

猪苓人工栽培技术研究进展

吴媛婷, 陈德育, 梁宗锁, 韩蕊莲

(西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:猪苓为我国珍贵的中药材, 菌核有利尿、抗癌等功效。随着我国中药产业快速发展对猪苓产品的需求量与日俱增, 加上野生资源匮乏, 市场上出现了供不应求的局面, 利用适宜生态条件发展猪苓生产有着广阔前景。现针对猪苓的生物学特性要求, 对猪苓的栽培环境、栽培方法与管理技术等方面的研究进展进行了综述, 提出了猪苓栽培存在的问题, 以期对猪苓栽培技术发展提供借鉴。

关键词:猪苓; 栽培环境; 栽培技术

中图分类号:S 567.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)18-0201-05

猪苓[*Polyporus umbellatus* (Pers.) Fries.] 属多孔菌科(Polyporaceae)猪苓(地花)属(*Polyporus*)^[1] 珍贵药材, 被誉为“药材乌金”^[2]。猪苓由生长于地下的菌核和地上的子实体组成。子实体又称“猪苓花”或“千层蘑菇”, 一般在7~9月份由2~3 a以上菌核从靠近地表土层发出, 幼嫩时可食用。地下菌核是稀有中药材, 多以野生品供应市场, 有利尿渗湿、通淋退肿、防老驻颜等功效^[1]。

近10 a来, 随着我国中药产业的快速发展, 以猪苓为原料的成品药不断开发, 特别是猪苓多糖的抗癌作用和防治肝炎作用被发现后, 对猪苓多糖的提取用量逐年增加, 导致产区过度采挖, 野生资源锐减, 猪苓供需矛盾尖锐, 被我国列为“三级保护的野生中药材”^[3]。由于人工伴栽的猪苓与野生猪苓在化学成分上无明显差异^[4], 使得利用山区适宜生态条件发展猪苓生产有着广阔前景。这不仅可以提供一定量的药用猪苓, 而且可以有效缓解野生猪苓资源的枯竭现象。因此, 现系统介绍猪苓人工栽培主要技术的进展状况及存在问题, 以期对猪苓人工栽培提供指导。

1 猪苓人工栽培的发展

早在20世纪70年代, 我国的一些中草药材生产厂就进行过人工种植猪苓的探索研究。1965年山西省药

材公司在古县海拔1 500 m的山区建立了猪苓试验场, 进行人工栽培猪苓研究。1968年甘肃陇南武都区的药场用采挖野生菌核埋在树下的方式进行了多次仿野生栽培试验, 但都未成功。此后, 在采挖野生猪苓的过程中, 更加留意野生猪苓生存状态和生活环境, 发现大多数野生猪苓菌核表面有蜜环菌索附殖, 且蜜环菌越多猪苓生长越旺盛。加之从天麻和蜜环菌的共生关系中得到启发, 1972年用带有蜜环菌菌索的菌材进行伴栽试验初获成功, 采取蜜环菌伴栽猪苓的人工栽培方法开始在全国有关猪苓的产区推广^[2]。1978~1990年中国科学院药用植物研究所徐锦堂教授在陕西省汉中的略阳、宁强等地开展猪苓人工栽培, 获得成功。20世纪80年代初, 徐锦堂等^[6]用蜜环菌菌材伴栽猪苓试验成功, 尤其在栽培穴中增放大量树叶后对提高猪苓产量起到很好的效果。20世纪80年代中期开展了猪苓半野生栽培技术, 随着研究技术的进展总结出一套较完整的猪苓半野生栽培方法, 并从理论上初步阐明了猪苓和蜜环菌的相互关系, 猪苓的半野生栽培逐渐推向生产。20世纪90年代以后, 广泛开展了人工栽培技术的研究, 形成适合不同地区推广的多种栽培模式。随着研究技术发展, 采用孢子有性栽培的试验获得成功, 但尚未大面积推广^[7]。21世纪初Guo等^[8]在野生猪苓菌核生长穴中首次分离出伴生菌, 表明伴生菌是菌核形成的关键因子。2005年至今, 梁宗锁等在陕西汉中的略阳、留坝等进行大规模的规范化栽培试验, 在菌种优选、菌核形成等研究方面积累了重要的研究资料^[9-13]。

