

不同蛹虫草优质母种分离方式与菌种性能比较

方 华 舟

(荆楚理工学院 生物工程学院,湖北 荆门 448000)

摘 要:以蛹虫草优质母株为母本,以组织分离法和孢子培养法制备子代菌种为试验组,以优质原始母种为对照,通过比较观察各试验组菌种培养性能及栽培试验结果,探索优质菌种适宜制备方法。结果表明:组织分离法优良菌种率可达 85%,高于孢子培养法约 30%;同时孢子培养法可产生一定比例性能更优菌株。说明组织分离法更适合于遗传和保持母本性状,孢子培养法尤其适合筛选更优菌株,均可作为优质蛹虫草菌种制备的重要方法之一。

关键词:蛹虫草;组织分离法;孢子培养法;菌种;培养特征;产量

中图分类号:S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0142-05

蛹虫草(*Cordyceps militaris* Link)属真菌界(Fungi)、双核菌亚界(Bikarya)、子囊菌门(Ascomycota)、子囊菌纲(Ascomycetes)、粪壳菌亚纲(Sordariomycetidae)、肉座菌目(Hypocreales)、麦角菌科(Clavicipitaceae)、虫草属(*Cordyceps* Link)模式种^[1],又名北冬虫夏草,为冬虫夏草近缘种。周洪英等^[2]研究指出,蛹虫草不仅含有虫草酸、虫草多糖、超氧化物歧化酶(SOD)、腺苷等天然冬虫夏草特有成分,而且虫草主要活性物质—虫草素等含量充足,被誉为虫草属真菌的后起之秀,对消除疲劳、缓解紧张、提高人体免疫力及预防和治疗慢性支气管炎、各种肝炎、高血压、心脑血管疾病、肾炎肾衰、癌症肿瘤、性功能障碍等有着良好滋补保健乃至药用价值,被认为是冬虫夏草的理想替代品^[3-4]。经我国科研人员多年努力,20 世纪末我国在世界上率先实现了蛹虫草人工栽培,目前规模化生产及其深加工已开始初步形成^[1,4]。然而,由于蛹虫草菌种极易退化,常规保藏超过 3~6 个月、传代超过 3~4 次则菌种性能严重退化,已成为蛹虫草人工种植及其产业化发展的重要瓶颈之一^[5-6]。选育、保持和延续优良菌种性能,确保使用及栽培用种为优良菌种,探索和确立优良母种选育、复壮及制备方法,对普及和发展蛹虫草人工种植技术具有十分重要意义。目前尚鲜见这方面的研究和报道。优良菌种选育实践证明,从具有优良性状的真菌子实体中,通过组织分离法和孢子培养法选育优良菌种是基本和有效方法之一^[4,7]。该研究从蛹虫草一般栽培实际出发,研究探索子实体组织分离法、孢子培养法等优良蛹虫草菌种

提纯复壮及良种选育等过程中的作用特点及参数,供相关人员借鉴参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

优质蛹草原始母种由贵州大学真菌研究所提供,优质瓶栽蛹虫草子实体由荆楚理工学院生物工程学院实验室提供,后者为前者栽培后代。

马铃薯(市场购买)、蛋白胨(北京奥博星生物技术公司)、葡萄糖(化学纯,天津福晨化学试剂厂)、琼脂(北京奥博星生物技术公司)、磷酸二氢钾(化学纯,天津凯通化学试剂公司)、硫酸镁(化学纯,天津凯通化学试剂公司)、维生素 B₁(药店购买,湖北华中药业公司)及其它常见药品。

250B 生化恒温培养箱(广东省医疗器械厂),LRH-250-GSII 微电脑人工气候箱(广东省医疗器械厂),LXJ-IIB 离心机(上海精密仪器仪表公司),恒温干燥箱(上海浦东荣丰科学仪器有限公司),FA2104 分析电子天平(上海良平仪器有限公司),SW-CJ-1F 超净工作台(苏州净化设备有限公司),30 W 移动式紫外灭菌灯(武汉延安医疗器械厂),TP22 普通摇床(中国科学院武汉科学仪器厂),YX-400A 高压蒸汽灭菌锅(上海三申医疗器械有限公司),普通冰箱以及其它常用消毒、接种及栽培工具等。

