

## 变温烘干对腊叶标本品质的影响——以忍冬为例

齐大明, 王宇瑞, 陈琳, 李明露, 李文文, 冯钰晓, 李汉伟, 董诚明\* (河南中医药大学药学院, 河南郑州 450046)

**摘要** [目的]以忍冬为例,通过对传统植物腊叶标本干燥方式的改进,探究在达到保证植物腊叶标本品质较好的前提下亦能快速节能地干燥植物腊叶标本。[方法]采用传统吸水纸对忍冬进行压制,而后采用鼓风干燥箱对新鲜忍冬进行干燥,在干燥过程中逐渐升温改变其温度,最后达到忍冬标本干燥美观的地步。[结果]梯度升温较恒温烘干在节能减时的基础上对最终忍冬腊叶标本品质的影响是较好的;丹参大体也呈现此趋势。[结论]为保证植物腊叶标本烘干工艺的规范化和科学化,植物腊叶标本的烘干应尝试梯度升温烘干。

**关键词** 腊叶标本;梯度升温;工艺改进;品质;影响

中图分类号 R 282.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)21-0189-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.21.048



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Variable Temperature Drying on the Quality of Wax Leaf Specimens —Taking *Lonicera japonica* as an Example

QI Da-ming, WANG Yu-rui, CHEN Lin et al (College of Pharmacy, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou, Henan 450046)

**Abstract** [Objective] Taking *Lonicera japonica* as an example, the paper explored the dry plant wax leaf specimens which could save energy quickly on the premise of ensuring the good quality of the wax leaf specimens. [Method] The traditional absorbent paper was used to press the *Lonicera japonica*, then the fresh *Lonicera japonica* was dried by the blast drying box. The temperature was gradually increased during the drying process, and finally the specimen of *Lonicera japonica* was dry and beautiful. [Result] The gradient temperature rise was better than the constant temperature drying, which had a better effect on the quality of the final *Lonicera japonica* wax leaf on the basis of energy saving and decreasing, and the trend of *Salvia miltiorrhiza* was also generally present. [Conclusion] In order to ensure the standardization and scientificity of drying technology of the wax leaf, the drying of the wax leaf specimens should be done by gradient heating.

**Key words** Wax leaf specimen; Gradient warming; Process improvement; Quality; Effect

腊叶标本又称压制标本,是干制植物标本的一种,采集带有花、果实的一段或整株植物体,在标本夹中压平、干燥、灭菌后,装贴在台纸上,即成腊叶标本<sup>[1]</sup>。腊叶标本形色逼真,在陈列、展示和艺术观赏方面具有重要价值,也多用于药用植物学等学科教学,且对于植物分类工作意义重大,它使得植物学家在一年四季中都可以观察来自不同地区的植物标本。目前一些大的植物标本馆往往收藏百万份以上的腊叶标本,植物学家则借助于这些标本从事描述和鉴定的工作<sup>[2-3]</sup>。

传统植物腊叶标本干燥方法有以下几种方法:①自然干燥法,直接将标本用吸水纸夹好后,放置在通风的建筑中,自然风干,期间需定期进行统一换纸,为保证植物的完整性应采取干吸水纸翻转转移标本的方法;②加热板干燥法,在压制好的标本夹中间加入加热板,且加热板上下需多加几张瓦楞纸;③热风机干燥法,将标本夹放置在两端均开口的蛇皮袋中,将热风机吹气口对准蛇皮袋袋口,并用绳子捆紧<sup>[4]</sup>。除去这3种使用范围最广的方法外,还有其他快速干燥法,比如干燥剂法、微波法、熨烫法等<sup>[5]</sup>。传统的植物腊叶标本在制作过程中,自然干燥法耗费时间长,受天气影响较大,定期换吸水纸对植物进行转移,增加了植物被破坏的风险且过程繁杂,耗费大量时间和人力;而加热板干燥法和热风机干燥法在烘干过程中,对于温度没有系统的调控设置,经常会造成部分标本出现黑点或者焦脆易裂的情况,进而影响标本

