果率、成果率、畸果率、果形指数、有效成分含量等因素，可知中浓度喷施 1 次效果最好。

3.2 不同底面材料晾晒对木瓜品质的影响 5 组木瓜于 2021 年 7 月 27 日同时晒制，木板组于 2021 年 8 月 17 日晒干，用时 21 天，所用时间最短；塑料组和竹网组于 2021 年 8 月 19 日晒干，用时 23 天；钢网组及水泥地组于 2021

年 8 月 20 日晒干，用时 24 天。根据晒干天数来看，木板晒干效率最高。由表 4 可知，5 组材料上晒干得到的木瓜各项均符合药典标准，其中木板晒干得到的有效成分含量最高。结合晒干天数和所得木瓜有效成分含量，木板是最好的晾晒底面材料。

**表 2 赤霉素处理对木瓜果形、果重的影响（$\bar{x}\pm s$，$n=30$）**

| 组别 | 单果重量/g | 果长/mm | 果宽/mm | 鼻子数 | 畸果率/% | 果形指数 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 空白组 | 261. 9±82. 9 | 80. 7±17. 1 | 72. 4±8. 4 | 1. 0 | 3. 3 | 1. 12±0. 26 |
| 低 1 组 | 239. 5±99. 1 | 82. 4±17. 2 | 66. 4±13. 3 | 3. 0 | 10. 0 | 1. 23±0. 65 |
| 中 1 组 | 227. 6±92. 2 | 83. 8±15. 6 | 65. 7±10. 0 | 5. 0 | 16. 7 | 1. 31±0. 25 * |
| 高 1 组 | 218. 2±97. 2 | 81. 2±16. 6 | 65. 2±9. 8 | 9. 0 | 30. 0 | 1. 26±0. 21 |
| 低 2 组 | 201. 4±61. 0 | 80. 6±13. 4 | 64. 4±8. 1 * | 3. 0 | 10. 0 | 1. 27±0. 21 |
| 中 2 组 | 249. 5±119. 5 | 83. 9±18. 9 | 70. 0±12. 6 | 5. 0 | 16. 7 | 1. 20±0. 19 |
| 高 2 组 | 220. 3±74. 7 | 85. 4±18. 2 | 64. 7±9. 0 | 8. 0 | 26. 7 | 1. 37±0. 26 ** |

注：畸果率=畸变木瓜数量/收获木瓜总数量×100%；果形指数=木瓜果长/木瓜果宽。与空白组比较，* $P<0.05$，** $P<0.01$。

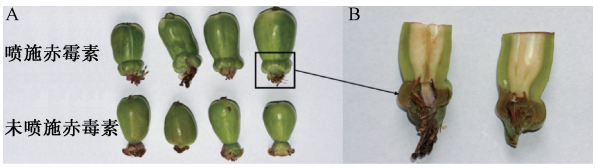
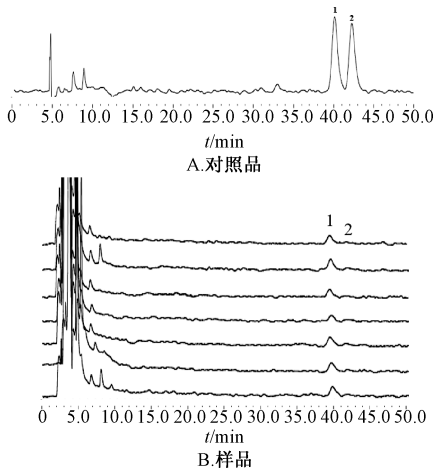



**图 3 喷施赤霉素对比图（A）及“鼻子”纵切面图（B）**

**表 3 木瓜总灰分、酸度、浸出物、有效成分含量测定结果（$\bar{x}\pm s$，$n=3$）**

| 组别 | 总灰分/% | 酸度 | 浸出物/% | 有效成分含量/% |
|---|---|---|---|---|
| 空白 | 2. 12±0. 06 | 3. 66±0. 06 | 38. 38±0. 09 | 0. 666±0. 000 |
| 低 1 组 | 2. 67±0. 02 | 3. 51±0. 10 | 38. 01±0. 06 | 0. 714±0. 010 |
| 中 1 组 | 2. 16±0. 05 | 3. 52±0. 07 | 39. 88±0. 10 | 0. 704±0. 010 |
| 高 1 组 | 2. 29±0. 11 | 3. 68±0. 02 | 35. 76±0. 07 | 0. 649±0. 000 |
| 低 2 组 | 1. 82±0. 33 | 3. 50±0. 04 | 38. 23±0. 02 | 0. 438±0. 020 |
| 中 2 组 | 2. 01±0. 09 | 3. 44±0. 06 | 40. 37±0. 01 | 0. 472±0. 010 |
| 高 2 组 | 2. 59±0. 03 | 3. 49±0. 12 | 32. 10±0. 01 | 0. 600±0. 050 |




