

# 玉米芯栽培4种食药两用菌的研究与应用综述

李艳芳<sup>1</sup> 王斌<sup>1</sup> 张立伟<sup>1</sup> 张腾霄<sup>1</sup> 王相刚<sup>2</sup>

<sup>1</sup>绥化学院食品与制药工程学院,黑龙江绥化 152061;

<sup>2</sup>绥化学院食用菌研究所,黑龙江绥化 152061)

**摘要** 玉米芯作为营养丰富的农业生产废弃物能够满足多数食药两用菌的营养生长需求,部分成品指标优于传统的栽培料,可以作为主要栽培原料用于生产。本文通过查阅相关文献,对玉米芯在平菇、金针菇、猴头菇和灵芝4种食药两用菌栽培中的研究与应用进行了综述,以期对玉米芯在食药两用菌栽培中的深入研究与应用提供参考。

**关键词** 玉米芯;食药两用菌;栽培

中图分类号 S646 文献标识码 A

文章编号 1007-5739(2021)23-0055-03

DOI:10.3969/j.issn.1007-5739.2021.23.022

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Review on Study and Application of Four Kinds of Edible and Medicinal Fungi Cultivated by Corncob

LI Yanfang<sup>1</sup> WANG Bin<sup>1</sup> ZHANG Liwei<sup>1</sup> ZHANG Tengxiao<sup>1</sup> WANG Xianggang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> School of Food and Pharmaceutical Engineering, Suihua University, Suihua Heilongjiang 152061;

<sup>2</sup> Edible Fungi Institute, Suihua University, Suihua Heilongjiang 152061)

**Abstract** As a nutrient-rich agricultural production waste, corncob could meet the nutritional growth needs of most edible and medicinal fungi, and some index of the products were better than that of traditional cultivation materials. It could be used as the main cultivation materials in production. In this paper, the research and application of corncob in the cultivation of four edible and medicinal fungi (*Pleurotus oesophagus*, *Flammulina velutipes*, *Hericium herniae* and *Ganoderma lucidum*) were reviewed by referring to relevant literatures, in order to provided reference for the further research and application of corncob in the cultivation of edible and medicinal fungi.

**Keywords** corncob; edible and medical fungus; cultivation

玉米芯是玉米穗经脱粒后余下的穗轴,是玉米的主要副产物之一。据粗略统计,我国每年玉米芯产量近4600万t。其中,黑龙江省的玉米芯产量居全国首位,占全国产量的14.72%<sup>[1]</sup>。玉米芯的主要成分为纤维素、半纤维素和木质素等<sup>[2]</sup>,所含成分满足多数食药两用菌的营养生长需求,可以应用于食药两用菌的生产栽培。尤其近些年,随着国家对林木资源的保护,食药两用菌生产原料价格不断上涨,寻找全部或部分可替代资源成为行业研究的热点,衍生出一系列的科研成果,有些在实际生产中已得到广泛应用。本文在查阅相关文献的基础上,对玉米芯在平菇、金针菇、灵芝和猴头菇这4种常见食药两用菌栽培上的应用与研究进行了概述,以期对玉米芯在食药两用菌栽培中的应用提供参考。

**基金项目** 黑龙江省省属高等学校基本科研业务费基础研究项目(YWK10236200202)。

**作者简介** 李艳芳(1975—),女,黑龙江绥化人,助理研究员,硕士。研究方向:食药两用菌栽培及活性成分研究。

**收稿日期** 2021-04-26

### 1 玉米芯栽培平菇

侧耳属(*Pleurotus*)是食药两用菌栽培种类中重要的属,被广泛栽培的种有10多个。平菇包括侧耳属中普遍栽培的糙皮侧耳、凤尾菇和白黄侧耳等,属典型木腐菌,是我国也是世界上栽培量较大的食药两用菌之一。平菇营养丰富,且由于抗逆性强成为较易栽培的菌类之一,可利用多种农副产品下脚料进行栽培。