2 猪苓生长的栽培环境

2.1 海拔、坡向与温度

猪苓喜凉爽湿润的森林环境, 对温度要求比较严格。当距地表5 cm深处温度升高到约10℃, 菌核开始

第一作者简介:吴媛婷(1987-), 女, 在读硕士, 研究方向为药用植物栽培。

责任作者:韩蕊莲(1962-), 女, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为中草药规范化栽培理论与技术。

基金项目:陕西省“13115”重大科技专项资助项目(2010ZDKG-109)。

收稿日期:2012-05-28

萌动^[1], 15~20℃时生长最适, 25~30℃菌丝停止生长进入短期休眠, 低于8℃又进入冬季休眠期^[14]。因此, 为猪苓生长创造适宜的温度环境, 对延长生长期、提高产量至关重要。

从一个地区温度的影响因素来看, 在大尺度范围内主要受热量带的影响, 在小尺度上主要与海拔、坡向变化有关。一般认为随海拔上升, 温度降低, 降雨量和湿度增加; 而在不同坡向上, 温度和土壤蒸发表现为阳坡>半阴半阳坡>阴坡, 这使得猪苓分布范围和产量在不同地区有着较大变动。李铜等^[14]、周大林等^[15]和许永华等^[16]对不同地区猪苓适宜分布海拔范围研究结果分别是1 200~1 600、800~1 200和2 700~3 400 m, 也说明了猪苓分布的海拔范围不是固定的, 最终决定于温度和水分条件。目前认为野生猪苓常分布于海拔1 000~2 000 m的山区, 以1 200~1 600 m地区生长较多, 且阳坡阴坡均有分布, 以半阴半阳的二阳坡生长最好。此外, 还有一些学者研究了猪苓分布对坡度的要求, 认为猪苓以20°~50°坡度分布较多, 超过50°的地方, 野生猪苓菌核常呈直线或斜线状分布^[17]。

2.2 土壤腐殖质与水分条件

猪苓是好气性真菌, 可在暗棕壤、黄棕壤、黄沙壤、黑沙土、沙壤土和黄土等多种土壤上生长, 但要求土壤湿润、疏松透气且腐殖质含量高。腐殖质深厚的土壤有充足且稳定的湿度, 是提高猪苓产量的关键。沙土虽透气性好, 有利于细菌对菌材的分解, 但有机质含量少, 保水保肥能力差, 易干旱。一般土壤含水量50%~60%最适宜猪苓生长, 土壤含水量低于30%时, 猪苓停止生长; 含水量长期处于饱和状态, 有可能引起猪苓菌核腐烂。在猪苓栽培中, 随土壤肥力增加猪苓产量有所提高^[6]。有研究表明林中火烧迹地处长猪苓, 菌核粗壮且个体大^[18], 弱酸性(pH值5.5~6.5)、富有机质、富矿质养分的土壤有助于猪苓药效的发挥^[19]。此外, 还有研究表明空气相对湿度65%~85%最适宜猪苓生长^[11]。

2.3 光照与郁闭度

猪苓菌丝可在完全无光的条件下健壮生长, 见光易衰老。在自然生长过程中菌核也隐生于土壤中不需阳光。但人工栽培猪苓最好有散射阳光^[20], 以利于提高地温, 延长生长期, 同时也有利于子实体形成。在林区, 随着林分郁闭度增加, 猪苓产量增加, 到0.7以上时产量开始下降^[6]。这主要由于郁闭度适宜的林分, 夏季林区荫凉湿润, 冬季能增加林内温度, 有利猪苓生长。但郁闭度过大会导致林内温度低于猪苓生长最适温度, 并影响枯枝落叶的分解, 进而对猪苓的产量形成不利。

2.4 伴栽植物

猪苓优质高产的关键是猪苓与蜜环菌和谐共生, 因此, 选地时必须考虑到猪苓赖以生存的植被条件。在自

然状态下, 猪苓主要生于阔叶林、针阔混交林、灌木林及竹林的林木树根周围, 并以次生小灌木薪炭林最适宜^[21]。这种林地土壤中有纵横交错的粗细树根, 并有取之不尽、用之不竭的落叶, 成为蜜环菌繁衍所需营养的来源。一般阔叶树都可用来培养蜜环菌, 寄生的树种主要有柞、桦、槭、橡、榆、杨、柳、枫、女贞子等, 但以木质坚实的壳斗科植物最好, 如槲栎、板栗等树种^[7]。另外, 椴木、桦木、枫相木等树种皮厚质良, 负载蜜环菌生长的营养丰富, 持久性强^[22]。

