

DOI:10.11937/bfyy.201706035

赞比亚引种草菇的发酵料栽培及其效益分析

陆 珠¹, 李 玉¹, 姚 允 武²

(1. 吉林农业大学 教育部食用菌工程研究中心, 吉林 长春 130118; 2. 赞比亚吉海农业有限公司, 赞比亚 卢萨卡 10101)

摘 要:中国草菇在赞比亚首次试种,从5个草菇品种中筛选出适宜当地栽培的品种及相应的发酵料栽培技术,并对赞比亚引种草菇所带来的经济效益进行初步分析。结果表明:在赞比亚引种试种草菇是可行的。干冷季节生物转化率低,在没有外界加热的情况不宜栽培,或需筛选耐低温菌株。V15适宜在干热和湿热季节栽培,转化率分别为33.4%和29.9%。V971适宜在干热季栽培,转化率为29.9%。5个品种中V15最适宜在赞比亚栽培。经过初步的经济效益分析发现,除干冷季节亏损977.37元外,干热和湿热季节分别盈利3 074.79元和2 291.22元,在赞比亚栽培草菇有较高的经济价值。

关键词:草菇;引种;赞比亚;发酵料

中图分类号:S 646.1+3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)06-0148-05

草菇(*Volvariella volvacea* (Bull.:Fr.) Sing)在分类上隶属于真菌界(Fungi),担子菌门(Basidiomycota),伞菌纲(Agaricomycetes),伞菌目(Agaricales),光柄菇科(Pluteaceae)小苞脚菇属(*Volvariella*)^[1]。又名兰花菇、南华菇、苞脚菇、秆菇、麻菇、贡菇、中国蘑菇、稻草蘑菇、袋茸、中华占地春等。草菇是一种低脂肪、高蛋白,富含多种维生素、酶类、无机盐和多糖的食用菌。草菇含有大量人体所需的必需氨基酸^[2],据报道草菇的脂肪、蛋白质等营养成分含量明显高于花椰菜、甘蓝和双孢蘑菇等^[1]。草菇性味甘凉,无毒,具有补脾益气、清暑热的功效,还有降低胆固醇,提高人体免疫力、抗癌症、加快伤口愈合、解毒的功效^[3]。中国是世界上最早对草菇进行人工驯化栽培的国家,至今仍是生产草菇的第一大国^[4]。草菇是一种适于热带和亚热带高温多雨地区生长的腐生真菌^[5],有“素中之荤”的美誉^[6]。在越南、印度、新加坡、马来西亚、缅甸、泰国、印度尼西亚、菲律宾、美国等国家均有栽培报道^[7-8]。赞比亚是非洲中南部最早和中国建交的国家,因其位于海拔1 000~1 500 m的台地,年均气温18~20℃^[9]属热带性气候,非常适

合草菇的栽培。农业是中国援助非洲的重要领域,且赞比亚自然资源在非洲得天独厚,引种草菇到赞比亚,有利于对赞比亚自然资源的综合利用。至今,尚未有对赞比亚草菇栽培方面的报道,该研究第一次在赞比亚对草菇进行了引种试种。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株 V28是国内较适宜室内周年栽培和工厂化栽培的草菇品种,在国内草菇的研究中常被作为对照菌株。V15是福建省应用较广泛的草菇菌种。V38适应性较强,优质稳产。草菇V901大颗粒,栽培温度范围25~35℃。V971栽培种,是广东省草菇栽培首选的品种之一,栽培温度范围25~36℃,黑色种。菌株具体来源见表1。

表 1 草菇的5个供试菌株

Table 1 Five strains of *Volvariella volvacea*

菌株 No. of strain	菌株来源 Origin
V28	江苏江南生物科技有限公司
V15	广州微生物研究所
V38	
V901	吉林农业大学食用菌教育部工程研究中心
V971	

1.1.2 供试培养基 原种培养料配方:小麦48.5%,棉籽壳48.5%,石灰3%,pH 8~9;栽培种培养料配方:棉籽壳92%,麦麸5%,石灰3%,含水量60%~62%,pH 8~9;床栽培料配方:棉籽壳

第一作者简介:陆珠(1991-),女,硕士研究生,研究方向为菌类作物栽培与育种。E-mail:783929277@qq.com.