母种分离培养基(改良 PDA 培养基)^[6-7]:马铃薯(去皮)200 g,葡萄糖 20 g,蛋白胨 5 g,磷酸二氢钾 1 g,硫酸镁 0.8 g,琼脂 15 g,水 1 000 mL,pH 值自然(实测值约 6.5);蛹虫草栽培出草培养基^[4,6]:大米 30 g,营养液 45 mL。其中营养液配方:蚕蛹粉 30 g,磷酸二氢钾 1 g,硫酸镁 0.8 g,维生素 B₁ 10 mg,水 1 000 mL,pH 7.5;菌种液体培养基^[7-8]:可溶性淀粉 30 g,葡萄糖 10 g,

作者简介:方华舟(1965-),男,湖北罗田人,副教授,研究方向为食用菌与农业微生物学。E-mail:fanghuazhou2000@sina.com.

基金项目:湖北省教育厅重点科研资助项目(D 20126101)。

收稿日期:2014-04-24

蛋白胨 10 g, 磷酸二氢钾 2 g, 硫酸镁 2 g, 维生素 B₁ 10 mg, 水 1 000 mL, pH 6.5; 菌种菌丝生长及性能检测培养基(平板培养基)^[9-10]: 马铃薯(去皮)200 g, 葡萄糖 20 g, 琼脂 15 g, 磷酸二氢钾 1 g, 硫酸镁 0.8 g, 维生素 B₁ 10 mg, 水 1 000 mL, pH 值自然; 上述各培养基按常规方法配制, 分别制作为相应固体或液体培养基。

1.2 试验方法

1.2.1 原始母种制备 选取颜色及形态典型、生长健壮、子座数目较多的瓶栽蛹虫草, 从中选取既长又粗的优质子座作为出发菌株及分离材料, 分别按照组织分离法和孢子培养法分离获得原始母种^[1,7]。以优质原始蛹虫草母种为对照(Y0), 各试验组制备菌种 20 个重复, 各菌株栽培出草 10 瓶重复; 对照组菌株 5 个重复, 各栽培出草 10 瓶重复。

1.2.2 组织分离法 以子座中上部为目标组织块, 无菌水清洗 3~4 次, 无菌条件下刮去桔红色外皮, 切成 1~2 mm 小块, 接入改良 PDA 试管斜面, 适宜温度培养(Y1)。

1.2.3 孢子培养法 选取约七分熟子座, 无菌水冲洗, 无菌滤纸吸干后悬挂于改良 PDA 试管斜面, 待子实体顶端较膨大、可见粉状突起, 轻轻敲打试管壁, 促进孢子弹射; 以无菌水冲洗、稀释, 涂布于改良 PDA 培养基平板, 长出单个孢子菌落, 随机选取 2 个单孢子菌落转移至新的试管斜面并相互靠近, 适温培养(Y2)。

1.2.4 菌种性能比较 上述各菌株培养至菌丝长满斜面即为该试验制备的子代母种, 依次观察各组母种菌丝色泽、形态、生长趋势等情况及比例, 与优质母种相比较, 初步判断不同制种方式对菌种性能的影响及差异。进一步将上述各母种取 1 mm 大小菌种块, 分别接种至菌种菌丝生长及性能检测培养基平板, 先避光培养 5 d 后光照培养 5 d, 依次观察各组菌株形态、色泽、生长速度、转色程度及比例等情况; 另取上述各母种 5 mm 大小菌块, 接入 150 mL 液体培养基中, 摇床 150 r/min 培养 7 d, 比较观察各组菌株菌丝球大小、浓密、菌液状况及比例, 并各取菌液 10 mL 离心过滤, 在电热恒温干燥箱中烘干至恒重, 比较菌丝生物量大小及比例; 液体菌种成熟后, 按 10% 接种量接入栽培出草培养基, 置于人工气候箱中适宜条件培养^[4], 比较各组菌株菌丝生长、转色、出草、子实体形态、产量、质量及比例。通过比较不同方式制备菌种的培养特征差异、比例及各菌株培养性能之间相互关系, 以出草产量及质量为主要指标, 比较研究不同菌种制备方法对制备菌种性能的影响、关系、分化趋势及规律。

