

# 两株金针菇航天诱变菌株耐高温 和早熟性栽培研究

周庆红<sup>1</sup> 杨寅桂<sup>1\*</sup> 曾勇军<sup>1</sup> 张 诚<sup>2</sup>

(1. 江西农业大学 农学院 江西 南昌 330045; 2. 江西省农业科学院 应用微生物研究所 江西 南昌 330200)

**摘要:**以金针菇航天诱变种(航金1号、航金2号)和亲本“江山白”为试验材料,通过不同条件栽培试验,对它们的耐高温性和早熟性进行了比较。结果表明:两个航天诱变种与亲本相比,表现出较好的耐高温和提早成熟的特性,其中又以航金1号最佳。同时研究发现,在30℃的高温下,航金1号和航金2号菌丝体仍可正常生长,而对照却出现老化现象;在18℃的相对高温下,航金1号和航金2号可正常出菇,而对照极少出菇。通过不同的栽培配方比较发现,以配方为棉籽壳34%、杂木屑34%、麦麸25%、玉米粉5%、石膏1%、蔗糖1%的混合培养料栽培出的金针菇产量较高。金针菇航金1号菌株具有重要的生产价值和意义。

**关键词:**金针菇; 航天诱变; 耐高温; 早熟性

中图分类号:S646.1<sup>+</sup>5 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)04-0801-05

## A Study on the Thermostability and Early-maturity of Two Strains of *Flammulina velutipes* from Space-flight Mutation

ZHOU Qing-hong<sup>1</sup>, YANG Yin-gui<sup>1\*</sup>, ZENG Yong-jun<sup>1</sup>, ZHANG Cheng<sup>2</sup>

(1. College of agronomy, JAU, Nanchang 330045, China; 2. Institute of applied agricultural microbiology, Jiangxi academy of agricultural sciences, Nanchang 330200, China)

**Abstract:** In this experiment, the research materials were two space mutant strains of *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing. (hangjin I and hangjin II) and the ground control check strain (Jiangshan bai). Through different experiments, the thermostability and early-maturity of the three strains were compared, and it was found that the thermostability and early-maturity of hangjin I and hangjin II were better than those of Jiangshan bai. Both of their mycelium could grow normally under the temperature of 30℃, and they are capable of fruiting under the relatively high temperature of 18℃, and hangjin I performed better than hangjin II. Besides, all of the three fungus strains were cultivated in different mediums, and it turned out that they gave a good yield by using the mixed medium consisting of cotton seed hull (34%), mixed wood scraps (34%), wheat bran (25%), cornmeal (5%), gypsum (1%) and sucrose (1%). Hangjin I has important value in the production of *Flammulina velutipes*.

**Key words:** *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing.; mutation breeding by space flight; thermostability; early-maturity

金针菇 [*Flammulina Velutipes* (Fr.) Sing.] 富含多种氨基酸、维生素和矿物质,并含有抗癌和提高免疫功能的活性物质,具有很高的营养价值和药用价值<sup>[1-2]</sup>,已成为我国第6大栽培食用菌,同时也是我

收稿日期:2011-04-03 修回日期:2011-05-19

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30960186)

作者简介:周庆红(1978—),女,讲师,硕士,主要从事蔬菜生物技术研究,E-mail: qinghongzhou@126.com; \* 通讯作者:杨寅桂,副教授,博士,E-mail: yangyingui@163.com。

国工厂化生产发展最快的食用菌种类之一<sup>[3]</sup>。因为金针菇一般是在低温条件下出菇,其子实体形成和生长最适温度为8~14℃<sup>[4]</sup>,所以周年栽培金针菇的成本较高。早熟和耐高温是金针菇的重要经济性状,它对于缩短金针菇的生产周期、调节产品上市期、降低工厂化反季节栽培的能耗,以及提高金针菇栽培的经济效益等方面具有重要的作用<sup>[5]</sup>。培育耐高温且早熟丰产的金针菇品种,提高工厂化生产的效益成为金针菇栽培育种的一项重要目标。

航天育种技术是农作物诱变育种的新兴领域和重要手段,可以加速农作物新种质资源的优良品种的选育。我国利用航天诱变育种已经成功培育出了水稻、小麦、黄瓜、甜椒、莲子等一批高产抗病的作物新品种<sup>[6-7]</sup>。相对于其它育种方法,航天育种具有突变频率高、有益变异多,可出现常规育种不易出现的变异、不会存在安全问题等特点,还能有效解决金针菇提早出菇等问题<sup>[8-11]</sup>。因而成为金针菇新品种选育的一种有效新技术。

本研究以两个航天诱变菌株及其亲本为材料,通过栽培试验研究其耐高温、早熟的特异性状,可为金针菇耐高温、早熟育种提供科学的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试菌株

