



黄美仙,岑燕霞,孙朋,等. 大球盖菇研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2021(12):124-129.

大球盖菇研究进展

黄美仙,岑燕霞,孙朋,粟晓微,平静云,杨楚楚,韦杰玉,戴航

(广西中医药大学药学院,广西南宁530200)

摘要:为进一步挖掘大球盖菇的药用价值,本文从大球盖菇的生长条件、栽培方式、化学成分、药理作用方面进行了综述,进一步提出了大球盖菇今后可从种植、生产、药理药效及应用研究多角度开发,将大球盖菇开发成保健食品和药品,充分开发其明显的药用价值的展望。

关键词:大球盖菇;化学成分;药理作用;栽培方式;质量标准

大球盖菇是球盖菇科(*Strophariaceae*),球盖菇属(*Stropharia*)的一种药食兼用的食用菌,含有丰富的营养成分,包括蛋白质、维生素、氨基酸、多糖、牛磺酸、矿物质、抗氧化物质。别名为皱球盖菇、裴氏球盖菇、酒红色球盖菇等。大球盖菇原产于美国,由上海食用菌研究所将其引进国内,由福建研究所进行推广,其后在我国西南地区得到广泛种植^[1-3]。大球盖菇色泽艳丽、食味清香,菇质爽脆,对人体的多种疾病具有改善与治疗功效,在食用菌类中具有“素中之荤”的美称^[4-5]。大球盖菇栽培方式简便,栽培原料广泛,抗逆力强,栽培成功率高^[6-7]。大球盖菇生长所需养料主要为碳源、氮源以及矿物质,碳源主要为淀粉葡萄糖、蔗糖、甘露醇、山梨醇、麦芽糖和乳糖其中最适碳源为蔗糖,最佳氮源为硫酸^[8-9]。近年来研究发现,大球盖菇在抗氧化、抗疲劳、抗肿瘤、降血糖、抑菌等方面作用显著,受到国内外众多学者的关注。本文对近十年来大球盖菇在种植、化学成分、药理作用及质量标准分析等方面的文献报道进行综述,旨在揭示其药用价值潜力,并对其应用前景进行展望。

1 生长条件分析

1.1 温度

温度对大球盖菇的生长有很大的影响,有研

究报道称大球盖菇在温度为3~35℃均能生长,适宜温度为22~27℃,菌丝生长温度为23~27℃,最适子实体生长温度为14~25℃^[10-11]。李正鹏等^[7]研究发现室温栽培大球盖菇时要控制室温在16~17℃,料温控制在20~21℃。王玲玉等^[12]研究发现大球盖菇发菌期应控制温度在25℃以下;林下出菇期应控制温度在10~25℃,若温度低于3℃、高于30℃则不能正常出菇。温度对大球盖的生长有显著的影响,普通菌株生长的温度范围为3~35℃。

1.2 湿度与pH

大球盖菇生长需要合适的湿度与pH,周学政等^[13]研究表明培养料水分含量对大球盖菇的生长有直接影响,原基分化菇蕾形成的空气湿度需保持在空气相对湿度90%~95%,菌丝体生长培养料含水量宜在65%~70%,子实体生长需要的空气湿度在85%~95%为宜。大球盖菇生长的pH范围为4~11,播种时用生石灰调节pH至7.5,pH5~8菌丝生长速度最快最健硕^[14-15]。大球盖菇生长需要适宜的水分湿度和pH。

1.3 光照

菌丝生长不需要光照,但子实体生长发育过程需要散射光。刘胜贵等^[16]研究报道,大球盖菇在完全黑暗条件下不能形成子实体;在40W光照下能形成子实体,而部分菇体出现干枯死亡,散射光下子实体能够分化与发育。王玲玉等^[11]认为大球盖菇出菇期需要200~500lx的散射光,子实体生长需要50%~80%的遮荫度。综上,光照也是影响大球盖菇生长的重要因素之一,要培养出优质高产的大球盖菇应控制好光照条件。

1.4 空气

大球盖菇是一种好气真菌,空气中含氧量可影响大球盖菇菌丝生长发育及子实体的形成。大

收稿日期:2021-09-30

基金项目:广西中医药大学科技处项目“广西特色菌类抗疲劳作用物质基础研究”(XP019085);广西高校重点实验室建设专项(J14018);广西中医药大学大学生科研训练课题(2018DXS10)。

