

DOI: 10.16720/j.cnki.tcyj.2022.133

灵芝子实体适宜采收期研究

许琳¹, 王胜¹, 刘勤来², 刘惠军³, 胡清秀⁴, 周亚杰⁵, 闫梅霞^{1*}

(1. 中国农业科学院特产研究所, 吉林 长春 130112 2. 桦甸市农业综合行政执法大队 吉林 桦甸 132400 3. 桦甸市农业技术推广中心, 吉林 桦甸 132400 4. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081 5. 南京中科药业有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要 为探索吉林地区赤芝子实体的最佳采收期, 本研究以吉林地区栽培的 3 个赤芝 (*Ganoderma lucidum*) 菌株为材料, 在子实体生长后期, 分别对其 3 个采收时间样品的干鲜重、含水量、多糖和三萜及甾醇含量进行研究。结果表明, 随着采收时间的延后, 子实体样品干鲜重变化规律不明显, 含水量和多糖含量均呈现先升高后降低趋势, 三萜及甾醇含量呈现逐渐降低趋势。综合分析表明, 吉林地区以收获孢子粉为主的赤芝子实体的最佳采收时间建议为 9 月 22 日左右。

关键词 赤芝 采收期 多糖 三萜及甾醇

中图分类号 S567.3+1

文献标识码 A

文章编号 1001-4721(2022)05-0049-05

Study on the Suitable Harvesting Period of *Ganoderma lucidum*

XU Lin¹, WANG Sheng¹, LIU Qin-lai², LIU Hui-jun³, HU Qing-xiu⁴, ZHOU Ya-jie⁵, YAN Mei-xia^{1*}

(1. Institute of Special Animal and Plant Sciences of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130112, China; 2. Agricultural Comprehensive Administrative Law Enforcement Brigade of Huadian City, Huadian 132400, China; 3. Huadian Agricultural Technology Promotion Center, Huadian 132400, China; 4. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, 5. Nanjing Zhongke Pharmaceutical Co., Ltd, Nanjing 211100, China)

Abstract: In order to explore the best harvest period of *Ganoderma lucidum* fruiting body in Jilin area, this study used three *Ganoderma lucidum* strains cultivated in Jilin area as materials, and in the later stage of fruiting body growth, the dry and fresh weight, water content, polysaccharide, triterpenoid and sterol content of the three harvesting times were studied. The results showed that with the extension of harvest time, the change of dry and fresh weight was not obvious, the water content and polysaccharide content increased first and then decreased, the triterpenes and sterols showed a decreasing trend. The comprehensive analysis results show that the best harvest time of *Ganoderma lucidum*, which mainly harvest spore powder, is recommended to be around September 22 in Jilin area.

Keywords: *Ganoderma lucidum*; harvest period; polysaccharide; triterpenes and sterol

灵芝 (*Ganoderma lucidum*) 是担子菌纲多孔菌科灵芝属真菌, 为我国传统名贵药材, 被称为“仙草”, 在我国已有 2 000 多年的药用历史, 具有滋补强壮、扶本固正的功效^[1]。现代药理研究表明灵芝在抗肿瘤^[2]、抗衰老^[3]、免疫调节^[4]和保肝护肝^[5]等方面具有良好的效果。2020 年 1 月 2 日, 灵芝被国家卫生健康委及国家市场监督管理总局正式公布为药食同源食品^[6]。

赤芝是我国应用及栽培最为广泛的一种灵芝^[7], 吉林地区以收获孢子粉为主的赤芝种植以木段基质大棚内栽培为主, 产粉后收获灵芝子实体。《中华人民共和国药典》(2020 版) 对灵芝的主要药效成分多糖、三萜及甾醇含量有明确规定^[8], 灵芝入药需达到药典规定的含量要求。现有研究表明, 灵芝子实体在生长发育过程中, 多糖^[9,10]、三萜及甾醇含量^[11-13]表现出一定变

收稿日期 2022-03-18

基金项目 吉林省科技发展计划项目 (20210401101YY)