责任作者:李玉(1944-),男,博士,教授,研究方向为菌物和植物保护。E-mail:fungi966.com.

收稿日期:2016-12-20

96.5%,石灰 3.5%,含水量 60%~62%,pH 9~10。

1.2 试验方法

1.2.1 草菇发酵料栽培 在赞比亚的干热季、湿热季和干冷季节,采用发酵料栽培草菇,单次发酵料栽培设定试验小区,面积 5 m²,设置 3 次重复。观察记录不同季节发酵料栽培草菇的生长特点,如菌丝长势,菌丝抗杂菌能力,出菇整齐度,开伞快慢,小区内子实体的数量和产量,原基形成时间,头潮菇出菇时间,总产量以及生物学效率等农艺性状,判断赞比亚是否适宜草菇的栽培,筛选出适宜在赞比亚发酵料栽培的草菇品种及适宜的栽培季节。

1.2.2 评价标准 1)菌丝长势:接种 4 d 后,观察菌丝生长情况。用“+”表示菌丝生长快慢及浓密度,“+”越多菌丝长势越强。2)菌丝抗杂菌能力:接种 4 d 后,观察“杂菌”生长情况。“强”指菌丝生长旺盛,没有被杂菌侵染;“较强”指出现少量杂菌或少量鬼伞;“一般”是指出现杂菌或鬼伞较多;“差”指菌床上草菇菌丝几乎无生长,杂菌或鬼伞大量发生。3)出菇整齐度:观察草菇头潮菇蛋形期菌床上子实体处在蛋形期的情况。“整齐”指子实体全部或只有少量处在非蛋形期;“较整齐”指子实体大部分处在蛋形期;“不整齐”指子实体只有少量处在蛋形期。4)开伞程度快慢:从草菇蛋形期形成到开伞的时间区分。0~12 h 为易开伞;12~24 h 为较易开伞;24 h 以上为难开伞。5)形成原基时间:指从播种到形成白色针头状原基的时间。6)头潮菇出菇时间:指从播种到头潮菇蛋形期的时间。

1.2.3 草菇发酵料栽培 将预湿后的棉籽壳与石灰混合均匀后调节含水量为 60%~62%,常规方法建堆,根据料堆中部距离料面 20~25 cm 处深度温度计显示温度和有益菌群及感官目标判断,有益菌

群腐质霉类型和放线菌类型,随时调节发酵天数,直到发酵料发好。上料前培养料的 pH 8~9。发酵好的培养料抖松、拌匀,趁热上架,播种,采用层播的方式播种。播种后,在培养料表面覆盖一层塑料薄膜,每天早、中、晚揭开薄膜通风一次,并观察控制好料内温度。接种第 4 天温度达到最高,此时控制温度在 40 ℃ 以下。播种后 4 d 左右,撤掉料表的塑料薄膜,再覆盖一层预湿后的遮阳网。播种 5 d 后菌丝开始扭结,此时加大培养料湿度,打水量约为 1 000 g·m⁻²,可以调节打水量的范围在 ±100 g·m⁻²,同时增加棚内的光照,促使草菇子实体的形成,由于白天室外温度较高,空气较干,地面要时刻保持湿润状态,空气相对湿度稳定维持在 95% 左右。待子实体进一步发育成纽扣大小时,加大喷水量,但不要直接向菇体喷水。现蕾 4~5 d,即子实体七分成熟时采收。

1.2.4 发酵料栽培草菇效益分析方法 采用实地调查法和比较分析法对赞比亚引种试种草菇生产的投入产出情况、成本收益现状进行初步研究和分析。按照当地市场原材料价格、当地市场草菇首次的定价以及 5 种草菇在不同季节采用发酵料栽培的平均生物学转化率进行计算,计算面积为 75 m²。帮助判断赞比亚引种草菇的经济价值。