2 结果与分析

2.1 不同方法制备母种情况

从表 1 可以看出, 制备后菌种绝大多数菌丝洁白、

健壮、浓密, 菌丝主要紧贴试管斜面匍匐状生长, 气生菌丝少, 与优良原始亲本母种形态较为一致。从一般遗传学规律可知, 洁白健壮浓密及匍匐状性状为优良菌种性状。Y1 组中, 菌株间形态较为整齐一致, 仅约 5% 菌株菌丝较瘦弱稀少; Y2 组各菌株中, 虽大部分菌株与组织分离法菌株形态较为一致, 但色暗、瘦弱、稀疏及绒状等性状菌株数明显高于 Y1 组。从该阶段试验情况看, Y1 组优良菌种率达 95%, Y2 组优良菌种率 85%, 二者差异显著, 由于虫草属菌丝生长的特殊性, 菌种阶段对其种性能表达的限制, 需对 2 组菌种性能作进一步观察及比较。

表 1 不同方法制备母种试管斜面生长形态情况比较

处理	菌丝颜色/株		菌丝长势/株		菌丝形态/株		洁白健壮浓密匍匐状	
	洁白	略暗	健壮浓密	较差	匍匐状	绒状	菌株数	%
Y1	20	0	19	1	20	0	19	95Aa
Y2	19	1	18	2	18	2	17	85Bb
Y0	5	0	5	0	5	0	5	100Aa

注: 表中百分比为占该组菌株总数的比例, 字母为差异显著性, 下同。

2.2 母种转接至平板培养基上的生长情况

将菌种转接至平板培养基, 模拟蛹虫草菌丝避光及光照转色培养 2 个主要阶段, 初步观察菌种菌丝生长及转色情况, 可进一步反映菌种具有的性能^[9-11]。前者为主要营养生长阶段, 以菌丝迅速深入营养基质内部吸收营养实现快速生长为其主要作用机制, 菌丝沿培养基料面匍匐状生长、菌丝洁白健壮浓密、生长迅速为主要表现特征; 后者以相关物质代谢、产生与积累以及相关基因顺利表达为进入生殖生长的主要基础。能否转色以及转色深转色快是能否进入生殖生长及出草能力强弱的重要指标。参考对照组生长情况, 该试验以菌丝洁白浓密健壮、气生菌丝匍匐状、生长速度快于 4.3 mm/d、光照培养可转色为橙黄色为优良性状, 跟踪观察各菌种的生长及转色性能, 结果表明 Y1 组各菌株, 生长及转色情况较为整齐, 其中闭光培养生长情况基本保持了原菌种形态, 而 Y2 组菌株则表现出较大程度性状分化, 尤其培养后期转色情况分化显著(表 2、3)。

从表 2、3 可知, Y1 组中约 95% 菌株仍保持原浓密健壮匍匐状性状, 且其中绝大部分经光照培养后呈橙黄色, 菌丝形态、生长速度、转色情况及比例等与对照组较为接近, 说明 Y1 组菌株绝大部分保持和遗传了原优良母本性能。而 Y2 组浓密健壮匍匐状菌株仅占约 80%, 其中可良好转色菌株仅为 65% 左右, 不转色或转色淡菌株约高达 35% 左右, 说明后代性状分化及变异明显; 同时仔细对照观察 Y1 组和 Y2 组, 还可以明显观察到二者部分菌株在菌丝生长速度、转色乃至菌丝形态等差异显著。Y2 组部分菌株生长速度及菌株形态显著呈两极分化, 瘦弱、绒毛状菌株明显较多, 生长速度快于 5.0 mm/d