3 人工繁殖方法

3.1 无性繁殖

猪苓组织分离分为菌核分离和孢子分离, 以猪苓菌核为材料分离培养出新菌核(即猪苓)叫原体分离, 即无性繁殖或称营养繁殖。经过人工菌种分离和培养可以解决种源问题。菌核是猪苓的主要药用部位, 可以储存养分和抵抗不利的外界环境^[23]。在遇低温、干旱等不利自然环境时呈休眠状态, 待有了适宜的生活环境, 菌核的任何部位都能萌发出新菌丝。新菌丝缠绕在一起呈白色或淡黄色的头状叫苓头, 苓头是正生长的菌核, 苓头长大分叉, 此即无性繁殖。

3.2 有性繁殖

猪苓子实体顶生担孢子, 担孢子是子实体产生的有性孢子, 当孢子发育成熟后自动射出, 在适宜条件下, 萌发形成初生菌丝体。新生菌丝体经质配后产生双核的次生菌丝, 再生长发育成菌核, 此即猪苓的有性繁殖。研究表明人工诱导子实体可以培育出优良菌种^[24]。谭自春等^[25]试验证明有性繁殖栽培具有有生长周期短, 繁殖速度快, 成本低, 产量高的特点。

4 猪苓栽培技术与方法

4.1 种苓选择

种苓应选择生活力旺盛、弹性好、断面呈白色、鲜嫩不干浆、色泽鲜艳、表面凹凸不平多疤状的灰苓或黑苓, 幼嫩的白苓易霉烂, 不宜作种苓^[26]。种苓一般从离层处或细腰处掰开即可, 切忌刀切^[27]。用纯菌种栽培^[28]时挑选菌丝全部长满袋或瓶, 生长质密健壮, 达到成熟并有幼龄长出的菌种是最好的菌种。表面长有的猪苓小菌核刨去不用。

4.2 蜜环菌与猪苓生长

猪苓菌与蜜环菌的关系是一种寄生与反寄生的共生营养关系^[29]。猪苓在生长发育过程中, 从周围环境中吸收营养物质的量很少, 主要依靠吸收蜜环菌的代谢产物及蜜环菌侵染后期的菌丝体, 才能正常生长并萌发出新猪苓^[30]。用蜜环菌菌材伴栽猪苓时加入树叶, 猪苓产量会有所提高^[31]。因此, 蜜环菌材的培养在猪苓栽培中显得尤为重要。

4.3 猪苓栽培方法

4.3.1 菌材伴栽法 依高山阳、低山阴选址,高山浅坑,深15~20 cm,低山深坑,深30 cm,宽50~60 cm,长度依地而定。在林间须根处栽培,可开挖长沟栽培,填腐殖质土3~5 cm,菌材和段木以4~5 cm间距平行摆放,将苓种的小头朝上排放在菌材的菌索上和两端的断面附近,填细土并压实。菌材两边放入猪苓种,新段木处不放种苓。棒的空隙处覆细土填满压实,然后放入树枝,树枝必须单个平放,不能重叠,最后覆土10~15 cm,盖成龟背形以利排水。也可呈“井”字形栽培2层。

4.3.2 活树根栽法 选直径较粗根部土层深厚的适生树种,在距树干30 cm外挖开,露出侧根后沿根生长方向挖深20~30 cm,宽50 cm,长约1 m的种植坑,将侧根皮环剥3~5 cm使其停止向主干输送养分,侧根直径5 cm以上的砍一排鱼鳞口,坑底刨平后铺约10 cm湿枝叶层,上面再铺一层树叶,中间夹放蜜环菌种或菌枝,用土填实空隙,使其与树根下面相接。将猪苓种沿树根两侧下部紧靠摆放,摆完用土填平缝隙。蜜环菌生长具有兼性寄生的特点,即在分解枯枝落叶的同时,可寄生在活树根上。将猪苓种在活树根旁,活树根作猪苓的长效营养源,蜜环菌有作为猪苓的营养源,既可以降低成本,又可以提高产量。