第一作者:黄美仙(1996-),女,硕士研究生,从事中药化学成分研究。E-mail:1793077132@qq.com。

通信作者:戴航(1974-),女,硕士,副教授,从事中药活性成分、质量控制研究、新药开发研究及结构修饰研究。E-mail:505210730@qq.com。

球盖菇在发菌阶段对氧气的要求不太严格,二氧化碳含量可以达到 2%,但出菇期二氧化碳含量应控制低于 0.15%。新鲜空气可使菌丝和子实体快速生长,在子实体生长期,大棚内若通风不良,会导致菇柄变长、品质下降^[13,17]。

2 栽培技术分析

2.1 栽培场地

传统的栽培模式主要有露地栽培、林下栽培、暖棚栽培,新型栽培模式有畦式栽培、波浪式栽培、层架式立体栽培,这几种栽培模式的经济效益都比较可观,目前普遍使用的栽培方式为畦式栽培^[18]。栽培场地应选择周围无工业污染、无化粪池、厕所等污染源、无大型禽畜养殖场、水源干净、方便排水、土质肥沃、使用前进行杀菌处理^[13,18-19]。林地栽培时覆土材料为林地土:草炭土 50%:50%,这个条件下的菌丝生长快,出菇早,产量高,质量好,经济效益高^[20]。

2.2 栽培时间

大球盖菇最佳栽培时间在水稻收获稻草晒干后播种较好(9—11月),从播种、出菇至收获结束需 120~180 d。大球盖菇若在秋季收稻后立即播种可赶在春节前后出菇,若播种时间推迟到 10 月底则出菇时间可推迟到春节以后。从播种到采收结束一般持续 150 d 左右。若在东北地区可进行反季节栽培,夏季栽培大球盖菇可采用人工降温,这样可实现春夏秋三季高产菇^[21-23]。

2.3 栽培料处理与播种

大球盖菇栽培原料为农作物秸秆、食用菌菌糠、果树枝条等农林副产物,农作物秸秆包括稻草、玉米、小麦、谷壳等^[24]。贺伟强等^[25]研究玉米轮作栽培技术中选用的配方为玉米秸秆 70%、稻草 30%,加入适量生石灰。每天洒水 15~30 min,连喷 3 d,中间翻料 1~2 次。播种时原料含水量达到 65%左右。

食用菌菌糠是食用菌产业的副产物,但长期以来被当成废弃物处理,对自然生态环境造成了严重的破坏,而用菌糠栽培大球盖菇效益明显^[24]。刘福阳等^[24]用海鲜菇菌糠、稻草、谷壳栽培大球盖菇,加 30%海鲜菇菌糠。采用梅花式穴播,用稻田土覆盖培养料,然后覆盖稻草。添加 30%海鲜菇菌糠的菌丝长势最好,速度也最快,大球盖菇的产量和生物学效率最高,效益显著。

果树枝条栽培大球盖菇,可使林业副产物得

到循环利用,提高资源有效利用率,减少资源浪费,同时保护生态环境^[26]。柳丽萍等^[27]用桑枝添加麸糠栽培大球盖菇,桑枝比例为 80%,效果最好,鲜菇产量为 42 749 kg·hm⁻²,子实体中的粗蛋白、多糖和粗脂肪等营养成分丰富,与纯桑枝和桑枝的混合基质相比,菌丝生长速度较慢。

使用农作物秸秆为基质来栽培可以减少焚烧带来的空气污染;使用食用菌菌糠为基质栽培大球盖菇不仅可以变废为宝,还可以减少对自然环境的破坏;采用轮作种植的方式和果树枝条原料栽培不仅提高土地的利用效率,还可以减少资源的浪费。这几种栽培方式虽然可以降低培养原料成本,但也需要对培养料进行淋湿再沥水、建堆、翻堆、再发酵等处理,用工繁杂耗时、成本高。

2.4 发菌期管理

在发菌期应控制好温度及湿度,发菌时料温宜低不宜高,否则容易烧坏菌丝。张离湘等^[28]研究表明影响大球盖菇菌丝和子实体生长的重要因素是温度与湿度。因此,播种后 20 d 内,尽量少喷水或不喷水,待菌种生长到培养料的 1/2 时适当喷水。培养原料水分含量在 60%~65%为宜,栽培场地的湿度应为 60%~80%。播种之后应根据天气变化调整栽培场地的湿度和温度。