也显著较多,其中部分浓密、健壮、匍匐状菌株生长及转色明显较快、转色较深,说明孢子培养法后代变异性更强;尽管其整体生长及转色性状优良率仅为 65%左右,

显著低于 Y1 组,但部分菌株性状更优,显然与其为有性生殖方式,可能有关基因重组、变异及遗传有关。

表 2 各组母种平板避光培养菌丝生长情况

种别	菌丝形态				生长速度/mm·d ⁻¹						生长性状	
	洁白浓密、健壮、匍匐菌株		瘦弱、绒毛状菌株		洁白浓密、健壮、匍匐状菌株						瘦弱、绒毛状菌株	优良率
					≥5.0		≥4.3		均值			
					数量/株	%	数量/株	%				
Y1	19	95	1	5	1	5	18	90	4.37a	4.28	95a	
Y2	16	80	4	20	5	25	11	55	4.21b	3.89	80b	
Y0	5	100	0	0	0	0	5	100	4.31a	—	100a	

表 3 各组母种平板光照培养菌丝转色情况

种别	洁白浓密健壮匍匐状菌株						瘦弱、绒毛状菌株				转色性状	
	橙黄		淡黄		不转色		淡黄		不转色		优良率 / %	生长及转色性状优良率 / %
	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%		
Y1	18	90	1	5	0	0	1	5	0	0	90ab	90ab
Y2	13	65	2	10	1	5	0	0	4	20	65c	65c
Y0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100a	100a

2.3 母种转扩为液体菌种情况

将固体菌种转扩为液体菌种是一般蝇虫草栽培的必须环节,菌丝良好生长是菌丝进一步生长、发育及转色出草重要生长基础,液体条件下菌丝生长情况可良好反应菌种性能是否优良^[7-8]。研究表明,菌丝球细小、数量多、生物量高,接种至栽培培养基上,菌丝萌发快、吃料迅速、生长快、转色好、生长周期短、出草品质及产量较高^[7]。试验中可明显发现,菌丝洁白浓密、健壮匍匐状菌株转扩为液体菌种,其菌丝球细密、菌液粘稠、生物量高,且与菌丝生长速度呈明显正相关^[11]。从表 4 可以看出,Y1 组各菌株液体培养性状较为整齐,而 Y2 组性状分化明显;以对照组为基本标准,Y1 组优良率可达 95%,Y2 组仅为 70%,其中菌丝球粗大、稀疏、生物量小于 10 mg/mL 者达 25%~30%。Y1 组绝大多数菌株菌

丝球细密或很细密,菌球数量多、菌液粘稠、生物量高,与对照组接近;Y2 组很细密菌株高达约 20%,菌丝球粗大、稀疏、菌液清澈、菌丝生物量很低的菌株也明显较高。试验中可以明显看出,菌丝球细密,则菌液粘稠、生物量高,呈现明显对应关系。液体条件下,菌种菌丝生命力旺盛、生长迅速,可断裂形成多个生长中心,因而菌丝球数量多,吸收营养及进一步生长迅速、代谢快,生物量高、菌液粘稠,可为菌丝进一步良好生长、发育、转色及出草提供良好重要基础。与表 1、2、3 所反映菌株生长情况相比较,情况基本一致,进一步说明组织培养法为无性繁殖,不易产生遗传物质变异,而孢子培养法经历减数分裂、单子囊孢子配对等易产生相关基因变异重组^[12-13]。

表 4 各组母种转扩为液体菌丝情况

种别	菌丝球大小及数量								菌液状况				菌丝生物量/mg·mL ⁻¹								液体培养
	很细密		细密		较粗稀		粗、稀		粘稠		一般		≥28		≥20		≥10		优良率		
	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	数量/株	%	/ %		
Y1	1	5	18	90	1	5	0	0	19	95	1	5	1	5	18	90	1	5	95		
Y2	4	20	7	35	3	15	6	30	14	70	6	30	4	20	11	55	5	25	70		
Y0	0	0	5	100	0	0	0	0	5	100	0	0	0	0	5	100	0	0	100		