2 结果与分析

2.1 干冷季节草菇发酵料栽培农艺性状分析

表 2 表明,5 个草菇栽培品种 V28、V971、V15、V38 和 V901,其菌丝长势都略弱、出菇均不整齐、生物学转化率均低,综合农艺性状研究结果,初步确定这 5 个草菇栽培品种不适宜在赞比亚干冷季节栽培。

表 2 干冷季草菇发酵料栽培的农艺性状

Table 2 Agronomic characteristics of fermentation materials cultivation of *Volvariella volvacea* in dry and cold season

菌株 Strains	V28	V15	V38	V901	V971
菌丝长势 Mycelial growth vigor	+	++	++	++	+
菌丝抗杂菌能力 Mycelial ability of stand up to harmful bacteria	一般	一般	较强	较强	差
出菇整齐度 Uniformity degree of fruiting	不整齐	不整齐	不整齐	不整齐	不整齐
开伞程度 Degree of umbrella's opening	较易开	不易开伞	较易开伞	易开伞	不易开伞
形成原基时间 Time of differentiation process/d	8	10	9	8	9
头潮菇出菇时间 Time of first-cut mushroom/d	17	19	20	18	16
每个小区平均产量 Average yield in every small area/kg	5.45	4.75	5.05	4.25	4.65
总产量 Total production/kg	16.35	14.25	15.15	12.75	13.95
生物转化率 Biological efficiency/%	10.9	9.5	10.1	8.5	9.3

2.2 干热季节草菇发酵料栽培农艺性状分析

对表 3 进行综合分析表明,草菇栽培品种 V15 和 V971 较适宜在干热季节栽培。其中 V15 具有菌

丝长势强、抗杂菌能力强、出菇整齐、不易开伞等优良特性,且形成原基时间为 8 d、头潮菇出菇时间为 16 d、生物转化率为 33.4%,是 5 个草菇品种中最高

的。V971 抗杂菌能力较强、出菇整齐、不易开伞、V15,但其生物转化率为 29.9%,低于 V15。原基形成时间为 7 d、头潮菇出菇时间为 14 d,早于

表 3 干热季草菇发酵料栽培的农艺性状

Table 3 Agronomic characteristics of fermentation materials cultivation of *Volvariella volvacea* in dry and hot season

菌株 Strains	V28	V15	V38	V901	V971
菌株长势 Mycelial growth vigor	+++	++++	++++	+++	+++
菌丝抗杂菌能力 Mycelial ability of stand up to harmful bacteria	较强	强	强	强	较强
出菇整齐度 Uniformity degree of fruiting	较整齐	整齐	较整齐	整齐	整齐
开伞程度 Degree of umbrella's opening	较易	不易	较易	易	不易
形成原基时间 Time of differentiation process/d	7	8	8	6	7
头潮菇出菇时间 Time of first-cut mushroom/d	16	16	15	13	14
每个小区平均产量 Average yield in every small area/kg	12.9	16.7	13.55	13.15	14.95
总产量 Total production/kg	38.7	50.1	40.65	39.45	44.85
生物学转化率 Biological efficiency/%	25.8	33.4	27.1	26.3	29.9

2.3 湿热季节草菇发酵料栽培农艺性状分析

从表 4 综合分析可知,V15 比较适宜在湿热季节栽培。V15 菌丝长势强;菌丝抗杂菌能力强;出菇

整齐;不易开伞;原基形成时间为 8 d;头潮菇出菇时间为 16 d;生物学转化率为 29.9%,是 5 个品种中表现最优良的。

表 4 湿热季草菇发酵料栽培的农艺性状

Table 4 Agronomic characteristics of fermentation materials cultivation of *Volvariella volvacea* in wet and hot season