2.5 出菇管理

大球盖菇出菇应注意保湿和通风换气,暖棚栽培出菇期间要求菇棚内空气相对湿度 90%~95%,出菇高潮期要保持覆土层湿度。同时要注意排水通畅,适当调节光照时间及喷水时间采菇时用拇指、食指和中指抓住菇柄下部,轻扭,松动后再向上拔。露地栽培或林下栽培大球盖菇出菇期要注意土层表面湿度,若土层干燥可适当补水,坚持少喷勤喷原则,确保土层有水分即可。基料温度要控制在 18~22℃^[29-30]。

3 化学成分分析

3.1 多糖类

大球盖菇多糖因具有多种药理作用而引起人们在抗肿瘤、抗衰老、抗病毒、抗炎、抗溃疡、降血糖、降血脂、抗凝血及提高免疫功能等方面的关注^[31]。研究报道大球盖菇菇柄和菇盖中均含有多糖,包含甘露糖、核糖、鼠李糖、葡萄糖、木糖、阿拉伯糖和果糖^[32-33]。陈君琛等^[34]发现大球盖菇多糖水溶性多糖类物质的分子质量分布于 22 kD 附近;该多糖同时存在 α 和 β 糖苷键,以吡喃糖为

主,由 5 种单糖构成,其中包括 D-果糖、D-葡萄糖和 D-木糖。蒋琳^[35]对大球盖菇多糖进行分离纯化,分子量为 13 281 Da,其由半乳糖和葡萄糖以 3:1 的比例构成,(1→6)- α -D-吡喃半乳糖和(1→6,2)- α -D-吡喃半乳糖作为主链,2-O 上连接 1 个(1→6,4)- β -D-吡喃葡萄糖的侧链,侧链葡萄糖 4-O 和 6-O 分别连接一个 2- α -D-葡萄糖。大球盖菇多糖的最佳提取条件为提取温度 82 °C 在 pH9,提取时间为 60 min,温度为 80 °C,液料比为 60 mL·g⁻¹的大球盖菇多糖提取的最佳条件,大球盖菇多糖的提取得率最高达 8.12%^[32,36]。

3.2 黄酮类

黄酮类化合物广泛存在于中草药中,具有广泛的药理作用,如抗癌、保护肾脏、营养作用、保护心血管、抗辐射、抗炎、镇痛、解热及护肝等作用^[37]。Yan^[38]从大球盖菇中分离得到黄酮类化合物。陈君琛等^[39]采用正交试验法对大球盖菇进行提取发现其中含有黄酮类化合物。另有研究报道显示大球盖菇黄酮的最佳提取方法为乙醇浓度 30%,料液比 1:15(g:mL),超声功率 120 W,时间 1 h,得到总黄酮的提取率为 1.138%^[40]。

3.3 酚类

植物多酚有独特生理功能和药物活性,具有抗氧化、降压、抗癌等保健作用^[41]。大球盖菇酚类物质的提取方法主要有醇提法、超声波提取法、微波提取法,醇提法最佳提取条件为 30%乙醇-水混合溶液,1:20 的料液比,70 °C 水浴浸提 1 次,每次 1 h,大球盖菇酚得率为 11%。超声波提取法最佳提取条件为 30%的乙醇-水混合溶液,1:20 的料液比,提取时间为 6 min,提取温度为 60 °C,提取功率为 240 W,大球盖菇的酚得率为 6.71%。微波法最佳提取条件为以 1:20 的料液比加入 35%乙醇,在 640 W 的微波功率下提取 2.5 min,大球盖菇的酚得率 5.319%^[33]。研究报道大球盖菇菇柄中酚类物质含量为 0.33%,菇盖中为 0.27%^[42]。

3.4 甾醇类

甾醇类化合物具有一定的药理活性,它不仅能改善血清胆固醇、血清甘油三酯、血清脂蛋白及肝胆固醇异常,还能抑制动脉壁的脂质沉着。尤其是 β -谷甾醇具有降低血液中胆固醇含量、止咳、消炎、抗癌等药理作用。临床上已用于降血脂,治疗慢性支气管炎,皮肤溃疡等^[43]。Yan 等^[38]通