4.3.3 固定菌床栽培法 在已培养好的菌床中栽培。一般在6~8月培养菌床,在野外挖长60 cm×宽50 cm×深30 cm的坑,在底部铺一层阔叶树的枯叶,在枯叶上摆放蜜环菌菌种菌材,棒间放菌枝2~3段,盖1层薄沙土,如法培养上层,然后盖土10 cm^[17]。挖开已培养好的蜜环菌菌床顶土取出上层,取出上层的菌棒,下层菌棒不动。

4.3.4 树棒打孔点苓种栽培法 树棒上用直径电钻打孔3~4行,孔深3 cm,孔间距10 cm,点入猪苓菌种,菌种要塞满孔,点种后覆盖发菌20~30 d后再下地栽培。坑深20 cm,坑底挖松整平,填放湿树叶,把点好种的棒放入坑内,棒间距5 cm,棒与棒之间填湿树叶,并在树叶上撒少许掰成0.5~1.0 cm大小的猪苓菌种,再放入树枝。然后在棒两头、两侧及树叶、树枝中间播蜜环菌种,用土将棒盖平。活树根下也可栽培,如能与猪苓菌核混栽则无空窝、效果好、产量高。

4.3.5 猪苓天麻混栽法 由于猪苓和天麻的栽培方式相似,都需要蜜环菌提供营养,可以用天麻和猪苓混栽。采取下栽猪苓上种天麻的栽培方式,底部放入菌材,下猪苓种后用培养料填充空隙,以同法再播1层,之后用培养料填至与地面平。上面再栽培2层天麻。猪苓与天麻混合栽培,可达到互调养分、减少天麻秋后烂麻、促成猪苓与天麻双丰收的效果。管理上注意基料含水保持在40%左右(每月喷水1次即可);温度15~25℃。此法栽培,天麻可每年采收1~2次,猪苓每2 a采收1次。

猪苓栽培栽培方法较多,目前多采用菌材伴栽法、活树根栽法、固定菌床栽培法、树棒打孔点苓种栽培法、菌材接苓种栽培法等^[32]。其中,以固定菌床栽培和活动菌材伴栽方法较好,接菌率高,春栽当年即可生长新苓^[7],但 these 方法普遍存在工作量较大,对资源或环境有一定程度损坏,大规模栽培存在局限性等问题。随着生物技术和现代科学技术的发展,为缩短猪苓生长周期、节约成本、提高产量及规模化生产提供了基础。愈志成^[33]研究了猪苓的营养液无土栽培方法,指出接种菌核成熟大体可分为菌核生长、菌核充实、核膜形成3个生长过程,并且该方法具有生长周期短、成本低、节约木柴等特点;而代料栽培法具有生产周期短、产量高、便于工厂化生产等优点^[20]。刘殿清等^[34]提出的室内箱栽法适合室内栽培猪苓。这些方法的提出,不仅为猪苓规模化栽培提供了技术支撑,而且将猪苓栽培范围由传统的山区扩展到平原、室内和庭院。此外,猪苓栽培时间^[35]、纯菌种脱毒技术^[36]等的发展,对提高猪苓栽培产量起到了积极的促进作用。

4.4 下种量

下种量科学是高产的一个重要环节。田飞等^[37]对影响猪苓产量因素的调查中显示,每5个菌棒下种量为500~750 g,随着下种量的增大,产量会增加。

4.5 猪苓栽培时间

猪苓与蜜环菌形成特殊的共生关系,二者习性相仿。当温度达到12℃以上时,二者开始萌发,达到14℃时猪苓及开始膨胀长大,蜜环菌进入正常生长代谢阶段。当温度高于26℃以上时,二者的生长均受抑制,进入高温休眠。一般在封冻前或翌年初春的解冻后进行人工栽培,此期温度不高,低温播种,蜜环菌菌丝易恢复,猪苓菌核伤口易愈合,杂菌不宜污染,栽培易获得成功。不同的地区不同的海拔高度由于封冻与解冻的时间不同栽培时间不同。