菌株 Strains	V28	V15	V38	V901	V971
菌株长势 Mycelial growth vigor	+++	++++	+++	++	+++
菌丝抗杂菌能力 Mycelial ability of stand up to harmful bacteria	较强	强	较强	一般	较强
出菇整齐度 Uniformity degree of fruiting	较整齐	整齐	较整齐	整齐	较整齐
开伞程度 Degree of umbrella's opening	较易	不易	较易	易	不易
形成原基时间 Time of differentiation process/d	7	8	9	7	7
头潮菇出菇时间 Time of first-cut mushroom/d	16	16	17	14	15
每个小区平均产量 Average yield in every small area/kg	11.65	14.95	11.05	12.15	12.35
总产量 Total production/kg	34.95	44.85	33.15	36.45	37.05
生物学转化 Biological efficiency/%	23.3	29.9	22.1	24.3	24.7

2.4 草菇发酵料栽培成本及利润

从表 5 可知,草菇栽培总成本为 3 081.21 元。从表 6 可知,在赞比亚干冷季节进行草菇栽培,亏损

977.37 元,不适宜栽培草菇。干热季节和湿热季节栽培草菇利润分别为 3 074.79 元和 2 291.22 元,较适宜栽培草菇。

表 5 草菇发酵料栽培成本

Table 5 Cost of fermentation materials cultivation of *Volvariella volvacea*

项目 Project	数量 Quantity	单价 Unit price	总计 Total/元
大棚方钢 Square steel of greenhouse	66 m	30 元·根 ⁻¹	1 980.00
碎石 Macadam	0.431 t	43.33 元·t ⁻¹	18.68
遮阳网 Sunshade net	225 m ²	0.6 元·m ⁻²	135.00
大棚膜 Greenhouse films	200 m ²	0.64 元·m ⁻²	128.00
床架方钢 Square steel of bedstead	15.8 m ²	30 元·根 ⁻¹	474.00
床架遮阳网 Sunshade net of square steel	32.4 m ²	0.6 元·m ⁻²	19.44
一次投料棉籽 Cottonseed hull	324 kg	0.81 元·kg ⁻¹	262.44
一次投料石灰 Lime	12.5 kg	1.43 元·kg ⁻¹	17.88
一次投料甲醛 Formaldehyde	250 mL	0.009 8 元·mL ⁻¹	2.45
一次投料高锰酸钾 Potassium permanganate	0.125 kg	80 元·kg ⁻¹	10.00
人工费用 Expenses of labour	2	13.33 元·人 ⁻¹	26.66
水电费用 Utilities	1	3.33 元·次 ⁻¹	3.33
运输费 Transportation	1	3.33 元·次 ⁻¹	3.33
总费用 All-in cost			3 081.21

表 6 草菇发酵料栽培利润

不同季节发酵料栽培	平均生物学转化率	草菇质量	毛利润	净利润
Fermentation material cultivation in different season	Average biology conversion rate/%	Weight of <i>Volvariella volvacea</i> /kg	Gross profits/元	Profits/元
干冷季节发酵料栽培	9.78	31.557 6	2 103.84	-977.37
Fermentation material cultivation in dry and cold season				
干热季节发酵料栽培	28.50	92.34	6 156.00	3 074.79
Fermentation material cultivation in dry and hot season				
湿热季节发酵料栽培	24.86	80.546 4	5 372.43	2 291.22
Fermentation material cultivation in wet and hot season				

3 结论与讨论

该研究将中国草菇首次引种试种到非洲赞比亚,并引种试种成功。说明赞比亚自然条件下栽培草菇是可行的,且具有较高的经济价值。除干冷季节外,不同季节有不同的栽培特点和适宜栽培的品种。证明在赞比亚选用自然堆沤发酵法栽培草菇是可行的,栽培技术简单,成本低,便于操作,便于推广且符合赞比亚国情。目前国内对培养料的处理方法多种多样,草菇的栽培技术已相对成熟,主要有生料,自然堆沤发酵法^[10-13]、常规二次发酵法^[14-15]和简易二次发酵法^[16],也有采用熟料进行草菇栽培的^[17],在接下来的研究中可以考虑试用不同的栽培技术研究草菇在赞比亚的栽培。赞比亚干热季节和湿热季节日平均温度高,符合草菇生长对温度的需要。干冷季节日平均气温低、温差大,不宜于草菇的生长。在下一步研究中可考虑在干冷季节试种低温品种,如“江南2号”^[18]。