过植物化学方法研究了 6 个甾醇、一个甾体皂苷。另有研究发现新的甾醇骨架,并从大球盖菇中分离出 2 种新甾醇(C₂₈H₄₄O₄ 和 C₃₀H₅₀O₃) 和 9 种活性化合物^[44-45]。

3.5 其他类

研究报道称大球盖菇中还含有脂肪酸、烷烃、神经酰胺、酯、嘧啶、维生素等物质。其氨基酸组成及总含量与香菇基本一致,其中鲜味氨基酸含量较高,约占总量的 50%。还有研究表明与香菇和平菇相比,大球盖菇中占比最大的粗蛋白、氨基酸总量分别比香菇和平菇高 35.4%、52.7% 和 21.3%、45.6%;占比较小的粗脂肪、粗多糖、总黄酮、粗纤维、矿质元素则总体持平或略低。大球盖菇中的氨基酸包括含有缬氨酸、谷氨酸、天冬氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸和苏氨酸等 18 种氨基酸,菇盖和菇柄中总氨基酸百分含量分别为 17.51% 和 6.67%,包含了人体所需的 8 种必需氨基酸^[38,46-48]。

4 药理作用分析

4.1 抗疲劳作用

大球盖菇具有明显的抗疲劳作用,鄢庆祥等^[49]研究发现大球盖菇氯仿提取物具有抗疲劳作用,其氯仿萃取物可提高 52.93% 的小鼠负重力竭游泳时间,LDH 和 SOD 活力也明显提高,肌肉组织与肝脏中糖原含量也提升,小鼠体内 LG 含量达(11.10±1.41)mg·g⁻¹,运动后 BUN、LA、CK、MDA 水平都不同程度下降,小鼠肝脏中 MDA 含量与空白对照组相比下降 17.58%。

4.2 抗氧化作用

大球盖菇多糖、大球盖菇黄酮、大球盖菇酚具有显著的抗氧化作用,这使大球盖菇具有开发成为抗衰老保健产品的潜力。研究报道称大球盖菇多糖(SRP)具有显著的抗氧化作用,能有效清除体外超氧阴离子自由基和羟自由基使肝的 SOD、Mn-SOD、CuZn-SOD 活性及 GSH-Px 活性均得到了有效改善。王晓伟等^[50]研究大球盖菇提取物(SRE)对 CCl₄ 所致急性肝损伤小鼠的肝和主要脏器的氧化损伤具有较好的保护作用。王峰等^[51]研究发现大球盖菇多糖(SRP)可以提高血液中的 SOD 活力,降低 MDA 含量,升高谷胱甘肽过氧化物酶(GPx)和总抗氧化能力(TAOC)。高剂量的 SRP 对 D-半乳糖氧化损伤具有较好的修复作用^[52-53]。通过大孔吸附树脂和离子交换

色谱法分离并纯化得到大球盖菇多糖 SRP-1 和 SRP-2。并发现该多糖对 $\text{ABTS}^+\cdot$ 、 $\text{DPPH}\cdot$ 和 $\cdot\text{OH}$ 自由基具有抗氧化活性。其 SRP-2 的抗氧化能力强于 SRP-1^[54]。大球盖菇酚具有一定的抗氧化活性,大球盖菇酚对 $\cdot\text{OH}$ 自由基和 $\cdot\text{O}^{2-}$ 自由基具有一定的清除能力;在浓度相同的情况下,大球盖菇,对 $\cdot\text{OH}$ 自由基的清除能力强于对照组维生素 C,同时对 $\cdot\text{O}^{2-}$ 自由基的清除能力也强于维生素 C^[55]。大球盖菇蛋白有一定的抗氧化性。大球盖菇蛋白对 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼 ($\text{DPPH}\cdot$) 自由基,羟自由基 ($\cdot\text{OH}$) 有一定的清除能力,清除自由基的半抑制浓度 (IC_{50}) 分别为 $2.683 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ^[56]。以上结果表明,大球盖菇具有显著的抗氧化性,发挥抗氧化性的物质主要为大球盖菇多糖类、黄酮类、酚类及大球盖菇蛋白。具有开发成抗氧化、抗衰老保健产品的强大潜力。