整体品质;其他快速烘干方法使用频率较低,且成本及实际操作条件较难满足。

在标本烘干过程中产生的黑点和褐变无非是在干燥过程中温度和时间的模糊设定所造成<sup>[6]</sup>,没有规范的干燥流程,仅凭主观经验对干燥温度和时间进行把控,这显然是不科学的。该试验以忍冬为例,在热风机干燥法的基础上采用鼓风干燥箱进行梯度升温模式,尝试精准控制烘箱温度,寻找标本褐变临界点温度,以期对植物腊叶标本的烘干工艺优化提供思路。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** GZX-9070 MBE 数显鼓风干燥箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂)、Canon DS126321 相机、剪枝刀、剪刀、塑封袋、标签和铅笔、手机、铅笔、记录本、标本夹、吸水纸、瓦楞纸、标本夹绑带等。试验所需忍冬于河南中医药大学药用植物园采集,同一批次压制到标本夹中。

## 1.2 试验方法

**1.2.1 界点温度的选择。**取8份刚刚压制完成的忍冬标本,设置40、45、50、60、70、80、90、100℃8个梯度,选择同一压制材料烘干同样的时间,观察最终标本色彩保留度及烘干程度。

**1.2.2 梯度升温。**基础温度选定后,在保证标本色彩保留度的前提下再尝试进行温度的提升,在较短的时间内尽快烘干植物标本。

## 2 结果与分析

**2.1 界点温度的选择** 通过初步的温度单因素试验结果可知忍冬褐变的温度临界点在45℃左右,随着温度的升高,达到标本合格干燥度的烘干时间会越来越短,但是温度过高又

**作者简介** 齐大明(1995—),男,河南信阳人,硕士研究生,研究方向:中药资源与鉴定、中药材规范化种植。\*通信作者,教授,硕士生导师,从事药用植物学、中药资源学研究。

**收稿日期** 2021-03-15

会影响其色泽,温度过低又耗费时间,因此选定忍冬干燥初始温度为 45 ℃,既能很好地保持颜色,还能尽量缩短时间。详细结果见表 1 和图 1。

**2.2 梯度升温** 在基本确定忍冬的固色温度在 45~50 ℃,下一步目的是在低温固色之后再次升高温度但仍能保证标本色彩保留度变化不大,从而实现减慢或停止变色速度,加快干燥速度,在保证植物标本品质的同时节约时间精力。当然也不能升温过快,从表 2 和图 2 可以看出快速将温度提升,忍冬标本也会出现部分小黑点,而缓慢连续地不间断升温效果才是较好的,也就是忍冬标本在鼓风干燥箱中干燥 45 ℃ 1 h;46~50 ℃ 每 1 ℃ 各 0.5 h;70 ℃ 1 h 后,品质较好,而且还能节省不少时间。

表 1 不同温度下忍冬标本烘干情况

Table 1 Drying conditions of *Lonicera japonica* specimens at different temperatures

烘干温度 Drying temperature ℃	时间 Time h	忍冬标本外观 Appearance of <i>Lonicera japonica</i> specimen
100	2	标本发黑,质地干脆
90	2	标本棕黑色,质地干脆
80	2	标本发黑,有星点叶片呈绿色,干燥但焦脆
70	2	标本灰绿色,近半片叶片呈绿色,干燥硬质
60	2	基本呈原色,部分叶片有少量黑斑,干燥
50	2	标本颜色浅绿色,较原植物颜色偏淡,未干但质硬
45	2	颜色保存度好,含水量高于正常值,未烘干,质较软
40	2	颜色偏绿,含水量高于正常值,未烘干,质较软



图 1 不同温度下忍冬标本外观

Fig. 1 Appearance of *Lonicera japonica* specimens at different temperatures

表 2 梯度升温下忍冬标本烘干情况

Table 2 Drying conditions of *Lonicera japonica* specimens under gradient heating