早在20世纪80年代初进行平菇代用料栽培时,就有关于利用玉米芯栽培平菇的文献记载<sup>[3]</sup>;自90年代后,以开发玉米芯颗粒堆制发酵料进行平菇袋栽为主,兼有熟料栽培。此后,许多学者对利用玉米芯与棉籽壳、木屑、稻草、豆秸秆等多种原料搭配栽培平菇进行了相关研究。在以玉米芯和棉籽壳为主料的栽培中,40%玉米芯与50%棉籽壳混合搭配被认为是最适宜配比<sup>[4]</sup>,不仅生物学效率高,平菇综合农艺性状也较好<sup>[5]</sup>。在以木屑为主料的栽培中,玉米芯添加量以40%最为适宜<sup>[6]</sup>。以玉米芯为主料与稻草搭配栽培平菇时,玉米芯粒径约7mm(占比28%)、稻草长度5cm(占比5%)配方最适宜<sup>[4]</sup>。玉米芯和大豆秸秆以1:1比例混合

时,生物转化率最高<sup>[7]</sup>。秦秀丽<sup>[8]</sup>研究表明,利用EM菌处理玉米芯栽培平菇,能够加快培养料的发酵速度,促进有机物的分解转化,有利于菌丝体对营养物质的吸收和利用<sup>[8]</sup>。

以黑龙江省为例,目前玉米产区平菇的生产以玉米芯为栽培主料,将玉米芯粉碎堆制发酵后进行生产,玉米芯为主料,完全摒弃了木屑料。玉米芯发酵料栽培平菇具有不需要灭菌设备、发菌快、周期短、产量高等特点,因操作简单、成本低,已成为个体生产者进行平菇栽培的主要模式。玉米芯发酵料栽培平菇生产流程一般为备料→建堆→发酵→翻堆→发酵完成→装袋接种→发菌→出菇管理→采收。在木屑产区则以木屑为主料,适量添加玉米芯进行熟料栽培,生产流程为备料→拌料→装袋→灭菌→接种→发菌→出菇管理→采收。

## 2 玉米芯栽培金针菇

金针菇(*Flammulina velutipes* Sing.)又名冬菇、构菌、毛柄金钱菌等,属伞菌口蘑科金钱菌属,有乳白色和金黄色2种,是目前人工栽培中工厂化程度较高的食药用品种之一,也是国际市场上最主要的品种之一。金针菇营养丰富,尤其是赖氨酸和精氨酸含量丰富,被誉为“益智菇”,是我国较早进行人工栽培的食药用品种之一。金针菇是一种木腐菌,但分解木材的能力较弱,同时所需的氮素营养比较多,因而需要一定腐朽度的硬木原料,而且添加含氮丰富的原料能促进子实体发生。因此,玉米芯是较适合的栽培原料。

20世纪80年代末即有玉米芯在金针菇栽培上的研究,栽培主料为玉米芯、木屑、棉籽壳等<sup>[9]</sup>。此时国内金针菇生产以手工栽培为主,借鉴国外的先进生产模式,已经出现有关工厂化生产的相关研究<sup>[10]</sup>。至90年代,我国金针菇工厂化生产进入新阶段,相关研究与应用逐渐增加。进入21世纪,金针菇工厂化有了较大飞跃,时至今日金针菇已成为本行业工厂化生产最为成熟的菌类之一,手工栽培金针菇已很少见。随工厂化自动化程度的提高和产量的上升,对栽培原料的需求量猛增,代用料研究与应用发展迅猛,玉米芯代料栽培研究也随之更加广泛和深入。用玉米芯部分替代棉籽壳栽培的研究显示:当玉米芯添加量<20%时,随玉米芯含量的增加产量逐渐上升;而当玉米芯含量≥20%时,随玉米芯含量的增加产量反而逐渐下降<sup>[11]</sup>。与其他碳源主料(桑枝屑、棉秆屑、豆秆屑、棉籽壳等)相比较,玉米芯为单一碳源时效果最优<sup>[12]</sup>。在金针菇工厂化栽培中,以棉籽壳和木屑搭配为主料时,金针菇菌丝生长慢但产量高;而以玉米芯、木屑搭配为主料栽