作者简介 许琳 (1997-), 女, 汉族, 山东省济南人, 在读硕士, 从事食药菌研究。

*通讯作者 闫梅霞 (1982-), 女, 汉族, 河北省石家庄人, 副研究员, 硕士生导师, 从事药用菌研究。

化,灵芝子实体成熟时期(弹射孢子时期)被广泛认为是其最佳采收时期^[14,15]。

但在实际生产过程中,为了收获较多的孢子粉,存在过度收粉的现象,采收时忽略了子实体的产量及品质,灵芝子实体采收期不明确且缺乏统一标准,对芝农的收益产生影响。本文以吉林地区木段大棚栽培的 3 个产粉灵芝菌株为实验材料,对灵芝子实体成熟后期的品质开展研究,为实际生产中赤芝采收期的确定提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 供试菌株

供试赤芝的 3 个菌株均采集于吉林地区种植的赤芝子实体,经分离纯化得到纯菌种,菌株保藏于中国农业科学院特产研究所,编号分别为 CZ-1、CZ-2 和 CZ-3。

1.2 试剂与仪器

齐墩果酸标准品(纯度>98%)购自四川维克奇公司,葡萄糖、浓硫酸、无水乙醇、甲醇和冰醋酸等试剂均为国产分析纯试剂,水为蒸馏水。

GZX-9140 电热鼓风干燥箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂);WND-1000A 型高速中药粉碎机(浙江省兰溪市伟能达电器有限公司);TGL-16M 湘仪台式高速冷冻离心机(湘仪实验室仪器开发有限公司);TU-1810 型紫外分光光度计(北京普析通用仪器公司)。

1.3 拮抗实验

取保存于 4℃冰箱的 3 个赤芝菌株,在无菌环境下接种于平板培养基活化培养,25℃恒温培养箱中暗培养至菌丝长满平板。

将上述活化后的赤芝菌株两两接种于直径 90 mm 的平板(PDA 培养基)上,25℃恒温培养箱中培养,菌丝接触 3 d 后观测拮抗现象。

1.4 栽培实验与样品采集

3 个灵芝菌株的栽培实验于 2020 年进行,采用段木基质大棚收粉栽培的方式,实验地点为中国农业科学院特产研究所左家试验基地农业部长白山野生生物资源观测站,实验于同一大棚内进行,田间的管理条件相同。

在 3 个菌片子实体成熟后期(孢子粉弹射后期)选取 3 个时间 I(9 月 2 日)、II(9 月 22 日)和 III(10 月 12 日)进行采样,每个时间随机采收 3 个样品做重复。

1.5 样品处理

灵芝子实体采集后除去杂质,剪除沙根,记录湿重。处理后的样品干燥,测定干重,计算含水量。干燥后样品切片,高速中药粉碎机粉碎 3 min,用研钵粉碎絮状物后过 40 目筛备用。