5 猪苓栽培管理技术及病虫害防治

5.1 猪苓栽后管理

5.1.1 温度管理 夏季遮荫降温对猪苓生长有很好的促进作用,林木覆盖度以50%~70%最好,在遮荫度不够的地方可采取搭建遮荫棚、控制杂草高度、覆盖杂草、树枝、树叶、秸秆等方式遮荫;温度超过30℃时适量引水浇灌也可起到降温效果;冬季气温较低,在栽培窝上覆盖15 cm左右的玉米秸秆、杂草或者树叶能起到保温的效果;在海拔较高的猪苓栽培区域,晚秋时在栽培窝或栽培沟的龟背形顶部加盖5~8 cm厚的腐殖质土,以保持地温。

5.1.2 水分管理 山坡林地夏季要采取人工割草或者使用低浓度的农药控制杂草的高度在30 cm以下以

减少杂草消耗土壤的水分和养分又可以起到遮荫的效果。在山坡上栽培时,使栽培窝表面有凹陷,以便尽量多的收集雨水;平地栽培应根据土质、地形以及季节合理确定栽培窝的凹凸,比如土壤偏沙性时,适当使之凹陷,土壤偏粘时,则应适当凸起防治积水。在雨季要确保排水渠通畅。

5.1.3 营养管理 由于猪苓生长周期长,栽培后应经常检查,发现菌核或菌材外露要及时覆土盖草,为蜜环菌增加营养供应。王瑞琴^[38]试验证明,在每年的5~7月份加施猪苓生长素兑水浇灌可增产30%。

5.2 病虫害的防治

猪苓生长过程中病害主要是霉菌和水浸病虫害,其中霉菌的危害最大。菌棒感染霉菌后可抑制猪苓菌核蜜环菌的生长,主要是由菌棒间有空洞造成,因此栽培时注意用土壤填平空隙。如菌材轻度感染霉菌及时刮除并暴晒1~2 d,感染严重的菌材立即挑出烧毁以防感染好棒,同时保证覆盖土壤不要带有杂菌。防治水浸病主要是及时排除积水,林荫过密要疏枝,增强阳光照射。也可用5%~20%石灰澄清物喷洒,或直接撒粉,也可与硫酸铜合用。

猪苓生长过程中虫害主要是菌材感染杂菌,蛴螬、鼯鼠等咬食菌材、蜜环菌和幼嫩的猪苓菌核造成减产^[39]。林地栽培时采用套种,每一生长周期结束后,换1次穴位,休穴2 a后再套种。这样既恢复了地力避免杂菌及摆脱蚂蚁大量繁殖积累,危害蜜环菌,又能使挖穴是斩断的细根更新,复壮,促进树木生长。对于蚂蚁和蛴螬可利用黑光灯或频振式杀虫灯诱杀成虫,也可安装防虫网。蚂蚁、蛴螬等虫害可用90%的敌百虫晶体1 000倍液在窝内喷洒防治,或者栽培时在土壤中使用鱼藤精伴细米糠1:1 000倍杀灭。对于防治鼠害,栽培前在窝内或沟内均匀撒放磷化铝。

6 讨论与展望

根据猪苓的生物学特性,在环境适宜地区进行人工栽培猪苓可部分缓解猪苓的需求压力,但人工栽培仍有很多问题亟待解决。

6.1 猪苓菌核形成机理尚不明确,由菌丝形成菌核是限制猪苓栽培业的瓶颈问题

猪苓栽培目前仍局限于用菌核栽培,不能由菌丝大量形成菌核在一定程度上制约了猪苓产业化发展。尽管郭顺星等^[40]报道用纯菌种培养获得了猪苓菌核,但新生菌核的营养来源、培养技术等问题还未解决,使用菌丝繁殖菌核的菌种栽培技术未能推广生产。樊莎^[41]研究了环境因子对菌核形成的影响,指出光照、低温刺激不是诱导菌核形成的条件,但适当范围内的温度变化可诱导猪苓菌核产生。邢晓科等^[42]研究了伴生菌对猪苓几种酶活性的影响,推测伴生菌与猪苓的营养互补可