培时,菌丝生长速度快,且产量与以棉籽壳和木屑为主料的产量差异不显著,在玉米芯原料来源丰富的地区应用能够降低成本、提高经济效益。其中,玉米芯与木屑搭配时,玉米芯占比可达45%<sup>[13]</sup>。

目前,玉米芯已成为金针菇工厂化栽培中不可或缺的主要原料,玉米芯、杂木屑搭配作为栽培原料成为主流,甚至有的主料中玉米芯占比达到了30.2%<sup>[14]</sup>。金针菇工厂化生产的工艺流程一般为配料→拌料→装瓶→灭菌→接种→发菌→搔菌→催蕾→套片→出菇→采收→包装。

## 3 玉米芯栽培猴头菇

猴头菇(*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers.)别名刺猬菌、对脸蘑等,属猴头菌科猴头菌属,是著名的食药兼用真菌,一直被誉为“山珍”,其肉质鲜嫩可口、营养丰富。猴头菇多糖及多肽物质可提高机体免疫力,猴头菇活性成分还可有效抵制中枢疲劳、恢复中枢神经的运动调节功能<sup>[15]</sup>。目前,国内已有利用猴头菇菌丝体制成的口服药物,用于治疗消化道疾病。

猴头菇属于典型的木腐菌,木屑、棉籽壳是理想的栽培代用料。20世纪80年代开始,有利用玉米芯栽培猴头菇的案例<sup>[16]</sup>,但当时猴头菇处于代料栽培初始阶段,产量处于较低水平,玉米芯在栽培中的应用和研究较少。进入21世纪后,随着食药用品代料栽培的兴起和发展,相应的研究也逐渐增多。有学者利用玉米芯与棉籽壳搭配开展不同配方栽培猴头菇的研究,结果显示,玉米芯添加量为65%和55%时,与棉籽壳搭配作为主料,发菌速度、菌丝长势、子实体产量及品质方面都表现优秀<sup>[17]</sup>。还有试验研究发现,将玉米芯添加量提高到60%与木屑配合作为主料栽培猴头菇,菌丝体长势及子实体商品性状仍具有可比性<sup>[18]</sup>。在探索工厂化、规模化栽培猴头菇技术时,玉米芯以16%的比例与木屑、棉籽壳搭配作为栽培主料成为猴头菇规模化生产可参考的适宜配方<sup>[19-20]</sup>。有学者在总结我国西北地区猴头菇生产技术时,所述的2种配方中配方一为常规的木屑、棉籽壳为主料,配方二将玉米芯作为唯一栽培主料(占比为70%)配以其他辅料进行猴头菇的熟料生产栽培<sup>[21]</sup>。可见,玉米芯在某些地区能够以高比例作为主料进行猴头菇栽培。

在对猴头菇进行成分分析的试验中,发现玉米芯与棉籽壳栽培的猴头菇在氨基酸含量上几乎相同,只是在氨基酸总量与必需氨基酸含量上略有差别,且生物学效率及产量相差不大<sup>[22]</sup>。还有文献证明,利用40%玉米芯配合木屑或棉籽壳为主料栽培,猴头菇子实体具有较高的多糖含量和体外免疫活性<sup>[23]</sup>。缺点是当玉

米芯添加量过多时,猴头菇子实体质地松软、含水量较大。添加玉米芯栽培猴头菇采用熟料栽培模式,生产工艺流程为配料→拌料→装袋→灭菌→接种→发菌→出菇管理→采收。

#### 4 玉米芯栽培灵芝

灵芝(*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst.)别名灵芝草、木灵芝、仙草、万年蕈等,属灵芝科灵芝属,是著名的药用菌,药用价值较高,已有2000多年的人药历史,是滋补强壮、扶正固本的珍贵药品,有延年益寿的功效。灵芝含有的多糖、多肽、萜类等活性物质有提高机体免疫力的功能<sup>[24]</sup>。目前,已有多种灵芝子实体、孢子粉及其相关加工产品面市。