1.6 多糖、三萜及甾醇含量测定

样品多糖、三萜及甾醇含量测定方法参考《中华人民共和国药典(一部)》(2020 版)^[8]及前期文献^[16,17]报道方法。

1.7 数据统计与分析

采用 IBM SPSS Statistics 23 软件统计分析试验数据。采用 GraphPad Prism 8.0 作图。

2 结果与分析

2.1 拮抗实验

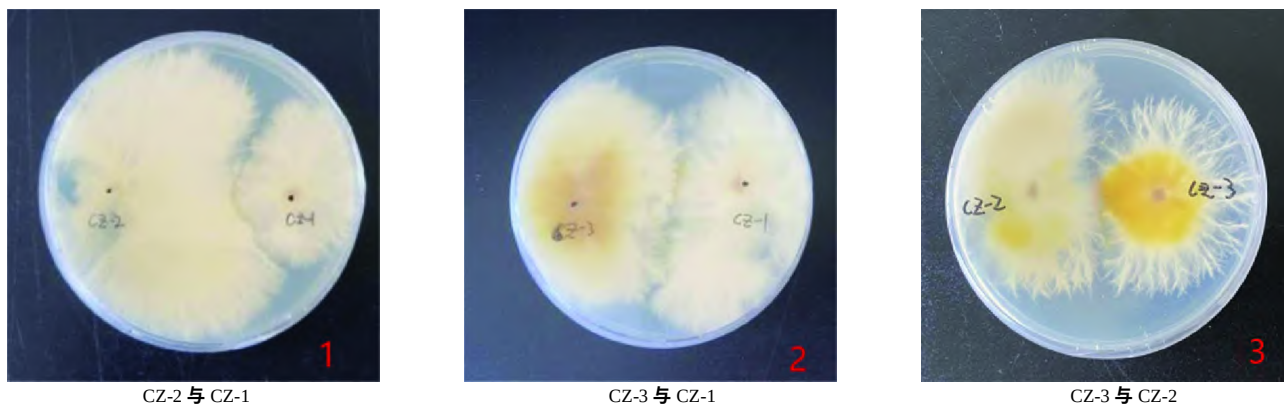


图 1 菌株拮抗性实验结果

Fig. 1 The antagonism test result of bacterial strain

拮抗实验结果如图 1 所示,CZ-1 与 CZ-2、CZ-1 与 CZ-3、CZ-2 与 CZ-3 菌落之间有明显的拮抗线,因此表明本实验的 3 株菌株之间均有拮抗性,为不同赤芝菌株。

2.2 栽培实验

表 1 为不同采收时间 3 个菌片子实体样品干、鲜重结果分析。

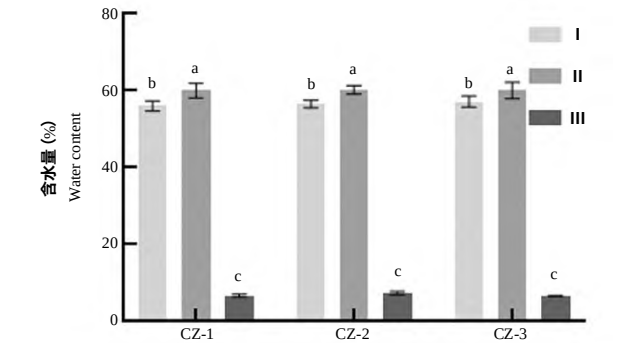
表 1 赤芝产量
Table 1 The yield of *Ganoderma lucidum*

菌株 Bacterial strain	时间 Period	鲜重 (g/段) Fresh weight	干重 (g/段) Dry weight
CZ-1	I	244.75±41.51 ^{cd}	107.59±19.78 ^d
	II	343.23±7.89 ^a	137.06±7.87 ^b
	III	118.64±13.89 ^e	110.57±12.45 ^{cd}
CZ-2	I	309.63±35.97 ^{ab}	134.51±15.09 ^{bc}
	II	290.23±18.92 ^{bc}	115.14±4.40 ^{bcd}
	III	113.58±9.27 ^e	105.21±8.55 ^d
CZ-3	I	291.99±35.24 ^{bc}	125.35±18.91 ^{bcd}
	II	317.57±25.44 ^{ab}	128.16±3.74 ^{bcd}
	III	210.23±9.30 ^d	196.37±8.70 ^a

注：表中数据均为平均值±标准差，纵列不同字母代表在 $P < 0.05$ 水平上的差异显著。下表同。
Note: Data in the table are the mean ± standard deviation, different letters in the vertical column represent significant differences at the $P < 0.05$ level. The same as belows.

同一菌株不同采收时间赤芝菌孢子实体鲜重变化规律不一致,CZ-1、CZ-3 呈现先升高后降低趋势,总体表现为 $II > I > III$,CZ-2 呈现整体下降趋势;同一采收时间不同赤芝菌孢子实体鲜重变化规律不一致。

同一菌株不同采收时间赤芝菌孢子实体干重变化规律不一致,CZ-1 表现为 $II > III > I$,CZ-2 呈现整体下降趋势,CZ-3 呈现整体上升趋势;同一采收时间不同菌株赤芝菌孢子实体干重无显著规律变化,子实体最大干重CZ-1 为 137.06 g/段(时间 II),CZ-2 为 134.51 g/段(时间 I),CZ-3 为 196.37 g/段(时间 III);CZ-3 子实体最大干重显著高于 CZ-1、CZ-2。



注：图中不同字母代表在 $P < 0.05$ 水平上的差异显著。
Note: The different letters in the figure represent significant differences at the $P < 0.05$ level.