序号 No.	梯度升温程序 Gradient heating program	忍冬标本外观 Appearance of <i>Lonicera japonica</i> specimen
1	45 ℃ 烘 2 h	接近原色,质地柔软
2	45 ℃ 烘 2 h;50 ℃ 烘 1 h	出现部分小黑点,未干燥
3	45 ℃ 烘 3 h;50 ℃ 烘 1 h	色彩保留好,未烘干,偶见黑点
4	45 ℃ 烘 1 h;46~50 ℃ 每 1 ℃ 各 0.5 h	固色效果好,未干燥
5	45 ℃ 烘 1 h;46~50 ℃ 每 1 ℃ 各 0.5 h;60 ℃ 烘 1 h	色彩保留度好,质硬,未干燥
6	45 ℃ 烘 1 h;46~50 ℃ 每 1 ℃ 各 0.5 h;70 ℃ 烘 1 h	标本绿色偏淡,但未见黑点,干燥

在试验过程中仅展示了一种药用植物忍冬的烘干工艺

的优化过程,是想就忍冬这一个植物来说明植物标本烘干这

个问题,目前植物腊叶标本相关产业的市场并不够大,利润较少,相关的研究并不多,但是未来这项工作应该向精细化方向发展,干燥工艺应该更规范、科学。该试验在对忍冬进行干燥时也尝试过其他植物,比如丹参,丹参结果见图 3。从图 3 可以看出温度对丹参标本烘干的影响与忍冬极为相似,

也存在一个褐变的温度临界点,界点温度也在 45 °C 左右,而在 45 °C 固色以后,缓慢增高温度对丹参成品的品质影响较小,颜色保留度不错,还能节省烘干时间,故而科学的梯度升温也是丹参标本烘干较好的一个选择。