灵芝为典型的木腐菌,人工栽培历史较早。早期人工栽培灵芝主要采用段木栽培,目前以段木栽培、代料栽培及菌丝深层发酵为主,应用于生产及深加工产品等领域。20世纪90年代,随食用菌代料栽培的发展,开始有学者利用玉米芯进行代料栽培灵芝研究<sup>[25]</sup>,证明以玉米芯作为栽培主料可以满足灵芝生长对营养的需求,并且子实体色泽鲜艳、朵形完美、商品性状好。灵芝主要以采收子实体、采收孢子粉和制作盆景为生产目的,生产目的不同,所采用的栽培原料也不同。以制作盆景尤其制作大型灵芝盆景为目的,栽培原料以短段木为主,小型嫁接灵芝盆景栽培原料以木屑、棉籽壳为主。以采收子实体和孢子粉为目的,栽培原料则主要以棉籽壳、木屑、玉米芯等为主料。以木屑或棉籽壳为主料栽培灵芝的配方中,木屑或棉籽壳占比一般在70%以上,再添加玉米粉、麦麸等其他辅料<sup>[26]</sup>,菌丝体生长速度快,子实体性状好。以木屑和棉籽壳搭配为主料栽培灵芝时,两者添加比例为1:1时产量最高<sup>[27]</sup>。以玉米芯为唯一主料栽培灵芝时,菌丝体长势和子实体商品性状也较好<sup>[28]</sup>,并且营养物质含量和胞外酶活力与以杂木屑或棉籽壳为主料栽培相比都有提升<sup>[29]</sup>。

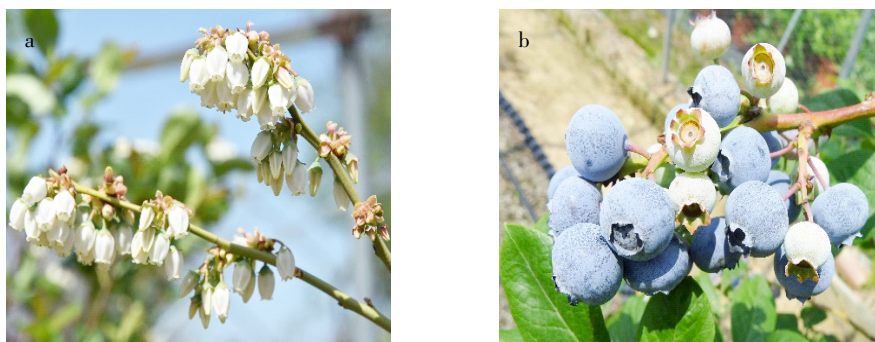
#### 5 结语

玉米芯作为一种富含纤维素类营养物质的农业生产废弃物可以作为全部或部分主要原料生产食药菌,在产量和质量方面随食药菌种类的不同而有差异。在玉米主产区,玉米芯是一种优良的替代资源,具有安全、环保、可持续的优势,可降低生产成本、提高食药菌生产效益。但是,目前对玉米芯栽培各类食药菌在营养和活性物质研究方面比较零散,还不够深入、系统,期待未来充分利用玉米芯营养优势进行更多种类食药菌的研究应用,拓宽玉米芯在食药菌生产中的应用途径。