4.3 抗肿瘤作用和免疫作用

大球盖菇具有抗肿瘤作用、免疫作用。蒋琳^[57]从大球盖菇中分离出大球盖菇多糖 (SR-1),其质量浓度在 $2.5\sim 20.0 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,对 CT26WT 结肠癌细胞和 MFC 胃癌细胞均存在极显著的抑制作用,但抑制程度各不相同。当 SR-1 在质量浓度为 $10 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,对两种癌细胞抑制作用最强,还能显著抑制 S180 细胞增殖。SR-1 还具有免疫活性,质量浓度在 $2.5\sim 20.0 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 范围内,SR-1 能显著地刺激 T 淋巴细胞、B 淋巴细胞和 RAW264.7 细胞增殖,并能提高 RAW264.7 细胞的吞噬活性。SR-1 还能促进 B 淋巴细胞分泌抗体 IgA、IgD 和 IgG 以增强机体免疫力。此外,还有研究显示大球盖菇胞外多糖 also 具有很强的抗肿瘤活性^[58]。Kim 等^[59]从大球盖菇中分离得到的组分可以增加腹膜渗出细胞,包括巨噬细胞、淋巴细胞和多形核白细胞,对植入 ICR 小鼠的肉瘤 180 细胞具有抗肿瘤作用。大球盖菇分离出的凝集素可以通过诱导细胞凋亡发挥抗肿瘤作用,其新型凝集素 (SRL) 对肝癌 Hep G2 细胞和白血病 L1210 细胞均具有抗增殖活性。SRL-1 也可以抑制 HIV-1 逆转录酶的活性。大球盖菇中的凝集素可以通过诱导细胞凋亡发挥抗肿瘤作用^[60-61]。以上研究结果表明,大球盖菇通过抑制癌细胞生长、诱导细胞凋亡等途径来发挥抗肿瘤作用;通过刺激免疫细胞增殖,促进免疫细胞分泌抗体发挥免疫作用。

4.4 降血糖和降血脂作用

高血糖会严重危害患者的身体健康和生活质量,大球盖菇提取物能有效地清除自由基,对糖尿病有较好的降血糖、改善糖耐量作用,并有一定的降血脂作用^[62]。研究报道称大球盖菇多糖具有降血糖的作用,其液体培养胞外多糖可以降低由链脲佐菌素致糖尿病大鼠血糖、总胆固醇、甘油三酯含量和天冬氨酸转氨酶活性,因而具有降血糖作用,其多糖具有降低链脲佐菌素致糖尿病大鼠血糖作用,还具有降血脂的功效^[63-64]。

4.5 抑菌作用

大球盖菇提取物具有显著的抑菌作用。段永刚^[55]研究发现 4% 的大球盖菇黄酮类化合物对大肠杆菌、青霉菌有抑制作用;20 和 $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的大球盖菇提取液只对大肠杆菌有抑制作用,对青霉菌没有抑制作用,大球盖菇黄酮类化合物对大肠杆菌的抑制作用要强于对青霉菌的抑制作用。研究报道称大球盖菇多糖具有一定的体外抑菌功能,当其胞外多糖质量浓度为 $25 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌 3 种细菌的抑菌率均在 90% 以上^[65-67]。此外,还有研究发现从大球盖菇中分离出甾醇具有很强的抗真菌活性^[68]。

5 问题与展望

本文对大球盖菇的栽培及药用价值研究进行了全面系统地探讨,在栽培方面,大球盖菇的栽培技术已十分成熟,且栽培方法多样;在提取分离化学成分方面,目前对其研究还不够系统全面;在药理作用分析方面,虽然大球盖菇抗氧化、抗肿瘤、抗疲劳、降血糖、抑菌等作用被发现,但发挥作用的物质基础还不够明确;在质量标准控制方面,大球盖菇在《中国药典》没有被收录,其相关的质量标准没有相应的含量测定指标及方法。目前大球盖菇还没有有效可控的质量标准,临床用药的安全性、有效性等得不到保障。

从以上方面来看,目前大球盖菇的研究取得了突破性的进展,但是在发挥药理作用的物质基础、药理作用的机制及质量控制标准这几个方面仍凸显出不足,今后可以从大球盖菇种植、生产、药理药效及其质量标准研究等多角度开发,以期将大球盖菇开发成保健食品和药品,充分开发其明显的药用价值。