图 2 含水量变化趋势图
Fig. 2 Trend chart of the water content change

图 2 表示赤芝子实体含水量变化情况,3 个菌株含水量总体变化趋势一致,均呈现先升高后降低的趋

势 不同菌株相同采收时间含水量差异不显著,3 个菌株含水量最低均为采收时间 III。

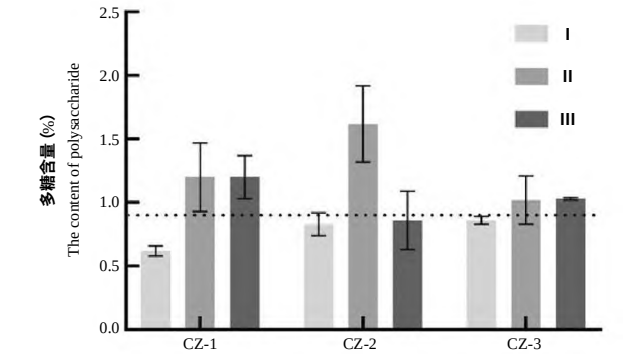
2.3 多糖含量

表 2 为样品多糖含量结果分析,多糖含量测定结果表明,CZ-1、CZ-2 灵芝多糖含量变化为 $II > III > I$, CZ-1 采收时间 I 多糖含量显著低于 II、III 时间,CZ-2 采收时间 II 多糖含量显著高于 I、III;CZ-3 灵芝含量多糖变化为 $III > II > I$,CZ-3 3 个采收时间差异变化不显著。

表 2 灵芝多糖含量
Table 1 The polysaccharide content of *Ganoderma lucidum* in the different harvest periods

菌株 Bacterial strain	时间 I (%) Period I	时间 II (%) Period II	时间 III (%) Period III
CZ-1	0.62±0.04 ^c	1.20±0.27 ^b	1.20±0.17 ^b
CZ-2	0.83±0.09 ^{bc}	1.62±0.03 ^a	0.86±0.23 ^{bc}
CZ-3	0.86±0.01 ^{bc}	1.02±0.19 ^b	1.03±0.01 ^b

3 个供试菌株多糖含量在采收时间 I、III 均无明显差异,采收时间 II CZ-2 的灵芝多糖含量显著高于其他两个供试菌株。多糖含量最高值CZ-1 为 1.20%,CZ-2 为 1.62%,CZ-3 最大,为 1.03%。



注：图中灰色虚线代表 2020 版《中华人民共和国药典》规定灵芝多糖含量不低于 0.90%。
Note: The gray line represents the 2020 edition of the Chinese Pharmacopoeia, which stipulates that the content of *Ganoderma lucidum* polysaccharides should not be less than 0.90%.

图 3 多糖含量变化趋势图
Fig. 3 The trend chart of the polysaccharide content change

图 3 表示样品中多糖含量变化趋势图,3 个供试菌株的时间 I 及 CZ-2 在时间 III 采收的灵芝多糖均低于《中华人民共和国药典》(2020 版)的标准,因此 I 时间不适宜吉林地区木段大棚栽培赤芝子实体的采收。