能为猪苓提供菌核形成的相关物质,从而有利于菌核的形成,伴生菌是猪苓分化菌丝形成菌核的重要调控因子。但伴生菌对猪苓菌核形成促进作用的机理仍不清楚,限制了伴生菌在猪苓栽培中的应用。因此,研究伴生菌对猪苓菌核形成的作用机理,能为猪苓菌种栽培技术优化奠定基础。

6.2 栽培环境控制技术有待进一步发展

尽管猪苓栽培中对水分、营养、病虫害防治等方面的技术比较成熟,形成了较为成熟的栽培方法和栽后管理措施,并将猪苓栽培范围由山区扩展到平地 and 房前屋后。但夏季作为猪苓生长的高峰季节,而高温往往是限制猪苓生长的关键因子。目前,人工栽培采用遮荫或引水浇灌降低温度,不能有效地控制温度,引水浇灌容易使土壤湿度过高造成菌核腐烂。因此猪苓栽培中的环境控制技术,尤其是温度控制技术仍是关键。

6.3 猪苓与蜜环菌的共生机制有待进一步研究

细胞学研究表明猪苓和蜜环菌可相互侵染,形成一种特殊的共生关系。蜜环菌为猪苓的生长发育提供了营养,对猪苓菌核生长起到决定性作用。邱鹏程等^[13]的研究表明,不同来源的蜜环菌对猪苓菌丝生长的促进作用有较大差异。因此,研究蜜环菌与猪苓的共生机制,筛选适合不同地区栽培的蜜环菌与猪苓的最优搭配,对提高猪苓产量的应用前景广阔。

参考文献

- [1] 许广波,傅伟杰,赵旭奎.我国猪苓研究的进展[J].菌物研究,2003,1(1):58-61.
- [2] 张志刚,杨权社,杨金梅.陇南猪苓规范化栽培技术[J].食用菌,2011(2):42.
- [3] 张常青,孙正祥,章松柏.猪苓栽培模式探析[J].现代农业科技,2010(21):154-155.
- [4] 杨春华.充分利用适宜的山区生态条件发展猪苓产业[J].河北农业科学,2011,15(7):91.
- [5] 李承志.猪苓生态环境及生物学特性的调查研究初报[J].中药材科技,1983(3):7-11.
- [6] 徐锦堂,郭顺星,肖根培.猪苓生物学特性的研究进展[J].中国药学杂志,1996,21(9):515.
- [7] 柳玲玲,秦松,朱国胜,等.猪苓与蜜环菌共生体系的研究进展[J].湖北农业科学,2012,51(4):16-20.
- [8] Guo X X, Wang Q Y, Zhang W Y, et al. Discovery and Application of the Companion Fungus Related to Sclerotial Formation from Hyphae of *Gri-fola umbellata* [J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(10): 1151-1154.
- [9] Zhang Y J, Fan S, Liang Z S, et al. Mycelial growth and polysaccharide content of *Polyporus umbellatus* [J]. Journal of Medical Plants Research, 2010, 4(18): 1847-1852.
- [10] 李萍,梁宗锁,陈德育,等.猪苓菌丝菌核的显微结构及其多糖含量研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(6):226-230.
- [11] 周元,梁宗锁,段琦梅.不同来源的猪苓菌株菌丝生物学特性比较[J].微生物学杂志,2008,28(6):20-24.
- [12] 周元,梁宗锁.猪苓发酵菌丝胞内多糖提取工艺研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(6):227-235,242.