1. 齐墩果酸 2. 熊果酸

**图 4 木瓜中齐墩果酸和熊果酸 HPLC 图**

3.3 不同干度切片对木瓜饮片外观品质的影响 由图 5、表 5 可知，不同干度切片外观性状均符合 2020 年版《中国药典》描述，但五成干和七成干切片最符合“呈类月牙形薄片，外表紫红色或棕红色，由不规则的深皱纹，切面棕红色，气微清香，味酸”的规定。此外，七成干木瓜因太韧不易切片，厚度最大。

**表 4 木瓜总灰分、酸度、浸出物、有效成分含量测定结果（$\bar{x}\pm s$，$n=3$）**

| 组别 | 灰分/% | 酸度 | 浸出物/% | 有效成分含量/% |
|---|---|---|---|---|
| 木板 | 1. 99±0. 14 | 3. 46±0. 05 | 41. 03±0. 05 | 0. 755±0. 00 |
| 水泥地 | 1. 73±0. 09 | 3. 75±0. 04 | 39. 37±0. 10 | 0. 708±0. 00 |
| 钢网 | 1. 99±0. 10 | 3. 68±0. 06 | 41. 62±0. 20 | 0. 611±0. 01 |
| 塑料 | 2. 23±0. 03 | 3. 59±0. 07 | 41. 96±0. 03 | 0. 519±0. 03 |
| 竹网 | 2. 95±0. 58 | 3. 73±0. 01 | 42. 86±0. 01 | 0. 748±0. 00 |

由表 6 可知，不同干度切片所得木瓜饮片各项检查均符合 2020 年版《中国药典》标准，而其中鲜木瓜直接切片晒干所得饮片的有效成分含量远高于其他组，其次为五成干切片。晒干天数呈现切片时木瓜含水量越高、所需天数越短的趋势。结合外观性状、有效成分含量和晒干天数，木瓜五成干时进行切片效果最好。

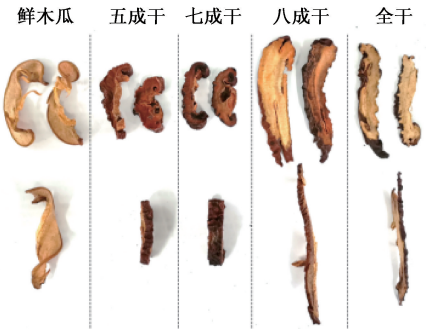



**图 5 木瓜不同干度切片**

**表 5 不同加工方式木瓜片外观性状**

| 组别 | 形状 | 厚薄 | 表皮颜色 | 切面颜色 | 气、味 |
|---|---|---|---|---|---|
| 鲜木瓜 | 月牙形，片形卷曲 | 薄 | 橙黄色 | 淡黄色 | 气微清香，味酸 |
| 五成干 | 月牙形，片形较平整 | 较厚 | 红棕色 | 红棕色 | 气微清香，味酸 |
| 七成干 | 月牙形，片形平整 | 厚 | 紫红色 | 红棕色 | 气微清香，味酸 |
| 八成干 | 长条形，片形平整 | 较薄 | 红棕色 | 橙黄色 | 气微清香，味酸 |
| 全干 | 长条形，片形平整 | 较薄 | 红棕色 | 淡黄色 | 气微清香，味酸 |

**表 6 木瓜总灰分、酸度、浸出物、有效成分含量测定结果（$\bar{x}\pm s$，$n=3$）**

| 组别 | 灰分/% | 酸度 | 浸出物/% | 有效成分含量/% |
|---|---|---|---|---|
| 鲜木瓜 | 2.19±0.01 | 3.21±0.02 | 45.43±0.20 | 1.333±0.00 |
| 五成干 | 2.03±0.03 | 3.70±0.04 | 37.11±0.06 | 0.827±0.00 |
| 七成干 | 2.32±0.16 | 3.46±0.06 | 33.57±0.08 | 0.791±0.00 |
| 八成干 | 2.36±0.11 | 3.42±0.02 | 43.20±0.02 | 0.810±0.01 |
| 全干 | 1.93±0.04 | 3.56±0.04 | 37.58±0.07 | 0.727±0.00 |

## 4 讨论

赤霉素在果树生产中常用来提高座果率、促进果实发育和改善果实品质[15]，但很多人认为赤霉素使木瓜果实膨大，有违《中药材生产质量管理规范》要求。本实验发现喷施赤霉素后木瓜的果长、果宽及平均果重并未变大，因此赤霉素可用于木瓜生产种植中。自然生长下的木瓜挂果率极低，喷施赤霉素后的木瓜幼果座果率、成果率明显升高，但据农户反映，当地木瓜在生长过程中偶尔出现的一种空心状花萼萼筒部分发育膨大的畸形结构，在喷施赤霉素后出现概率大幅增加，而采购商常因此外观结构拒收。本实验发现只要喷施赤霉素，木瓜果形指数则会变大，即果实细长，但木瓜呈近圆形为佳，且“鼻子”出现概率与赤霉素质量浓度呈正相关，其中高 1 组、高 2 组畸果率分别高达 30.0% 和 26.7%，同时，低 2 组及中 2 组齐墩果酸和熊果酸总含量低于 2020 年版《中国药典》规定的 0.5%。而中 1 组成果率 51.4% 远高于低 1 组 19.6% 以及空白组的 30.8%，结合果形、产量和品质，认为中 1 组，即 18.75 mg/L 于花落期（3 月初）喷施 1 次效果最佳。