2.4 栽培出草情况及菌种性能分析

栽培试验是全面检验菌种性能的根本方法,出草情况是菌种综合性能的全面反映^[5-7]。上述各组菌种按常规方法进行栽培试验,其出草产量及子实体形态表现明显差异。试验中,产量较高者,草体形态典型;产量较低者,草体矮小、分叉、丛枝等畸形明显;为了便于表述和比较,该试验以草体产量为主要评价指标,产量与对照组相当或较接近为优良(该试验确定为 16 g/瓶),产量低于 5 g/瓶为劣质。从表 5 可以看出,Y1 和 Y2 组栽培出草结果差别巨大。Y1 组菌株绝大部分均可出草,出

草率可高达 95%,其出草平均产量可达 16.7 g/瓶,其中优质草率比例为 85%;Y2 组出草率仅为 75%,平均产量为 13.1 g/瓶,优质草率仅为 55%,明显低于 Y1 组。其中,Y1 组出草情况较为一致,产量显著较低或较高菌种菌株数较少,与对照组较为接近,进一步说明组织培养法可良好遗传和保持亲本性状;Y2 组则表现出显著差异,不出草及劣质草菌种菌株达 35%,产量明显高于一般菌株者(大于 21 g/瓶)亦达 15%,说明其中部分菌株性状因变异而更优,可用于选育更优菌株。同时,试验中还可明显看出,菌种萌发快、生长迅速,则菌丝满瓶时

间短、转色迅速、出草形态好、产量高,与 Y1、Y2 及 Y0 各组菌株培养特征相吻合。出草结果的明显差异显然与菌种性能有关^[6-7]。

进一步对照表 1~4 及观察栽培出草全过程,尽管 Y1 及 Y2 菌种制备方式不同,但其固体培养优良率、液体培养优良率、转色优良率及出草优良率均呈下降趋势,且优质转色率与优质出草率较为接近;同时,跟踪各菌种菌株生长及出草过程,可明显看出固体培养菌丝洁

白浓密健壮、紧贴培养基表面生长,气生菌丝少,生长迅速,而光照培养转色快、转色深,液体培养菌丝球细密、生物量大、菌液粘稠,可获得良好出草结果;相反菌丝瘦弱灰暗、菌丝球粗大、生物量小、转色浅则不出草或仅为劣质草,尤其不转色则不出草。说明菌种固体及液体培养特征是菌种性能的基本体现,良好生长及转色特征是出草结果的重要基础^[7,11]。

表 5 各组母种栽培出草情况

种别	洁白浓密健壮匍匐状菌株								平均 /g·瓶 ⁻¹	不出草		瘦弱绒毛状菌株 不出草		劣质 草率 /%	不出 草率 /%	优良 率 /%
	≥21g 数量/株	%	≥16g 数量/株	%	≥10g 数量/株	%	≤5g 数量/株	%		数量/株	%	数量/株	%			
Y1	0	0	17	85	1	5	1	5	16.7	0	0	1	5	5	5	85
Y2	3	15	8	40	3	15	1	5	13.1	1	5	4	20	10	25	55
Y0	0	0	5	100	0	0	0	0	18.6	0	0	0	0	0	0	100