#### 6 参考文献

- [1] 王红彦,张轩铭,王道龙,等.中国玉米芯资源量估算及其开发利用[J].中国农业资源与区划,2016,37(1):1-8.
- [2] 李菁.玉米芯的预处理及其产氢工艺研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2016.
- [3] 陈雷.玉米芯栽培平菇技术[J].食用菌,1984(2):40.
- [4] 刘仁华,秦洪文,甘丽萍,等.不同配比的玉米芯培养基对平菇生长的影响[J].重庆三峡学院学报,2015,31(3):114-118.
- [5] 王庆武,安秀荣,崔晓,等.玉米芯添加量对平菇综合农艺性状的影响[J].山东农业科学,2016,48(1):71-73.
- [6] 胡杰,张桂香,杨建杰,等.甘肃省不同原料产区平菇丰产高效培养料配方的筛选[J].甘肃农业大学学报,2017,52(5):34-42.
- [7] 申进文,郭丹丹,安运平,等.玉米芯、大豆秸秆不同配比熟料栽培平菇研究[J].食用菌,2018,40(3):38-40.
- [8] 秦秀丽.用EM菌发酵玉米芯栽培平菇试验[J].北方园艺,2009(5):218-219.
- [9] 李曼霞.玉米芯生料栽培金针菇试验[J].中国食用菌,1989(4):15-16.
- [10] 孙廷英,刘学系.人防地道袋栽金针菇[J].中国食用菌,1989(4):33-34.
- [11] 邹勇,汤永伯.工厂化生产金针菇技术的研究[J].无锡轻工业学院学报,1984(3):67-70.
- [12] 戴秀爱,陈小平,杨明华,等.玉米芯栽培金针菇配方试验[J].食药菌,2014,22(5):276-277.
- [13] 金群力,范丽军,冯伟林,等.不同栽培原料配方及装瓶容重对金针菇生长发育的影响[J].浙江农业学报,2016,28(11):1874-1880.
- [14] 刘传会.玉米芯工厂化栽培金针菇配方及单瓶装料量优化[J].湖北农业科学,2012,51(10):1985-1986.
- [15] 巴玉峰,赵高伟.猴头菇活性成分对高强度间歇运动后中枢疲劳的影响[J].中国食用菌,2020,39(9):61-64.
- [16] 周蓉芬,陈焕新.玉米芯怎样栽培猴头[J].中国食用菌,1985(1):28.
- [17] 张建丽,丁立孝,仇宏伟,等.玉米芯不同配方栽培猴头菇试验研究[J].中国食用菌,2000(2):14-15.
- [18] 李艳芳,魏雅冬,李贺,等.玉米芯栽培猴头配方筛选[J].山西农业科学,2017,45(1):41-43.
- [19] 李玉,尚晓冬,宋春艳,等.猴头菇工厂化栽培技术[J].食药菌,2017,25(3):156-158.
- [20] 何容,刘绍雄,李建英,等.猴头菇的生物学特性及几种栽培方式[J].食药菌,2020,28(1):57-61.
- [21] 靳伟.西北地区猴头菇栽培技术要点[J].食用菌,2008(6):43-44.
- [22] 刘喜文,常明昌,卢耀环.玉米芯人工栽培猴头的营养研究[J].华北农学报,1991,6(1):121-122.
- [23] 朱伶俐,李巧珍,吴迪,等.不同基质栽培的猴头菌子实体多糖理化性质和体外免疫活性[J].微生物学通报,2019,46(1):103-112.
- [24] 王贺祥.食用菌栽培学[M].北京:中国农业大学出版社,2008.

(下转第64页)



注:a为花序和花苞;b为成熟果实。  
图4 伯克利蓝莓的花序、花苞和成熟果实

## 2 在南京地区的适应性及栽培要点

### 2.1 适应性

4个蓝莓品种均于2016年引进,苗木为四年生盆栽大苗,种植于南京市溧水区江苏省中国科学院植物研究所白马蓝莓黑莓试验基地。该地土壤黏重,pH值5.5左右,起高垄种植,用草炭进行改良,在较好的肥水条件下进行管理。5年来,4个品种生长表现均较好,表现出了较好的适应性,且结果较好,株产量3~5 kg,果实品质好。说明这4个品种可以在南京及其周边地区适度推广种植。