适宜的干燥方法能将采收后药材的含水量降低到合适的水平，不但有利于后续的药材储存运输加工，而且对于保留药材有效成分、提高药材质量有重要意义[16]。传统的中草药干燥主要是晒干、阴干、烘干等[17]，其中晒干指将药材放在阳光下，使药材表面及内部干燥[18-19]，木瓜干燥常用此法。本实验为保证木瓜质量的前提下提升晾晒效率，探究不同底面材料对木瓜晾晒的影响，发现木板晒干天数最短，且所得木瓜的齐墩果酸和熊果酸总含量也明显高于其他材料，因此，推荐选择使用木板晾晒木瓜。

近些年国家提出鼓励趁鲜加工的政策[20]，基于此，本实验探究木瓜趁鲜加工中的关键环节——切片的最佳时机，发现木瓜在五成干和七成干时进行切片，所得饮片外观性状最符合 2020 年版《中国药典》规定；而五成干时，切片有效成分含量明显高于七成干切片且晒干速度快，而由于木瓜七成干时太韧不易加工，所得饮片较厚，故五成干时切片效果最佳。

**参考文献：**

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2020 年版一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020：62.
[2] 郭坤元，张美德，吴育中，等. 不同产区皱皮木瓜性状及成分指标的比较研究[J]. 中药材，2020，43(10)：2396-2400.
[3] Xie X F, Zou G L, Li C H. Antitumor and immunomodulatory activities of water-soluble polysaccharide from *Chaenomeles speciosa*[J]. *Carbohydr Polym*, 2015, 132(5): 323-329.
[4] Yao G D, Liu C Q, Huo H Q, *et al*. Ethanol extract of *Chaenomeles speciosa* Nakai induces apoptosis in cancer cells and suppresses tumor growth in mice[J]. *Oncol Lett*, 2013, 6(1): 256-260.
[5] 许俊旭，李青竹，杨柳燕，等. 赤霉素和细胞分裂素对石蒜鳞茎膨大的调控作用及其生理机制[J]. 植物生理学报，2019，55(7)：1029-1037.
[6] Roumeliotis E, Visser R G F, Bachem C W B. A crosstalk of auxin and GA during tuber development[J]. *Plant Signal Behav*, 2012, 7(10): 1360-1363.
[7] 罗寅珠，刘 勇，黄必胜，等. 不同干燥方法对半夏药材干燥特性、外观性状与内在成分的影响[J]. 中草药，2021，52(19)：5845-5853.
[8] 刘 勇，徐 娜，陈骏飞，等. 不同干燥方法对三七药材外观性状与内在结构及其品质的影响[J]. 中草药，2019，50(23)：5714-5723.
[9] 吴励萍，卢有媛，李海洋，等. 不同干燥方法对枸杞子药材多类型功效成分的影响及其分析评价[J]. 中草药，2022，53(7)：2125-2136.
[10] 刘 磊，杨大宇，张晓燕，等. 中药材产地加工研究现状及现代研究特点探讨[J]. 时珍国医国药，2021，32(12)：2956-2958.
[11] 洪智慧，杜伟锋，李小宁，等. 中药材产地趁鲜加工的可行性及相关建议[J]. 中华中医药杂志，2021，36(1)：80-85.
[12] 杨俊杰，李 平，郝 敏，等. 中药材产地加工与炮制一体化的现代研究进展[J]. 中草药，2018，49(20)：4726-4730.
[13] 赵 通，程 丽，张 德，等. 施硼和赤霉素对‘李广杏’坐果率及果实品质的影响[J]. 西北植物学报，2020，40(2)：319-327.
[14] 何进尚. 赤霉素处理对红地球葡萄树体及产量的影响研究[J]. 安徽农业科学，2009，37(23)：10962-10963.
[15] 杨文莉，周伟权，赵世荣，等. GA_3 对轮台白杏坐果及果实品质的影响[J]. 新疆农业科学，2017，54(4)：597-604.
[16] 王也丹，张 润，陈千良. 干燥方法对秦艽药材抗氧化活性和抑菌能力的影响[J]. 时珍国医国药，2021，32(4)：865-867.
[17] 徐 荣，江维克，周 涛，等. 不同加工干燥方法对太子参药材品质的影响[J]. 中药材，2018，41(12)：2802-2806.
[18] 李晶晶，杨路存，熊 丰，等. 6 种干燥方法对麻花艽品质的影响[J]. 中成药，2022，44(1)：148-153.
[19] 辛二旦，张爱霞，牛江涛，等. 根及根茎类药材的干燥方法探究进展[J]. 时珍国医国药，2018，29(8)：1965-1967.
[20] 洪智慧，杜伟锋，李小宁，等. 中药材产地趁鲜加工的可行性及相关建议[J]. 中华中医药杂志，2021，36(1)：80-85.