2.4 三萜及甾醇含量

表 3 表示三萜及甾醇含量测定结果,3 个菌株随

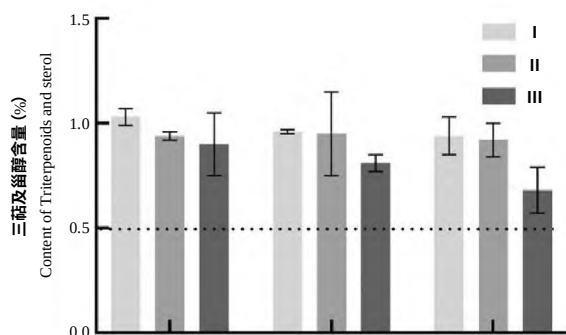
着采收时间的延后,三萜及甾醇含量呈现下降的趋势;但 CZ-1、CZ-2 菌株三萜及甾醇含量在 3 个采收时间内变化不明显;CZ-3 的三萜及甾醇含量在采收时间 I 与 II 变化不明显,在 III 显著降低。

表 3 赤芝三萜及甾醇含量

Table 3 The triterpenoids and sterol content of *Ganoderma lucidum* in the different harvest periods

菌株 Bacterial strain	时间 I (%) Period I	时间 II (%) Period II	时间 III (%) Period III
CZ-1	1.03±0.04 ^a	0.94±0.02 ^{ab}	0.90±0.15 ^{ab}
CZ-2	0.96±0.01 ^{ab}	0.95±0.20 ^{ab}	0.81±0.04 ^{bc}
CZ-3	0.94±0.09 ^{ab}	0.92±0.08 ^{ab}	0.68±0.11 ^c

3 个供试菌株三萜及甾醇最高含量 CZ-1 为 1.03%, CZ-2 为 0.96%, CZ-3 为 0.94%;除采收时间 III 外,同一采收期不同菌株之间三萜及甾醇含量变化也不显著。



注:图中灰色虚线代表 2020 版《中华人民共和国药典》规定三萜及甾醇含量不低于 0.50%。

Note: The gray line represents the 2020 edition of the Chinese Pharmacopoeia, which stipulates that the content of *Ganoderma lucidum* triterpenoids and sterol should not be less than 0.50%.

图 4 三萜及甾醇含量变化趋势图

Fig. 4 The trend chart of triterpenoids and sterol content change

由图 4 可以看出,3 个采收时间 3 个供试菌株的三萜及甾醇含量均高于《中华人民共和国药典》(2020 版)的标准。

3 讨论

研究结果表明,同一供试菌株不同采收时间之间干鲜重变化不明显,但含水量变化显著,均呈现先升高后降低的趋势。本实验选取子实体成熟后期的 3 个时间采样,对其多糖或三萜含量变化规律进行分析,与付立忠^[11]、林应兴^[12]和游俊健等^[18]人研究的采收时间均不相同,结果表明,3 个采收时间灵芝子实体多糖呈现

先升高后下降的趋势,3 个菌株采收时间 I 即 9 月 2 日子实体多糖含量均未达到《中华人民共和国药典》(2020 版)的标准,因此 9 月 2 日前后不应作为吉林地区收粉赤芝的采收期;3 个采收时间三萜及甾醇含量均达到《中华人民共和国药典》(2020 版)的标准,但随着采收时间的延后,三萜及甾醇呈现逐渐下降趋势。

菌株 CZ-1 采收时间 II 子实体干重显著高于 III,且采收时间 II、III 的多糖及三萜含量无显著差异。菌株 CZ-2 采收时间 II 子实体多糖显著高于 III 且采收时间 II、III 的干重及三萜含量无显著差异,综合分析,建议采收时间 II 即 9 月 22 日前后可作为菌株 CZ-1、CZ-2 子实体的最佳采收期。菌株 CZ-3 采收时间 III 的子实体干重显著高于 II 时期,但采收时间 II 多糖含量较高于采收时间 III,采收时间 III 的三萜及甾醇含量显著低于 II 时期。因此若想获得三萜及甾醇含量较高的子实体,应将 9 月 22 日前后作为最佳采收期,若想获得产量较高的子实体,应 10 月 12 日前后作为最佳采收期。

吉林地区收粉灵芝子实体的采收不宜过早,过早导致多糖含量较低,难以达到标准;也不宜过晚,过晚三萜含量显著降低,生产上采收时间的确定要结合菌株特点及生产实际,综合考虑确定。