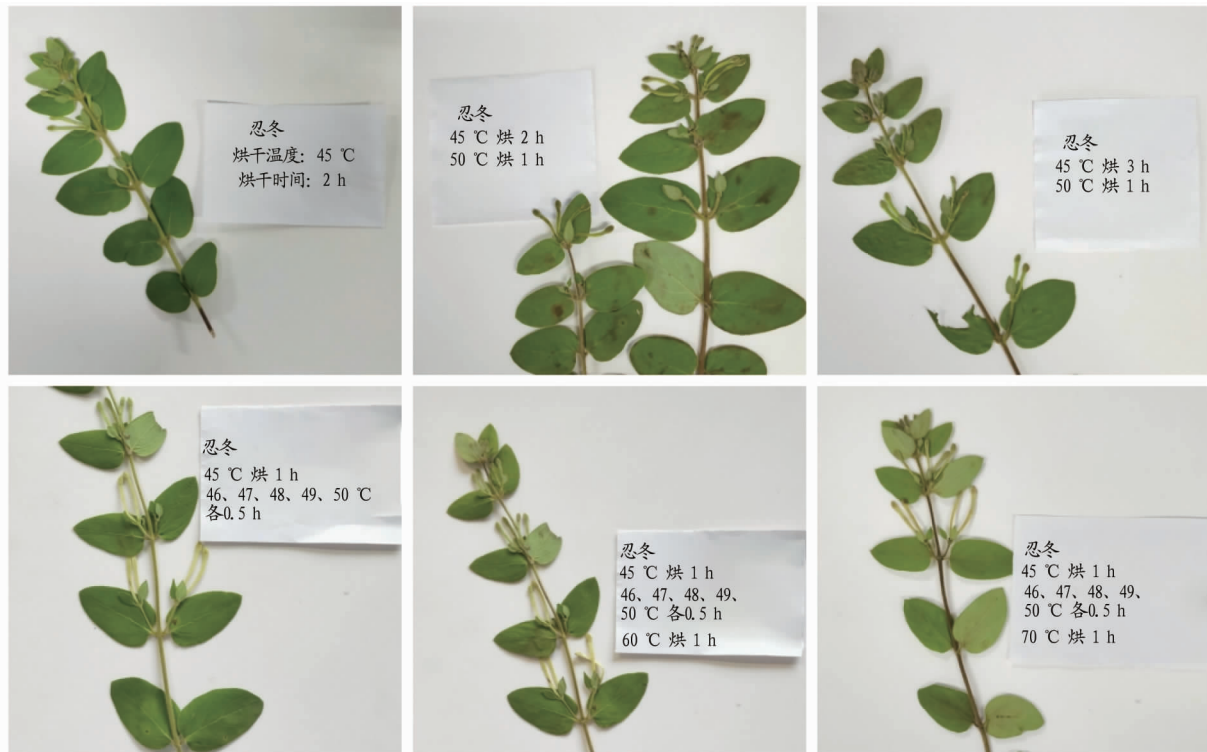


图 2 梯度升温下忍冬标本外观

Fig. 2 Appearance of *Lonicera japonica* specimens under gradient heating



图 3 梯度升温下丹参标本外观

Fig. 3 Appearance of *Salvia miltiorrhiza* specimens under gradient heating



### 3 讨论

腊叶标本烘干过程中影响最终成品品质的主要因素有温度和时间等。该研究针对腊叶标本的烘干温度和时间等因素进行试验设计,得出效果较好的升温模式,旨在应用于新型腊叶标本烘干装置的研发,工艺成熟以后可针对腊叶标本烘干设置固定的工作程序与参数,对其进行批量生产。而新型的腊叶标本烘干装置的产生,不仅会提高标本制作的便易性,也将会为植物腊叶标本制作节省更多时间获得更高的品质。但该试验的研究相对来说较简单,烘干的植物种类较单一,因为不同质地植物(如草本、木本;叶革质、纸质等)的界面温度可能会有所差异,相关的研究还需要进行进一步的探索。

如果从原理层次来看,植物本身颜色的呈现是在在色素的作用下表现出来的,而植物的主色绿色就是叶绿素的外观体现,干燥过程中颜色的改变主要有损耗和褐变2个原因<sup>[7]</sup>。因为新鲜植物的含水量较高,如果在烘干过程中快速将温度提升较高,很容易破坏其中的叶绿素,造成烘干过程中植物颜色的劣变,试验结果中梯度升温在一定程度上虽保留了忍冬、丹参的色彩度,但对比原植物颜色还是有些变淡,这便证明了色素损耗这一结论。而植物标本烘干过程中变色的另一个原因——酶促反应本质上是一个与物理变化相伴随的复杂生理生化过程,水分是酶活性的前提,植物标本在烘干过程中,前期如果温度过高,在植物含水量充足的情况下酶活性升高,加速蛋白质和叶绿素降解,标本易被烘至黑褐色,这反映了组织内有机物质的转化程度,属于酶促反

应进程。而适度缓慢的失水凋萎能够在一定程度上排出标本的水分,逐渐终止变化,固定标本的外观颜色。梯度升温的标本烘干方法的实质在于合理地调控植物标本的变色程度和干燥速度,使两者相互协调进行,以期在较短的时间得到较好的效果<sup>[8]</sup>。

不光是植物腊叶标本的烘干,这种梯度升温的模式还能应用于部分花类、叶类药材的烘干<sup>[9-10]</sup>,希望该研究的试验结果能够为植物标本的烘干工艺乃至药材的烘干工艺提供一定的思路。

### 参考文献

- [1] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [2] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [3] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [4] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [5] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [6] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [7] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [8] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [9] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [10] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [11] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [12] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [13] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [14] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [15] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [16] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [17] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [18] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [19] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [20] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [21] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [22] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [23] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [24] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [25] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [26] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [27] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [28] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [29] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [30] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [31] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [32] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [33] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [34] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [35] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [36] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [37] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [38] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [39] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [40] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [41] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [42] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [43] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [44] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [45] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [46] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [47] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [48] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [49] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [50] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [51] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [52] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [53] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [54] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [55] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [56] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [57] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [58] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [59] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [60] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [61] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [62] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [63] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [64] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [65] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [66] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [67] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [68] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [69] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [70] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [71] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [72] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [73] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [74] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [75] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [76] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [77] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [78] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [79] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [80] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [81] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [82] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [83] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [84] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [85] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [86] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [87] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [88] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [89] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [90] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.
- [91] 李长看. 生物标本制作技术[EB/OL]. [2020-11-06]. <https://max.book118>.
- [92] 孙立娇,金敏,刘彬彬,等. 紫花药用植物腊叶标本和浸渍标本的保色制作研究[J]. 安徽农业科学,2021,49(1):157-159.
- [93] 曹玉星. 标本意义与价值传播——兼谈南通博物院“三韵”基本陈列[J]. 博物馆研究,2015(1):35-39.
- [94] 林巧贤,闫霖,林桂如,等. 一种腊叶标本快速干燥方法的研究[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):146-148.
- [95] 肖本见. 浅谈药用植物腊叶标本的制作[J]. 时珍国医国药,2006,17(2):302.
- [96] 张崇霞,鲍玉军,李丹丹,等. 德美亚1号玉米烘干工艺优化初探[J]. 粮食储藏,2016,45(4):19-22.
- [97] 温广宇,朱文学. 天然植物色素的提取与开发应用[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(2):68-74.
- [98] 侯爽爽,罗磊. 金银花热风干燥过程中颜色的劣变机理[J]. 农产品加工(学刊),2010(10):63-65.
- [99] 朱玉芸. 酶促褐变对菊花品质的影响研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.
- [100] 孙洁,王晓,周洁,等. 变温干燥对良种金银花活性成分含量的影响[J]. 中华中医药杂志,2014,29(10):3302-3305.