参考文献:

- [1] 邓静琳,蒋维,赵利晖,等. 食用菌新品种新技术的试验示范[J]. 吉林农业,2019(17):82-83.
- [2] 黄年来. 大球盖菇的分类地位和特征特性[J]. 食用菌,1995(6):11.
- [3] 王晓炜,詹巍,陶明煊,等. 大球盖菇营养成分、抗氧化活性物质分析[J]. 食用菌,2007(6):62-63.
- [4] 颜淑婉. 大球盖菇的生物学特性[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2002(3):401-403.
- [5] 周健夫. 稻草栽培大球盖菇新技术(上)[J]. 湖南农业,2019(9):15.
- [6] 白瑞贤,秦燕,康虎,等. 小麦套种大球盖菇沃土技术研究[J]. 耕作与栽培,2019,39(6):48-50.
- [7] 李正鹏,李玉,周峰,等. 大球盖菇工厂化栽培技术[J]. 食用菌,2018,40(5):49-50.
- [8] 张琪林,王红. 大球盖菇液体培养碳氮营养源研究[J]. 食用菌,2002(1):6.
- [9] 张琪林,王红. 大球盖菇液体培养生育条件研究[J]. 农业与技术,2008(1):46-49.
- [10] 李星,谌金吾,王正文,等. 贵州黔东南州林下阳畦露地栽培大球盖菇技术[J]. 食用菌,2020,42(3):50-51.
- [11] 王玲玉,韩益飞,等. 林下种植大球盖菇试验初报[J]. 中国食用菌,2019,38(5):106-108.
- [12] 于延申,王月,王隆洋,等. 大球盖菇栽培生产技术[J]. 吉林蔬菜,2018(3):41-44.
- [13] 周学政. 林下大球盖菇安全优质生产流程[N]. 山东科技报,2020-05-20(4).
- [14] 黄清荣,姜华,钟旭生,等. 不同浓度葡萄糖、酵母粉对大球盖菇深层培养的影响[J]. 食用菌,2005(4):13-15.
- [15] 李克彬,王昌付,周刚,等. 大球盖菇轻简化高效栽培技术[J]. 食药用菌,2018,26(6):388-390.
- [16] 王红,张琪林. 大球盖菇液体培养胞外酶初步测定[J]. 食用菌,2003(2):8-9.
- [17] 刘二冬. 大球盖菇大棚生料高产栽培技术[J]. 食用菌,2019,41(4):55-56.
- [18] 霍捷,王卫平,滑帆,等. 大球盖菇栽培模式研究进展与发展方向探讨[J]. 中国食用菌,2020,39(2):35-38.
- [19] 郭惠东,田京江,任鹏飞,等. 北方地区秸秆轻简化栽培大球盖菇关键技术[J]. 食用菌,2019,41(3):52-53,61.
- [20] 李丽君,曹乐梅,刘浩宇,等. 我国北方大球盖菇林地栽培覆土试验研究[J]. 山东农业科学,2019,51(3):58-61.
- [21] 胡万金. 大球盖菇生料栽培技术[J]. 西北园艺(综合),2018(6):42-43.
- [22] 李正荣. 大球盖菇生料栽培方法[N]. 楚雄日报(汉),2016-11-15(4).
- [23] 李文光. 试述赤松茸产业化生产[J]. 防护林科技,2017(11):100-101,124.
- [24] 石燕,邓海平,刘贺贺,等. 不同基质栽培大球盖菇研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2019(12):148-150.
- [25] 贺伟强,盛瀛,陈凌,等. 大球盖菇-玉米轮作栽培技术[J]. 食药用菌,2019,27(2):143-145.
- [26] 刘福阳,巫仁高,王爱仙,等. 海鲜菇菌渣栽培大球盖菇配方试验[J]. 食用菌,2015,37(4):32-33.