参 考 文 献

- [1] 李卫东,林志彬. 灵芝的扶正固本及对“亚健康”者的保健作用[J]. 食用菌,2016,24(1): 29-32.
- [2] ZHANG S, PANG G, CHEN C, et al. Effective cancer immunotherapy by *Ganoderma lucidum* poly-saccharide-gold nanocomposites through dendritic cell activation and memory T cell response[J]. Carbohydrate Polymers, 2019, 205: 192-202.
- [3] ZENG X, LI P, CHEN X, et al. Effects of deproteinization methods on primary structure and antioxidant activity of *Ganoderma lucidum* polysaccharides[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2019, 126: 867-876.
- [4] CHEN M L, HSIEH C C, Chiang B L, et al. Triterpenoids and poly-saccharide fractions of *Ganoderma tsugae* exert different effects on antiallergic activities[J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015, 2015: 754836.
- [5] 陈玉胜,陈全战. 灵芝多糖对 CCl₄ 诱导的急性肝损伤小鼠的抗炎和保肝活性[J]. 食品科学,2017,38(17): 210-215.
- [6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于对党参等 9 种物质开展按照传统既是食品又是中药材的物质管理试点工作的通知[EB/OL]. (2020-01-0) [2021-06-01]. <http://www.nhc.gov.cn/sp/s7885/202001/1ec2cca04146450d9b14acc2499d854f.shtml>

(下转第 57 页)

烟叶香型由浓香逐步向清香转变,烟叶甜感由焦甜逐步向清甜转变,烟叶香气质变好、香气量足、烟气细腻、劲头更适中、余味变好,感官质量综合得分更高。本研究中,感官得分随移栽期的推后呈单峰变化,其中4月20日移栽处理的感官质量最佳,香气特性、烟气特性和口感特性等均优于其他移栽期处理,烟叶可用性较强,其次是4月30日移栽处理的中部叶。综上所述,德江煎茶产区4月20日为最佳移栽期,其香气特性、烟气特性和口感特性均较为适宜。