- [13] 邱鹏程,梁宗锁.猪苓菌丝生长的伴栽菌种选择[J].安徽农业科学,2008,36(33):14602,14608.
- [14] 李铜,韩向宁,吕飞,等.秦岭北麓猪苓无性栽培技术[J].西北园艺,2010(7):40-41.
- [15] 周大林,杨长群,衡永,等.伏牛山猪苓人工栽培的试验研究[J].林业科技开发,2004,18(1):51-53.
- [16] 许永华,陈晓林,金永善,等.北方栽培猪苓技术[J].人参研究,2009(3):33-35.
- [17] 廖伟坤,邱诗平,曾其华.林区半野生猪苓栽培技术[J].致富天地,2010(7):28.
- [18] 许广波,傅伟杰,石铁源,等.黄泥河林区野生猪苓产地生态及资源状况[J].北华大学学报(自然科学版),2002,3(1):73-75.
- [19] 罗英,李梁.猪苓生长的土壤条件研究[J].核农学报,2002,16(2):115-118.
- [20] 张立臣,张国荣.猪苓菌种的栽培方法[J].人参研究,2006(3):40.
- [21] 廖伟坤.半野生猪苓管理技术[J].农村实用技术,2010(11):41.
- [22] 田茂林,蒋金池.猪苓栽培技术[J].中国食用菌,1998,17(1):22.
- [23] 舒乃辉,舒乃东.药用植物猪苓人工培植技术[J].现代农业科技,2008(15):73-74.
- [24] 周莉英,王西芳,赵萌,等.猪苓子实体培育猪苓菌丝的环境因素研究[J].辽宁中医杂志,2010,37(9):188-190.
- [25] 谭自春,陶长友.猪苓有性繁殖栽培技术[J].中国食用菌,2005,24(1):32-33.
- [26] 张世.秦岭高海拔地区猪苓人工栽培技术[J].食用菌,2003(6):33.
- [27] 陈文强,邓百万,刘开,等.中低海拔地区猪苓人工栽培技术[J].江苏农业科学,2007(4):167-169.
- [28] 赵红兵,韩向宁,苟答利,等.猪苓纯菌种生产种苓技术[J].食用菌,2011(1):44.
- [29] 张长青,章松柏,鲁红学,等.猪苓菌培养特性研究进展[J].现代农业科技,2009(20):105-107.
- [30] 兰进,徐锦堂,李京淑.应用同位素示踪法研究猪苓第二营养源[J].中国药学杂志,1994,29(7):394-396.
- [31] 李世权.猪苓人工栽培技术的研究[J].中药材科技,1981(4):2.
- [32] 王丽娥,李利军,马齐,等.猪苓栽培技术现状与产业发展对策[J].食用菌,2008(4):4-5.
- [33] 愈志成.猪苓菌种的制作与栽培加工技术[J].农村科技开发,1997(2):8.
- [34] 刘殿清,常承龙,刘瑰琦,等.猪苓室内箱栽试验初报[J].中国林副特产,1999(1):19.
- [35] 杨春华,付士龙,于有功.猪苓半野生人工伴栽技术[J].中国食用菌,2010,29(5):63-65.
- [36] 于明忠.脱毒猪苓高产技术[J].中国供销商情,2005(2):2.
- [37] 田飞,曹晓燕,王喆之,等.影响猪苓产量因素的调查研究[J].陕西农业科学,2010(2):108-111.
- [38] 王瑞琴.猪苓野生驯化栽培[J].特种经济动植物,2008(7):36.
- [39] 田飞,王喆之.猪苓栽培的田间管理[J].陕西农业科学,2011(4):257-259.
- [40] Guo S X, Wang Q Y, Zhuang W Y, et al. Discovery and Application of the Companion Fungus Related to Sclerotial Formation from Hyphae of *Gri-fola umbellata* [J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(10): 1151-1154.
- [41] 樊莎.猪苓种质资源的评价及菌核形成初探[D].杨凌:西北农林科技大学,2010.
- [42] 邢晓科,郭顺星.伴生菌对猪苓几种酶活性的影响[J].中国中药杂志,2004,29(4):310-313.

Study Advances on Cultivation Technology of *Polyporus umbellatus*

WU Yuan-ting, CHEN De-yu, LIANG Zong-suo, HAN Rui-lian

(College of Life Science, Northwest Sci-tech University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: *Polyporus umbellatus* is one of the precious medical fungi, with sclerotia used as a diuretic agent and antidote in China for many years. With fast growing of the Chinese medicine industry and depletion of wild sources, market demand of *Polyporus umbellatus* product is increasing. Therefore, the development of *P. umbellatus* has broad prospects by using suitable ecological conditions. The research progress on environment, method and management technique of culturing *P. umbellatus* according to its biological characteristics were discussed, and some existing problems in cultivation of *P. umbellatus* were put forward. This could provide a reference for development of cultivation techniques of *P. umbellatus*.

Key words: *Polyporus umbellatus*; current situation of cultivation; cultivation methods