赞比亚自然资源丰富,属热带性气候适宜草菇的栽培,在自然状态下3个季节中有2个季节可以栽培。但在赞比亚尚未发现野生草菇,建议进一步调查其野生种质资源。草菇生产成本低,栽培周期短,栽培技术相对简单,通过对经济效益的分析,又有很高的经济价值。可以增加当地的就业率,提高其国民经济水平,帮助解决部分普通百姓的温饱问题 and 健康问题。引种草菇到赞比亚是中国草菇的又一步世界性推广。草菇在赞比亚的栽培有着极其广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 张树庭. 草菇[M]. 香港:香港中文大学出版社,1975.
- [2] ORILLO C A, CURANYAL A R. Nitrogenous constituents of *Volvariella volvacea*[J]. Philippine Agriculture Scientist, 1961, 45: 29-35.
- [3] 刘波. 中国药用真菌[M]. 太原:山西人民出版社,1978.
- [4] 羿红, 黄志龙, 林友照. 草菇播种量与播种方式优选试验[J]. 福建农业科技, 2001(1): 17-18.
- [5] 杨新美. 中国食用菌栽培学[M]. 北京:农业出版社,1986.
- [6] 杨国良, 韩继刚, 朱宝成. 草菇无公害生产技术[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [7] BAKER J A. Mushroom growing in welesley and penang provinces [J]. Malay Agriculture, 1934, 22: 25-28.
- [8] BENEMERITO A. Mushroom culture in Canton [J]. Philippine Agriculture Scientist, 1936, 24: 624.
- [9] 刘县迎. 浅谈赞比亚蛋鸡养殖管理特点[J]. 中国动物保健, 2009(4): 88-89.
- [10] 王玉华. 巴氏灭菌床栽草菇高产技术[J]. 食用菌, 1992(3): 36.
- [11] 董昌金, 徐平. 几种不同基质对草菇栽培产量影响的研究[J]. 湖北师范学院学报(自然科学版), 2003, 23(2): 37-39.
- [12] 韩业君, 曹晖, 陈明杰, 等. 草菇耐低温菌株的诱变选育与鉴定[J]. 菌物学报, 2004, 23(3): 417-422.
- [13] 黄建春, 朱建标, 陶雪娟. 草菇不同栽培方式试验[J]. 食用菌学报, 1998, 5(3): 48-51.
- [14] 刘招龙. 草菇高产栽培技术探讨[J]. 宁德师专学报(自然科学版), 1998, 10(1): 64-65.
- [15] 刘招龙, 陈锡雄, 郭团玉. 提高草菇产量栽培方法的探讨[J]. 宁德师专学报(自然科学版), 2004, 16(2): 151-153.
- [16] 李明芝, 连艳鲜, 郑翠娟. 草菇高产栽培技术研究[J]. 河南农业科学, 2002(9): 35-37.
- [17] 周修赵, 张维瑞, 黄志龙, 等. 草菇熟料袋栽高产技术研究[J]. 福建农业学报, 2003, 18(1): 42-45.
- [18] 敖莉. 草菇主产区优质和耐低温菌株的筛选[D]. 长春:吉林农业大学, 2012.