- [27] 柳丽萍,钱文春,占鹏飞,等. 桑园露地大球盖菇栽培技术试验初报[J]. 蚕桑通报,2016,47(4):37-39.
- [28] 张漓湘,张赅苒,李月胜. 大兴安岭地区大球盖菇林下栽培管理[J]. 特种经济动植物,2020,23(3):30-32.
- [29] 谭爱华. 利用农作物秸秆栽培大球盖菇技术要点[J]. 食用菌,2018,40(4):51-52.
- [30] 沈少华,魏云辉,陈艳芳,等. 大球盖菇冬闲田轻筒栽培技术[J]. 食用菌,2019,41(1):52-53.
- [31] 邓小云,丁登峰,戴美红,等. 植物多糖药理作用研究进展[J]. 中医药导报,2006,12(9):86-88.
- [32] 王米雪,圣志存,陈晓兰. 大球盖菇发酵菌丝体多糖提取条件优化与结构分析[J]. 北方园艺,2020(1):111-116.
- [33] 王丽,倪淑君,李淑荣,等. 大球盖菇菇盖和菇柄营养成分分析[J]. 黑龙江农业科学,2016(11):143-145.
- [34] 陈君琛,翁敏劼,赖谱富,等. 大球盖菇多糖的分子质量分布及其单糖的组成[J]. 中国农业科学,2011,44(10):2109-2117.
- [35] 蒋琳. 大球盖菇多糖(SR-1)与草黄口蘑多糖(TLG-1)的制备、结构鉴定及生物活性研究[D]. 南充:西华师范大学,2019.
- [36] 王红,张琪林. 大球盖菇多糖碱法提取条件优化研究[J]. 中国农学通报,2016,32(26):71-74.
- [37] 闵巍巍,张作法. 黄酮类化合物的药理作用[J]. 蚕桑通报,2007,38(4):1-3.
- [38] YAN Q X, HUANG M X, SUN P, et al. Steroids, fatty acids and ceramide from the mushroom *Stropharia rugosoannulata* Farlow apud Murrill[J]. Biochemical Systematics and Ecology,2020,88:103963.
- [39] 陈君琛,李怡彬,吴俐,等. 大球盖菇黄酮类化合物提取及抑菌性研究[J]. 北京工商大学学报(自然科学版),2010,28(6):9-13.
- [40] 陈婵,黄靖,丁玲. 超声波辅助提取大球盖菇总黄酮工艺优化[J]. 食品研究与开发,2015,36(24):116-119.
- [41] 张锦荣,王彦阳. 植物多酚类化合物提取技术概况[J]. 种子科技,2019,37(9):30-32.
- [42] 黄珊. 大球盖菇酚类物质的提取及其抗氧化性研究[D]. 福州:福建农林大学,2010.
- [43] 殷杰,丛连东. 采用毛细管色谱法检测植物油中甾醇类化合物[J]. 粮油仓储科技通讯,2009,25(3):33,36.
- [44] WU J, SUZUKI T, CHOI J H, et al. An unusual sterol from the mushroom *Stropharia rugosoannulata* [J]. Tetrahedron Letters,2013,54(36):4900-4902.
- [45] LASOTA W, STEFANCZYK M. Estimation of biogenic amines in *Pleurotus ostreatus* Fr. ex Jaquin and *Stropharia rugosoannulata* Farlow ex. Mur. [J]. Bromatologia I