白色金针菇菌株“江山白”(亲本,作为对照),两株航天诱变菌种(航金1号和航金2号)均为江西省农科院农业应用微生物研究所提供。

### 1.2 培养基配方

配方一:棉籽壳99%,石膏1%;配方二:棉籽壳34%,杂木屑34%,麦麸25%,玉米粉5%,石膏1%,蔗糖1%;配方三:棉籽壳78%,麦麸20%,石膏1%,蔗糖1%<sup>[12]</sup>。

### 1.3 试验方法

1.3.1 金针菇高产配方筛选和早熟性栽培试验 分别按上述3种配方配料并拌匀,用塑料袋(17 cm×33 cm)装料,每袋装料0.55 kg,每个菌种每配方栽培5袋共栽培45袋。灭菌、接种、培养按常规,室内25℃发菌,12℃诱导出菇和培养,管理按常规,记载各配方中各金针菇子实体产量情况。

1.3.2 金针菇菌丝体高温生长状况比较试验 制作好PDA培养基(马铃薯200 g,糖20 g,琼脂20 g,加水1 000 mL)后,一部分做试管培养基,每管15 mL,每菌株各接种5管;其余培养基装入三角瓶,空培养皿用报纸包好,随培养基高压蒸汽灭菌。在无菌条件下将三角瓶内PDA培养基倒入培养皿中(10~15 mL/皿)。冷却后接种,将各航天菌株和对照分别接入不同的培养皿,每菌株重复3次,置30℃生化培养箱中培养,观察其生长状况。

1.3.3 金针菇耐高温栽培试验 按配方二配料并拌匀,用17 cm×33 cm塑料袋装料,每袋装料0.55 kg,每个菌种栽培5袋共栽培15袋。灭菌、接种、培养按常规,室内25℃发菌,18℃诱导出菇和培养,管理按常规,记载各配方中各金针菇产量情况。

表1 不同配方培养基中各金针菇发菌状况和子实体产量比较

Tab.1 Comparison for mycelium growth and fruiting body yield of *Flammulina velutipes* on the different culture medium

配方 Ingredient	菌株 Strains	发菌天数/d Mycelial growth duration	菌丝长势 Growth potential	平均日长速/(mm·d <sup>-1</sup> ) Growth rate per day	袋平均产量/g Average daily output
配方一 Ingredient I	航金1号	39	较浓白	3.85	232.40
	航金2号	43	较浓白	3.49	221.60
	对照	51	稀疏浅白	2.94	211.80
配方二 Ingredient II	航金1号	26	较浓白	5.77	275.70
	航金2号	30	浓白	5.00	254.90
	对照	42	稀疏浅白	3.57	227.80
配方三 Ingredient III	航金1号	27	较浓白	5.56	246.80
	航金2号	32	浓白	4.69	227.40
	对照	43	稀疏浅白	3.48	232.90

## 2 结果与分析

### 2.1 不同配方培养基对各菌株的栽培生长影响

从表 1 可以看出,不同配方对各金针菇菌丝生长的影响有明显差异。用配方二作为培养基时各金针菇的发菌速度较快,满袋时间短。其中航金 1 号有最高平均日长速,为 5.77 mm/d,并且菌丝长势良好。各菌株菌丝生长得最差的是配方一,菌丝生长速度慢,满袋时间长,菌丝长势弱。就产量而言,配方二优于配方三,配方三优于配方一,而且在不同配方培养料上,两个航天诱变的菌株袋平均产量均高于对照,其中以配方二中航金 1 号产量最高为 275.70 g/袋,这在一定程度上说明,航天诱变菌株产量高而且稳定。



航金 1 号                      航金 2 号                      对照  
Hangjin I                      Hangjin II                      CK

图 1 各金针菇在配方二培养基中菌丝生长比较(接种 18 d)

Fig. 1 Comparison of the mycelial growth of *Flammulina Velutipes* on ingredient II (the 18th day after inoculation)

### 2.2 各金针菇早熟性的比较

由图 1 可以看出,接种 18 d 后,各金针菇菌株在配方二培养基中菌丝生长速度、密度和健壮程度均有差别。其中,菌丝生长速度最快的是航金 1 号,菌丝较浓白,长势良好;航金 2 号菌丝生长速度次之,菌丝浓白;对照菌丝生长速度最慢,长势相对较弱,菌丝稀疏浅白。



航金 1 号                      对照                      航金 2 号  
Hangjin I                      CK                      Hangjin II

图 2 各金针菇在配方二培养基中出菇情况的比较(12 °C, 接种 40 d)

Fig. 2 Comparison of the fruiting body growth of *Flammulina Velutipes* on ingredient II (12 °C, the 40th day after inoculation)