3 讨论与结论

菌种性能优劣是决定栽培成功与否的根本保证。组织分离法和子囊孢子培养法是目前对优质蛹虫草菌种进行分离筛选的主要方法。该试验证明,组织分离法优良率可达约 85%,不仅操作较为简单,亦可良好遗传和保持母本优良性状,尤其适合于一般已具有优良母株及一般种植户采用。组织分离属于无性营养繁殖方式,其遗传物质在亲本与子代之间以半保留方式进行复制和遗传传递,遗传变异性显著较低,可作为一般优良蛹虫草母种筛选及复壮首选方法之一。同时,该试验还证明,孢子培养法菌种优良率较低,但易于筛选性状更优菌株。这是由于孢子培养法须经过减数分裂、单子囊孢子配对等过程,更易于产生相关基因变异及重组,其遗传变异性可显著增加,因而后代菌株两极分化现象十分明显。高新华等^[13]、梁宗琦^[14]研究证实,蛹虫草有性生殖为二极性异宗配合,潘葳^[15]进一步证实亦存在单子囊孢子及异核的“假同宗配合”现象,该试验亦未表现出典型二极性 50%出草率情况,说明蛹虫草有性生殖过程复杂,同时与高新华等^[13]、潘葳^[15]研究证明单子囊孢子配对可提高子实体产量和性能^[13,15]的研究结果基本一致,可作为筛选、复壮和培育更优菌株的重要方法。此外,该试验采用约七成熟靠近子囊部分的子实体部分作为分离母本,可能会带入少量单子囊孢子,亦可能为该试验组织分离法出现一定比例菌种性能两极分化的原因。

该试验还进一步证明,菌种形态及其培养特征对出草结果具有显著影响。菌种菌丝浓密健壮、匍匐状,气生菌丝少,转色迅速、转色深,液体培养菌丝球细密、菌液粘稠,栽培菌种萌发快、生长迅速、转色好、转色深、出草快、出草整齐、草体形态好、产量高,可作为优良菌种性能的重要指标。然而该试验也发现,少数菌株仍可能出草效果不佳,尤以孢子培养法制备菌种,其菌丝形态早期可完全与优良菌种一致但不出草或劣质草,因此为

确保高产,仍应以进一步栽培试验作为菌种性能鉴定的根本依据。

该试验结果对蛹虫草优质菌种生产及实际栽培具有较大指导意义。蛹虫草规模化栽培常采用周年生产模式,可对其中优良菌株直接采用子实体组织分离法制备菌种,结合菌丝形态、培养特征及栽培试验等特征,选择和保存优良菌种,可有效避免菌种因不易保存而退化;当菌种优良特性处下降趋势时,以孢子培养法选育优良菌种,实现菌种选育、菌种生产、栽培有机结合,实现虫草种植可持续发展及长期高产稳产。

(致谢:王泽锋、吴永永、姜忠详等同学,为试验付出大量心血,在此深表感谢。)

参考文献

- [1] 中国科学院中国孢子植物志编辑委员会(梁宗琦主编). 中国真菌志(第三十二卷·虫草属)[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [2] 周洪英,边银丙. 蛹虫草九个菌株子实体形成情况与主要活性成分分析[J]. 菌物研究,2006,4(2):16-20.
- [3] 张平,朱述钧,钱大顺,等. 北冬虫夏草功能成分及保健作用分析[J]. 江苏农业科学,2003(6):105-107.
- [4] 张胜友. 新法栽培蛹虫草[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2010.
- [5] 李美娜,吴谢军,李春燕,等. 人工栽培蛹虫草退化现象的分子分析[J]. 菌物系统,2003,22(2):277-282.
- [6] 方华舟,董海波,肖习明,等. 保藏温度、时间及代次对蛹虫草菌种质量的影响[J]. 荆楚理工学院学报,2011,26(2):5-10.
- [7] 胡事君,张善信,郑贵朝. 蛹虫草菌种与培养方法相互筛选技术和应用效果[J]. 中国食用菌,2009,28(1):18-19.
- [8] 方华舟,李淑玲,左雪枝,等. 北冬虫夏草液体菌种制备工艺研究[J]. 北方园艺,2011(14):164-167.
- [9] 锁现民,蔡树威,张现法. 浅谈蛹虫草栽培菌种制作及鉴定[J]. 食用菌,2009(4):41-42.
- [10] 耿丽娟,何莉莉,鄂玉洋,等. 菌种保藏条件对蛹虫草菌丝生长及产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2009,40(2):165-168.
- [11] 方华舟. 蛹虫草菌种培养性状与出草结果关系的研究[J]. 北方园艺,2013(12):161-164.
- [12] 高新华. 蛹虫草的交配型研究[J]. 食用菌学报,2008,15(1):1-5.