- Chemia Toksykologiczna, 1980, 13(3): 327-329.
- [46] 姜慧燕, 邱静, 翁丽萍. 大球盖菇与香菇营养成分比较研究[J]. 杭州农业与科技, 2017(1): 35-37.
- [47] 黄坚雄, 袁淑娜, 潘剑, 等. 以橡胶木屑为主要基质栽培的大球盖菇与香菇, 平菇的主要营养成分差异[J]. 热带作物学报, 2018, 39(8): 1625-1629.
- [48] 李淑荣, 王丽, 倪淑君, 等. 大球盖菇不同部位氨基酸含量测定及营养评价[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(8): 95-99.
- [49] 鄢庆祥, 罗小莉, 李潮钦, 等. 皱环球盖菇抗疲劳作用活性部位筛选[J]. 食用菌学报, 2018, 25(4): 65-70.
- [50] 王晓炜, 王峰, 陶明焯, 等. 大球盖菇提取物对 CCl_4 所致肝损伤小鼠的抗氧化作用研究[J]. 食品科学, 2008(12): 663-667.
- [51] 王峰, 王晓炜, 陶明焯, 等. 大球盖菇多糖清除自由基活性和对 D-半乳糖氧化损伤小鼠的抗氧化作用[J]. 食品科学, 2009, 30(5): 233-238.
- [52] 王晓炜. 大球盖菇营养成分分析、多糖提取分离及抗氧化作用研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2007.
- [53] 陶明焯, 王峰, 王晓炜, 等. 大球盖菇多糖对小鼠心脏抗氧化作用研究[J]. 食品科学, 2007(9): 529-532.
- [54] LIU Y, HU C F, FENG X, et al. Isolation, characterization and antioxidant of polysaccharides from *Stropharia rugosoannulata*[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 155: 883-889.
- [55] 段永刚. 大球盖菇营养品质分析, 黄酮类化合物提取及应用研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2010.
- [56] 崔晓瑞, 王丽, 石菲菲, 等. 大球盖菇蛋白提取及抗氧化性研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(22): 169-176.
- [57] 蒋琳. 大球盖菇多糖(SR-1)与草黄口蘑多糖(TLG-1)的制备、结构鉴定及生物活性研究[D]. 南充: 西华师范大学, 2019.
- [58] HE P, GENG L, WANG J, et al. Production, purification, molecular characterization and bioactivities of exopolysaccharides produced by the wine cap culinary-medicinal mushroom, *Stropharia rugosoannulata* 2 # (Higher Basidiomycetes) [J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2012, 14(4): 365-376.
- [59] KIM B K, SUNG U, CHOI E C. Studies on antitumor constituents of *Stropharia rugosoannulata* [J]. Journal of the Korean Cancer Association, 1989, 21(2): 249-262.
- [60] ZHANG W W, TIAN G T, GENG X R, et al. Isolation and characterization of a novel lectin from the edible mushroom *Stropharia rugosoannulata* [J]. Molecules, 2014, 19(12): 19880-19891.
- [61] SINGH R S, KAUR H P, KANWAR J R. Mushroom lectins as promising anticancer substances [J]. Current Protein & Peptide Science, 2016, 17(999): 797-807.
- [62] 王峰, 陶明焯, 程光宇, 等. 4 种食用菌提取物自由基清除作用及降血糖作用的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(21): 343-347.
- [63] ZHAI X H, ZHAO A J, GENG L J, et al. Fermentation characteristics and hypoglycemic activity of an exopolysaccharide produced by submerged culture of *Stropharia rugosoannulata* # 2 [J]. Annals of Microbiology, 2013, 63(3): 1013-1020.
- [64] 赵爱景. 卷烟烟气对小鼠体内外菌群和糖尿病大鼠的影响[D]. 新乡: 河南师范大学, 2013.
- [65] 陈君琛, 李怡彬, 吴俐, 等. 大球盖菇黄酮类化合物提取及抑菌性研究[J]. 北京工商大学学报(自然科学版), 2010, 28(6): 9-13.
- [66] 翁敏劼, 甘纯砥, 周学划, 等. 大球盖菇多糖生物活性的研究[C]//中国菌物学会, 中国农学会食用菌分会. 第九届全国食用菌学术研讨会摘要集. 上海: 中国菌物学会, 2010: 53.
- [67] 王瑞瑞. 真菌发酵胞外多糖的硫酸化及生物活性研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014.
- [68] WU J, FUSHIMI K, TOKUYAMA S, et al. Functional food constituents in the fruiting bodies of *Stropharia rugosoannulata* [J]. Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan, 2011, 75(8): 1631-1634.

Research Progress of *Stropharia rugosoannulata*

HUANG Mei-xian, CEN Yan-xia, SUN Peng, SU Xiao-wei, PING Jing-yun, YANG Chu-chu, WEI Jie-yu, DAI Hang

(School of Pharmacy, Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning 530200, China)

Abstract: In order to further explore the medicinal value of *Stropharia rugosoannulata*, this paper summarized the growth conditions, cultivation methods, chemical components and pharmacological effects of *Stropharia rugosoannulata*. It is further put forward that *Stropharia rugosoannulata* can be developed from the perspectives of planting, production, pharmacological efficacy and application research, develop *Stropharia rugosoannulata* into health food and medicine, and fully develop its obvious medicinal value.

Keywords: *Stropharia rugosoannulata*; chemical composition; pharmacological effect; cultivation mode; quality standard