

陆娜, 王伟科, 宋吉玲, 等. 桑枝杏鲍菇生物学特性及遗传差异[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 231–233.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.075

# 桑枝杏鲍菇生物学特性及遗传差异

陆娜<sup>1</sup>, 王伟科<sup>2</sup>, 宋吉玲<sup>2</sup>, 袁卫东<sup>1</sup>

(1. 浙江大学农业与生物技术学院, 浙江杭州 310024; 2. 杭州市农业科学研究院, 浙江杭州 310024)

**摘要:**比较 14 个杏鲍菇菌株的菌丝生长速度、产量、农艺性状、拮抗性和酯酶同工酶谱, 结果表明, 14 个菌株间存在遗传差异, 大致可以分为 5 大类群, 菌株 P14、P2、P1、P6、P7、P8 和 P4 为第 1 类群, 菌株 P11 为第 2 类群, 菌株 P13、P10、P5 为第 3 类群, 菌株 P12 和 P3 为第 4 类群, 菌株 P9 为第 5 类群; 拮抗试验和同工酶试验结果基本吻合。

**关键词:**桑枝; 杏鲍菇; 生物学特性; 遗传差异; 同工酶

**中图分类号:** S646.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0231-03

食用菌产业是浙江省十大特色优势产业之一, 也是杭州市新兴发展的一个朝阳产业。近年来, 杭州市珍稀食用菌产业呈现稳定快速发展态势, 已成为杭州都市农业发展新的亮点。珍稀食用菌杏鲍菇是一种品质极佳的大型肉质伞菌, 营养价值高, 菇肉肥厚、质地脆嫩, 具有淡淡的杏仁香味, 保质期长, 深受广大消费者喜爱, 产品在市场上供不应求, 且价格基本稳定在 16~20 元/kg, 比普通平菇等高出 4~5 倍, 商品价值高。目前, 杏鲍菇在杭州建德、淳安、临安等地有规模种植, 年栽培达 200 多万袋, 并呈逐年扩大的趋势。当前, 杭州市种植杏鲍菇主要存在的问题有: 一是杏鲍菇品种混杂, 由于品系不清, 菇农每年都需要反复引种、试种, 不敢大面积栽培, 经常耽误生产季节; 二是栽培管理存在不足, 造成产品质量参差不齐, 影响生产效益。笔者通过引进各地杏鲍菇优良菌株, 采用桑枝立体栽培方法进行品比试验, 研究菌株的遗传差异, 以获得适宜本地栽培的杏鲍菇菌株, 为杭州地区桑枝杏鲍菇栽培提供有益帮助。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

14 个杏鲍菇菌株, 从国内有代表性的科研单位和基地引进。

### 1.2 培养基

母种培养基(马铃薯综合培养基): 马铃薯 200 g, 葡萄糖 20 g, 琼脂 20 g, 蛋白胨 5 g, 酵母膏 1 g, 水 1 000 mL, pH 值为 5.5; 原种培养基: 棉籽壳 78%, 麸皮 20%, 石灰 1%, 石膏 1%; 栽培料配方: 桑枝 17%, 木屑 20%, 棉籽壳 37%, 麸皮 24%, 糖 1%, 轻质 CaCO<sub>3</sub> 1%, 含水量 65%。

### 1.3 杏鲍菇不同菌株菌丝的长势试验

每个杏鲍菇菌株接种 5 个 750 mL 玻璃瓶, 培养基配方为

原种培养基, 每瓶含干料 300 g; 从同步培养的杏鲍菇母种中取约 3 cm×2 cm 的菌块接种于玻璃瓶中央, 置于 26℃ 培养箱内恒温培养<sup>[1]</sup>; 当菌丝铺满整个瓶面时开始测量, 定期记录, 当有菌株菌丝长满玻璃瓶时, 试验结束。通过记录菌丝生长的长度和时间, 计算菌丝生长速度, 同时观察菌丝形态及其长势。

### 1.4 杏鲍菇不同菌株出菇试验

1.4.1 菌包制作 采用用菌棒式栽培, 每袋干料为 0.5 kg, 每个配方 100 棒。将培养料装到袋内, 松紧适度; 装料后用线扎实, 在火焰上熔封; 用特制打孔器, 在塑料袋的一侧等距离打 4 个孔, 洞径 1.5 cm, 孔深 2 cm, 用胶布贴在接种孔上<sup>[2]</sup>。

1.4.2 菌包消毒与接种 采用高压灭菌锅进行灭菌, 料袋分层放置, 保持压力 0.15 MPa, 121℃、灭菌 2 h。接种前进行消毒处理, 料温降至 30℃ 时, 将袋料及杏鲍菇原种放入接种室内, 无菌接种台采用紫外线进行消毒杀菌; 接种时揭开胶布一角, 从原种瓶中取 1 勺原种培入穴中, 贴好胶布。

1.4.3 菌丝培养 接种后, 在培养室将菌袋袋口朝同一方向横放上堆, 堆高 6~8 层; 培养室在堆放菌袋前采用石灰进行卫生消毒杀菌, 堆放菌袋后培养室温度控制在 26~28℃, 空气相对湿度控制在 65%~70%, 培养环境基本黑暗, 加强通风管理; 培养室培养 30 d 左右, 接种后 1 周检查 1 次, 及时剔除被污染的栽培袋, 观察记录菌丝长势。