莜麦秸秆营养成分测定及双孢菇栽培试验

李 守 勉, 王 胜 男, 李 明, 田 景 花

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以莜麦秸和双孢菇为试材,研究莜麦秸作为双孢菇栽培主料的可行性。结果表明:莜麦秸秆基本成分适合双孢菇菌丝的分解利用,莜麦秸 1 500 kg、干牛粪 1 125 kg、尿素 15 kg、过磷酸钙 50 kg、石膏 25 kg 和石灰 25 kg 为适宜双孢菇栽培的培养料配方。与双孢菇栽培常规培养料进行对比发现,莜麦秸栽培主料发菌速度快,菌丝生长势好,其菌丝产量与稻草主料的接近,高于以麦秸主料。从农艺性状来看,莜麦秸培养料子实体菌盖较小,菌柄长度、菌盖厚度和单菇重中等。综合来看,在莜麦产区,莜麦秸可作为双孢菇栽培新原料。

关键词:莜麦秸秆;营养成分;栽培;双孢菇

中图分类号:S 646.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0146-04

莜麦(*Avena nuda*)属禾本科燕麦属植物,别名油麦、玉麦、铃铛麦,学名为“裸粒类型燕麦”或“裸燕麦”。莜麦喜寒凉,耐干旱,抗盐碱,生长期短^[1]。我国以裸燕麦(又称莜麦)生产为主,其产量约占燕麦总产量的 90%以

上^[2],主产区为内蒙古、河北、吉林、山西、陕西、青海和甘肃等地,云、贵、川、藏也有小面积种植。其中,内蒙地区的种植面积最大,占全国燕麦种植总面积的 40%左右^[2-3]。但莜麦丰收的同时,也相应产生了大量莜麦秸秆废料。利用莜麦秸秆栽培双孢菇,不但可使莜麦秸秆变废为宝,又可为食用菌生产提供充足的原料。因此,以莜麦秸秆为原料,进行双孢菇栽培试验,不但能提高燕麦产业附加值,解决秸秆焚烧导致环境污染的问题,还可为食用菌产业提供新型的优质原料。

第一作者简介:李守勉(1978-),女,硕士,讲师,现主要从事食用菌等研究工作。E-mail:yyism@hebau.edu.cn.

基金项目:河北省科技支撑计划资助项目(13226419D-2)。

收稿日期:2014-04-21

[13] 高新华,吴畏,钱国琛,等. 北冬虫夏草(*Cordyceps militaris*)单孢菌株配对后对子实体形成的影响与无性型产孢结构关系[J]. 上海农业学报,2000,16(S1):1-6.

[14] 梁宗琦. 蛹虫草(*Cordyceps militaris*)无性型的多型现象[J]. 菌物系

统,1998,17(1):57-62.

[15] 潘葳. 蛹虫草(*Cordyceps militaris*)子实体形成机制的初步研究[D]. 北京:中国农业大学,2007.

Comparison of Separation Method and Performance Comparison Among Different High Quality Stock Culture of *Cordyceps militaris*

FANG Hua-zhou

(Institute of Biological Engineering, Jingchu Science and Technology College, Jingmen, Hubei 448000)

Abstract: Taking the *Cordyceps militaris* quality maternal as female parent, the progeny strains prepared from tissue separation and spore cultivation as test group and the original stock culture as control group, the rejuvenation methods of *Cordyceps militaris* were determined by comparing the test results of strain characteristics and cultivation. The results showed that the tissue isolation fine strains rate of 85%, was 30% higher than the spore culture method, spore culture method could produce a certain proportion of better strains. It proved that tissue isolation method was more suitable for the genetic and maternal character, spore culture method was especially suitable for screening better strains, both as a fine strain of *Cordyceps militaris* rejuvenation method.

Key words: *Cordyceps militaris*; tissue separation; spore cultivation; strain; cultivation characteristics; yield