在试验中,笔者将发满菌的金针菇栽培袋移至 12 °C 的低温环境下诱导出菇,然后比较接种 40 d 时 3 种菌株的出菇情况。从图 2 中可以看出,航金 1 号和航金 2 号菌株已长出菇丛,而对照还未有任何出菇的迹象;从图 3 可以看出,在接种 50 d 后,航天诱变的两个品种都达到了采收标准,而对照还处于幼蕾期,说明金针菇航天诱变种具有一定的早熟性。

表 2 各金针菇在配方二培养基中的早熟性比较试验

Tab. 2 Comparison of the earliness of *Flammulina Velutipes* on ingredient II

菌株 Strains	采收时间 Harvest time	颜色 Colour	盖径/cm Pileus diameter	柄长/cm Stipe length	柄径/cm Stipe diameter	产量/(g·袋 <sup>-1</sup> ) Yield	生物学效率/% Biological efficiency
航金 1 号 Hangjin I	11.15	纯白	1.5	17.7	0.4	281.3	113
航金 2 号 Hangjin II	11.15	纯白	1.4	16.8	0.4	263.5	112
对照 CK	12.25	白	1.2	15.3	0.3	237.8	95

从表2可以看出,金针菇航天种比对照提早出菇10 d左右,表现出早熟性;而且,航天种在颜色、盖径、柄长、柄径、产量等经济性状方面均高于对照,它们的色泽度和菇形、产量均比对照好。



图3 各金针菇在配方二培养基中的早熟性试验(14 °C, 接种50 d)

Fig. 3 Comparison of the earliness of *Flammulina Velutipes* on ingredient II (14 °C, the 50th day after inoculation)

### 2.3 各金针菇在高温培养下的生长状况比较

据研究资料表明,金针菇菌丝生长温度范围为4~32 °C,最适温度为20~24 °C,在15 °C以下菌丝生长量减少,32 °C以上菌丝停止生长。金针菇子实体形成的温度范围为5~20 °C,原基分化的最适温度为10~14 °C,子实体发育的最适温度为8~14 °C,当温度超过19 °C时菇蕾容易萎蔫干枯,21 °C以上

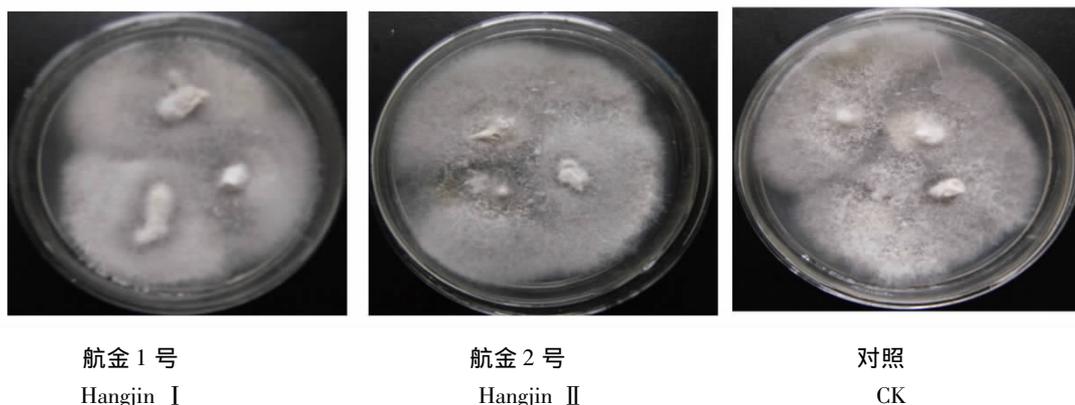


图4 金针菇母种菌丝高温生长状况比较(30 °C, 接种第10 d)

Fig. 4 Comparison of the mycelial growth rate of *Flammulina Velutipes* in high temperature(30 °C, the tenth day)

时,则不易出菇<sup>[5]</sup>。从图4中可以看出,在30 °C高温下,金针菇对照母种菌丝虽然也能生长,但颜色有异常,而且出现老化现象,而航金1号和航金2号长势良好,尤其以航金1号长势旺盛,说明航金1号和航金2号菌株比对照较耐高温。

一般金针菇子实体生长温度为8~12 °C,而从图5中可以看出,在18 °C的相对高温下,航金1号和航金2号则表现为出菇整齐、产量较高,而对照金针菇子实体生长受到抑制,几乎无产量。

由此说明,金针菇航天新品种有耐高温栽培的特性。



图5 金针菇栽培种高温出菇情况比较(18 °C, 接种55 d)

Fig. 5 Comparison of the fruit body growth of *Flammulina Velutipes* in high temperature (18 °C, the 55th day)