参考文献

- [1] 梁兵,倪凤萍,邵小东,等. 不同海拔、移栽期及移栽方式对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 西南农业学报,2017,30(12):2648-2653.
- [2] 吴薇,韩相龙,郑璞帆,等. 移栽方式与施氮量对烤烟生长发育和产质量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2018,24(2):535-543.
- [3] 王政,王崇玉,黄忠向,等. 不同移栽期对巧家烤烟生长发育和产品品质的研究[J]. 湖南农业科学,2011(8):15-17.
- [4] 杨亚,朱列书,朱静娴,等. 移栽期对烤烟生长发育及品质的影响[J]. 作物研究,2011,25(2):179-183.
- [5] 杨园园,穆文静,王维超,等. 不同移栽期对烤烟农艺性状和经济性状及其质量特色的影响[J]. 河南农业大学学报,2013,47(5):514-522.
- [6] 卢钊,王学华,田峰. 不同移栽期对烤烟生长、产量及经济效益的影响[J]. 作物研究,2013,27(S1):15-17.
- [7] 柴家荣,刘敬业,戴福斌. 密度与施肥对白肋烟香味物及品质的影响[J]. 昆明师范高等专科学校学报,2005,27(4):20-24.
- [8] 许自成,张婷,马国华,等. 不同调控措施对烤烟质体色素及其降解产物的影响[J]. 河南农业大学学报,2006,40(1):15-17+26.
- [9] 武雪萍,钟秀明,秦艳青,等. 芝麻饼肥与化肥不同比例配施对烟叶香气质量的影响[J]. 作物学报,2006,32(10):1554-1559.
- [10] 赵铭钦,陈红华,刘国顺,等. 增施不同有机物质对烤烟烟叶香气质量的影响[J]. 华北农学报,2007(5):51-55.
- [11] 史宏志,韩锦峰. 烤烟碳氮代谢几个问题的探讨[J]. 烟草科技,1998(2):34-36.
- [12] 雷佳,吕永华,李淮源,等. 烤烟碳氮代谢调节机理及其指标研究进展[J]. 广东农业科学,2018,45(12):20-26.
- [13] 王寒,陈建军,林锐峰,等. 粤北地区移栽期对烤烟成熟期生理生化指标和经济性状的影响[J]. 中国烟草学报,2013,19(6):71-77.
- [14] 闫伸. 移栽期和施肥模式对豫中烤烟质量风格的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2014.
- [15] 杨欣,曾静,李晓婷,等. 移栽期、追肥时间和留叶数对临沧双江烟区烤烟化学成分及感官质量的影响[J]. 广东农业科学,2018,45(11):14-20.
- [16] 高家合,秦西云,李金平,等. 烤烟不同叶位叶片的化学成分变化规律研究[J]. 中国农学通报,2005(3):183-186+258.
- [17] 徐建华,段凤云,杨虹琦,等. 云南烤烟新品种与常规品种的和种质特性比较研究[J]. 湖南农业科学,2008(2):14-16.
- [18] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005.
- [19] 沈晗,周冀衡,赵百东,等. 云南保山市植烟土壤养分状况与烤烟化学成分相关分析[J]. 中国土壤与肥料,2012(4):22-26.
- [20] 刘化冰,杨铁钊,张小全,等. 不同耐氮肥烤烟品种质外体 NH_4^+ 浓度差异和有关生理指标分析[J]. 中国农业科学,2010,43(14):3036-3043.
- [21] 白应香,胡锦,段建军,等. 不同移栽期对云烟87氮代谢产物及关键酶活性的影响[J]. 分子植物育种,2021,19(13):4487-4495.
- [22] 张志高,刘齐元,冯小虎,等. 不同移栽期对烤烟叶片大小·产质量·化学成分的影响[J]. 江西农业大学学报,2014,36(4):716-722.
- [23] 陈义强,范坚强,包可翔,等. 不同移栽期对云烟85烟叶质量风格特色的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2014,49(4):47-57.
- [13] 刘艳芳,吕佳维,冯娜,等. 三种因素对“沪农灵芝1号”子实体三萜的影响[J]. 食用菌学报,2016,23(3):43-48.
- [14] 金鑫,李强,陈祖琴,等. 不同菌株不同生长期灵芝农艺性状和多糖含量变化研究[J]. 中国食用菌,2017,36(4):41-44.
- [15] 冯娜,张劲松,唐传红,等. 不同生育期灵芝子实体水提物与其免疫活性[J]. 食用菌学报,2010,17(4):52-57.
- [16] 闫梅霞,郑斯文,张瑞,等. 松杉灵芝多糖含量测定[J]. 特产研究,2017,39(3):39-42.
- [17] 闫梅霞,张瑞,许世泉,等. 松杉灵芝三萜酸含量测定[J]. 特产研究,2017,39(2):47-49.
- [18] 游俊健,叶志伟,郑倩望,等. 灵芝子实体多糖和三萜含量变化规律[J]. 食品工业,2021,42(12):260-264.

(上接第52页)

- [7] 朱晓璐,韩伟,冯娜,等. 赤芝规模化液态深层发酵及其产物抗肿瘤活性研究[J]. 上海农业学报,2021,37(3):24-28.
- [8] 国家药典委员会编. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京:中国医药科技出版社. 2020:195-196.
- [9] 钱磊,张志军,陈晓明,等. 灵芝不同生长期子实体多糖含量及糖代谢相关酶活性研究[J]. 保鲜与加工,2019,19(3):128-131.
- [10] 宝萍萍. 灵芝不同生长期化学成分的检测及菌丝体发酵条件的优化[D]. 长春:吉林农业大学,2011.
- [11] 付立忠,吴学谦,李明焱,等. 灵芝不同生长发育期粗多糖和三萜含量变化规律[J]. 食用菌学报,2008(3):47-50.
- [12] 林应兴. 灵芝子实体不同生长阶段多糖与三萜类物质含量的研究[J]. 亚热带农业研究,2009,5(3):152-154.