Fermentation Materials Cultivation and Benefit Analysis of Introducing *Volvariella volvacea* in Zambia

LU Zhu¹, LI Yu¹, YAO Yunwu²

(1. Engineering Research Center of Chinese Ministry of Edible and Medicinal Fungi, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Zambia Jihai Agriculture Company Limited, Lusaka, Zambia 10101)

DOI:10.11937/bfyy.201706036

不同授粉方式对朝鲜淫羊藿结实的影响

王 晶, 李 敬, 张 昕, 贾 凌云, 刘 蓬蓬, 路 金才

(沈阳药科大学 中药学院, 辽宁 沈阳 110016)

摘 要:为了探明影响淫羊藿结实的内在因素,以朝鲜淫羊藿为试验材料,研究了朝鲜淫羊藿雌蕊与雄蕊的相对位置特征,测定了不同开花状态的花粉活力、柱头可授性,调查了不同授粉方式下的结实情况。结果表明:朝鲜淫羊藿雌蕊长于雄蕊,雌雄异熟、花粉活力差异较大,结合人工套袋和授粉试验结果,可以确定朝鲜淫羊藿的繁育系统属于专性异交为主,朝鲜淫羊藿自然传粉的结实率要显著低于人工异花授粉。

关键词:朝鲜淫羊藿;花粉活力;柱头可授性

中图分类号:S 567.21⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)06-0152-04

朝鲜淫羊藿(*Epimedium koreanum* Nakai)属小檗科淫羊藿属多年生草本植物,具有补肾阳、强筋骨、祛风湿之功效^[1]。朝鲜淫羊藿主要分布在我国辽宁省和吉林省。近年来研究发现,朝鲜淫羊藿对抗衰老、抗肿瘤、心脑血管疾病等方面有显著疗效^[2-4]。淫羊藿主要以无性繁殖为主,朝鲜淫羊藿开花量、花粉量虽较大,但植株结实率略低^[5-7]。由于

朝鲜淫羊藿种子对生长环境要求严格,有性更新能力弱,野外少见实生苗,种子繁殖问题较大,尚未实现真正的人工栽培,野生资源在长期过度利用中已遭到一定的破坏。而花粉的活力与寿命以及柱头的可授性对植物的有性生殖成功起着重要的作用,此问题已引起不少学者的重视并做了大量的研究工作^[8-9]。但有关朝鲜淫羊藿的花粉活力及柱头可授性方面的研究相关报道较少。该试验研究了盛花期朝鲜淫羊藿雌蕊与雄蕊的相对位置特征以及不同开花状态的花粉活力与柱头可授性,通过不同授粉方式,调查植株结实情况,以期为提高朝鲜淫羊藿有性繁殖系数提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以沈阳药科大学药草园林下仿生栽培的朝鲜淫

第一作者简介:王晶(1977-),女,博士,讲师,现主要从事中药资源研究与开发等工作。E-mail:wangjingyk@126.com.

责任作者:路金才(1971-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事中药资源研究与开发等工作。E-mail:jincailu@yahoo.com.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81673548);辽宁省教育厅资助项目(L2014393)。

收稿日期:2016-12-13

Abstract: Chinese *Volvariella volvacea* was introduced to Zambia for the first time. In order to select suitable varieties for cultivation under the local environment, 5 kinds of *Volvariella volvacea* and the corresponding fermentation cultivation techniques were tested. And the preliminary study on its economic benefit was analyzed. The results indicated that *Volvariella volvacea* could be introduced to Zambia. Specifically its biological efficiency was low in dry and cold season, under the case of without external heating. Low temperature resistant strains should be screened. V15 and V971 were suitable for cultivation in dry and hot season and their biological efficiency were 33.4% and 29.9%, respectively. V15 was suitable for cultivation in wet and hot season, and its biological efficiency reached 29.9%. V15 was the most suitable type for cultivation in Zambia among 5 varieties. The preliminary economic analysis showed that in dry and hot season, and wet and hot season, the profit were 3 074.79 RMB and 2 291.22 RMB, respectively, expect in dry and cold season, its loss was 977.37 RMB. *Volvariella volvacea* had larger economic value in Zambia.

Keywords: *Volvariella volvacea*; introduction; Zambia; fermented material