### 3 小 结

目前,以金针菇菌丝片断和原生质体为诱变材料,通过 $\gamma$ 射线、紫外线、激光和太空辐射后,食用菌生理生化和遗传特性发生变化及新品种选育研究的报道较多。刘程华等<sup>[13]</sup>利用紫外线对野生金针菇菌株进行诱导驯化,培育出产量高、色泽黄白、适应能力强的金针菇菌株,并推广应用。杨宗渠等<sup>[14]</sup>用 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照 F126 的双核菌丝,经过筛选培育出金针菇新菌株辐金 1 号,并进行了生活因子试验、平皿抗杂试验和生产试验,结果表明,新菌株辐金 1 号具有菌丝生长快、抗杂力较强、产量高等特点,是一个经济性状优良的菌株。贾建航等<sup>[11]</sup>利用空间微重力、高真空、超洁净、强宇宙射线的特殊条件,对金针菇、香菇、平菇等进行卫星和高空气球搭载,搭载后的金针菇等在拮抗反应、菌丝生长速度、出菇形态等方面出现明显的变异。我们的前期对航天诱变菌种的生物学效应和酯酶同工酶的研究也得出类似的结论<sup>[15-16]</sup>。这说明空间诱变可能为金针菇的遗传育种提供新途径。

本研究使用的 3 种配方培养料栽培中,金针菇各菌株之间体现出的早熟性差别都是一致的,这说明其早熟特性相对稳定,在高产培养基(配方二)上进行各菌株栽培,航金 1 号表现出较明显的早熟性,航金 2 号次之,对照表现较差。

在高温下,各菌株菌丝生长和出菇栽培试验显示:航金 1 号和航金 2 号母种菌丝在 30℃ 高温下皆能正常生长,且菌丝绒白、浓密整齐,而对照虽能生长,但菌丝生长势不强,稀疏浅白。18℃ 的相对高温下,航金 1 号和航金 2 号能正常出菇生长,且航金 1 号子实体产量较高,对照不能正常出菇,几乎无产量。金针菇航天种表现出明显的耐高温特性,其中航金 1 号菌株此特性表现得较为突出。金针菇航金 1 号显示出的早熟性和耐高温性,体现该菌株具有重要的生产价值和意义。

#### 参考文献:

- [1]吕作舟. 食用菌栽培学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 200-202.
- [2]魏华, 谢俊杰, 吴凌伟. 金针菇营养保健作用[J]. 食用菌学报, 1995, 9(2): 92-97.
- [3]黄毅. 金针菇工厂化栽培现状与对策[J]. 食用菌, 2009(6): 3-5.
- [4]赵书光. 白色金针菇高产早熟品种选育[D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
- [5]徐珍, 尚晓冬, 郭倩, 等. 早熟金针菇新品种 G1 的杂交选育[J]. 食用菌学报, 2009, 16(4): 20-22.
- [6]刘录祥, 郭会君, 赵林妹, 等. 我国作物航天育种 20 年的基本成就与展望[J]. 核农学报, 2007, 21(6): 589-593.
- [7]刘录祥, 王晶, 赵林妹, 等. 作物空间诱变效应及其地面模拟研究进展[J]. 核农学报, 2004, 18(4): 247-251.
- [8]Gu R Q, Shen H M. Effects of space flight on the growth and some cytological characteristics of wheat seedlings[J]. Acta Photophysiological Sinica, 1989, 15(4): 403-407.
- [9]Mei M, Qin Y, Sun Y, et al. Morphological and molecular changes of maize plants after seeds been flown on recoverable satellite[J]. Advances in Space Research, 1998, 22: 1691-1697.
- [10]Kostina L. The influence of space flight factors on viability and mutability of plants[J]. Adv Space Res, 1984, 4(10): 65-70.
- [11]贾建航, 金德敏, 边银丙, 等. 食用菌空间诱变育种研究[J]. 食用菌学报, 1998, 5(4): 11-16.
- [12]陈士瑜, 陈惠. 菇菌栽培手册[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2003: 45-47.
- [13]刘程华, 贾彦宙, 周彩雯, 等. 野生金针菇的驯化与栽培[J]. 内蒙古农业科技, 2002(5): 35-36.
- [14]杨宗渠, 王柏楠, 王勤波, 等.  $\gamma$ 射线诱变选育金针菇新菌株[J]. 核农学报, 2002, 16(5): 325-327.
- [15]张诚, 陈柳萌, 沈爱喜, 等. 金针菇菌丝航天诱变效应的研究[J]. 食用菌, 2008, 30(2): 21-22.
- [16]周庆红, 杨寅桂, 肖旭峰, 等. 金针菇航天种菌丝诱变效应的研究[J]. 中国食用菌, 2010, 29(5): 37-39, 62.