### 2.2 栽培要点

4个蓝莓品种均可以采用嫩枝扦插或组织培养的方法进行扩繁。以秋季进入休眠期后至春季萌芽前定植为宜,通常选在1月初至3月上旬进行,种植行株距250~280 cm×150~160 cm<sup>[1]</sup>。追肥视蓝莓苗的生长状况而定,一般在3月下旬、4月底和8月各施肥一次,共追肥3次;也可以采用水溶性肥料,结合灌溉(滴灌或微喷灌)看苗施肥。同时,根据土壤墒情及时灌溉或排涝。修剪包括夏季修剪和冬季修剪。其中:夏季修剪为果后短截衰弱枝条和徒长枝条,疏除下垂枝等;冬季修剪是在夏季修剪的基础上,重点疏除过密枝,增加冠丛内部透光率等,提高蓝莓苗木品质。

(上接第57页)

[25] 徐振清,孟祥凤,姜久珍,等.灵芝高产栽培技术的五项改进[J].微生物学杂志,1994(2):74-75.

[26] 曾振基,古培总,陈东标,等.杂木屑栽培赤灵芝技术[J].中国食用菌,2004(3):41-42.

[27] 王爱仙,王怡暄,张润春,等.不同栽培配方对灵芝产量

(上接第59页)

中要轻装轻放,防止果实破损影响销售。

## 9 参考文献

[1] 梁文斌,蔡健,姚晓丽.设施甜瓜全程绿色栽培集成技术[J].农业科技通讯,2019(7):371-373.

[2] 曹明,杨小锋,米庆华,等.不同颜色棚膜对甜瓜生长及果实

## 3 参考文献

[1] 王小敏,吴文龙,闫连飞,等.蓝莓新品种‘寨选4号’[J].南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(3):225-226.

[2] SU X M,ZHANG J,WANG H Q,et al.Phenolic acid profiling, antioxidant, and anti-inflammatory activities, and miRNA regulation in the polyphenols of 16 blueberry samples from China[J].Molecules,2017,22(2):312-323.

[3] BROWN E,GILL C,STEWART D,et al.Lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea*L.) and blueberries (*Vaccinium corymbosum*) contain discrete epicatechin anthocyanin derivatives linked by ethyl bridges[J].Journal of Berry Research,2016,6(1):13-23.

[4] KANG J,THAKALI K M,JENSEN G S,et al.Phenolic acids of the two major blueberry species in the US market and their antioxidant and anti-inflammatory activities[J].Plant Foods for Human Nutrition,2015,70(1):56-62.

[5] 林玲娜.蓝莓贮藏保鲜技术研究综述[J].甘肃农业科技,2018(6):81-87.

[6] 周天昊,展进涛.江苏蓝莓产业发展问题及对策[J].江苏农村经济,2018(5):63-64.

[7] 杨海燕,姚蓓,董珊珊,等.南京地区北高丛蓝莓果实的品质分析与比较研究[J].中国南方果树,2018,47(2):106-109.

[8] 栾绍武,邓贵义.蓝莓‘达柔’高效栽培技术[J].中国园艺文摘,2018,34(3):207.

与品质的影响[J].中国食用菌,2021,40(2):23-27.

[28] 李艳芳,魏雅冬,张立伟,等.玉米芯栽培赤芝技术研究[J].陕西农业科学,2017,63(12):9-12.

[29] 韩嘉钰,魏巍,余梦瑶,等.不同栽培基质对灵芝基质营养物质及胞外酶活的影响[J].时珍国医国药,2016,27(3):715-719.

品质的影响[J].山东农业大学学报(自然科学版),2017,48(1):20-23.

[3] 任国翠,宋雪萍,李俊杰,等.不同肥料配施对甜瓜产量及品质的影响[J].农学学报,2017,7(10):30-33.

[4] 张文.棚室甜瓜病虫害综合防治技术[J].现代农业科技,2015(21):146.