(上接第156页)

- [5] 彭一平,刘振华,王璐,等. 华南地区土壤全钾含量高光谱反演模型研究[J]. 西南农业学报,2019,32(10):2383-2389.
- [6] KATUWAL S, KNADEL M, MOLDRUP P, et al. Visible-near-infrared spectroscopy can predict mass transport of dissolved chemicals through intact soil[J]. Entic reports,2018,8(1):1-9.
- [7] ROSSEL R A V, WEBSTER R. Predicting soil properties from the Australian soil visible-near infrared spectroscopic database[J]. European journal of soil science,2012,63(6):848-860.
- [8] 柯以侃. 分析化学手册:第3分册 光谱分析[M]. 2版. 北京:化学工业出版社,1998.
- [9] 栾福明,熊黑钢,王芳,等. 基于小波分析的土壤速效K含量高光谱反演[J]. 干旱区地理,2015,38(2):320-326.
- [10] 朱淑鑫,杨宸,顾兴健,等. K均值算法结合连续投影算法应用于土壤速效钾含量的高光谱分析[J]. 江苏农业学报,2020,36(2):358-365.
- [11] 刘秀英,石兆勇,常庆瑞,等. 黄绵土钾含量高光谱估算模型研究[J]. 土壤学报,2018,55(2):325-337.
- [12] GU X H, WANG Y C, SUN Q, et al. Hyperspectral inversion of soil organic matter content in cultivated land based on wavelet transform[J]. Computers and electronics in agriculture,2019,167:1-7.

- [13] 郭佳欣,赵小敏,郭熙,等. 基于PLSR-BP复合模型的红壤有机质含量反演研究[J]. 土壤学报,2020,57(3):636-645.
- [14] 李耀翔,汪洪涛,耿志伟,等. 基于近红外光谱及BP神经网络分析法预测森林土壤有机碳含量[J]. 西部林业科学,2014,43(3):1-6.
- [15] CONFORTI M, BUTTAFUOCO G, LEONE A P, et al. Studying the relationship between water-induced soil erosion and soil organic matter using vis-NIR spectroscopy and geomorphological analysis: A case study in southern Italy[J]. Catena,2013,110:44-58.
- [16] AMANI M, MOBASHERI M R, MAHDAVI S. Contemporaneous estimation of Leaf Area Index and soil moisture using the red-NIR spectral space[J]. Remote sensing letters,2018,9(3):264-273.
- [17] 刘炜,常庆瑞,郭曼,等. 不同尺度的微分窗口下土壤有机质的一阶导数光谱响应特征分析[J]. 红外与毫米波学报,2011,30(4):316-321.
- [18] HONG Y S, YU L, CHEN Y Y, et al. Prediction of soil organic matter by VIS-NIR spectroscopy using normalized soil moisture index as a proxy of soil moisture[J]. Remote sensing,2018,10:1-17.
- [19] VISCARRA ROSSEL R A, BEHRENS T, BEN-DOR E, et al. A global spectral library to characterize the world's soil[J]. Earth-science reviews,2016,155:198-230.