1.4.4 出菇管理 菌袋袋口朝上竖排放在床架上, 将菌袋上胶布撕下作为出菇口, 温度控制在 15~18℃ 为宜, 当原基出现并达 4~5 cm 时, 菇棚内相对湿度控制在 80%~90% 为宜, 不能直接向子实体喷水。

1.4.5 采收与记录 当杏鲍菇子实体成熟、菌盖卷边未平展时即可采收, 出菇后分潮次对产量进行记录, 并对杏鲍菇子实体的形态进行观察。

### 1.5 杏鲍菇不同菌株菌丝的拮抗试验

2 个菌种为 1 组, 接种于含母种培养基的培养皿上, 25℃ 避光培养 10 d。每个处理重复 3 次, 观察各菌株间是否有拮抗反应, 是否形成明显的拮抗线。

### 1.6 杏鲍菇不同菌株酯酶同工酶比较

采用标准 NY/T 1097—2006《食用菌菌种真实性鉴定 酯酶同工酶电泳法》中规定的方法<sup>[3]</sup>进行。

收稿日期: 2014-04-29

基金项目: 国家食用菌产业技术体系建设专项(编号: CARS-24)。

作者简介: 陆娜(1983—), 女, 江苏太仓人, 农艺师, 从事食用菌栽培研究。Tel: (0571) 87091481; E-mail: 13738068366@163.com。

通信作者: 袁卫东, 高级农艺师, 主要从事食用菌育种及栽培研究。

Tel: (0571) 87091481; E-mail: ywd0507@126.com。

2 结果与分析

2.1 杏鲍菇不同菌株菌丝的长势

根据观察,各杏鲍菇菌株的菌丝生长良好,生长均匀整齐,菌丝洁白。由表 1 可见,杏鲍菇 P5 菌丝的生长速度为

0.505 cm/d,是长势最好的菌株,其生长速度与其他菌株存在一定差异;杏鲍菇 P12、P9、P11 的菌丝生长速度次之,分别为 0.503、0.491、0.491 cm/d;生长相对较慢的菌株是杏鲍菇 P13 和 P4,其菌丝生长速度分别为 0.405、0.431 cm/d,长势较差。

表 1 杏鲍菇不同菌株菌丝的长势和生长速度

品种	菌丝长势	菌丝生长速度 (cm/d)						差异显著性	
		1	2	3	4	5	平均数	0.05	0.01
P5	++++	0.500	0.514	0.500	0.485	0.528	0.505	a	A
P12	++++	0.514	0.485	0.514	0.529	0.471	0.503	ab	AB
P9	++++	0.500	0.485	0.485	0.528	0.457	0.491	abc	ABC
P11	+++	0.500	0.471	0.500	0.514	0.471	0.491	abc	ABC
P3	++++	0.471	0.457	0.500	0.528	0.471	0.485	abcd	ABCD
P8	+++	0.471	0.457	0.500	0.471	0.485	0.477	bcde	ABCDE
P14	+++	0.457	0.442	0.500	0.485	0.485	0.474	cdef	ABCDE
P6	+++	0.457	0.471	0.471	0.457	0.485	0.468	cdef	BCDE
P2	+++	0.442	0.471	0.457	0.457	0.471	0.460	def	CDEF
P7	++	0.428	0.442	0.485	0.442	0.457	0.451	efg	DEF
P10	+++	0.442	0.428	0.457	0.442	0.471	0.448	fg	EF
P1	++	0.428	0.442	0.428	0.414	0.457	0.434	g	FG
P4	+	0.400	0.428	0.442	0.428	0.457	0.431	g	FG
P13	++	0.385	0.400	0.428	0.400	0.414	0.405	h	G

2.2 杏鲍菇不同菌株的出菇情况

由表 2 可见,各菌株间的产量有明显差别,其中,产量最高的菌株为杏鲍菇 P14,产量为 0.32 kg/棒,按照每棒原料(干料)0.5 kg 计算,生物学转化率达到 65%;其次为杏鲍菇 P3、P12,产量分别为 0.31、0.29 kg/棒,产量最低的为杏鲍菇 P13,产量为 0.18 kg/棒。通过观察,杏鲍菇 P13、P1 和 P2 菇型不整齐,有畸形菇出现。从产量来看,P3、P14、P12 为优良菌株,可以运用到桑枝栽培杏鲍菇生产中去。

表 2 杏鲍菇不同菌株子实体产量

品种	数量 (棒)	产量 (kg)					单产 (kg/棒)
		第一潮菇	第二潮菇	第三潮菇	第四潮菇	合计	
P14	100	8.06	18.15	6.00		32.21	0.32
P3	100	10.51	11.66	4.69	4.35	31.21	0.31
P12	100	8.43	16.46	4.30		29.19	0.29
P7	100	7.87	10.12	2.25	4.13	24.37	0.24
P11	100	8.38	12.69	3.38		24.45	0.24
P5	100	7.90	8.47	3.65	3.75	23.77	0.24
P4	100	6.23	9.92	3.23	4.39	23.77	0.24
P9	100	5.80	9.36	3.46	4.88	23.50	0.24
P8	100	5.62	6.54	9.42	1.37	22.95	0.23
P2	100	10.04	8.54	3.69		22.27	0.22
P10	100	8.82	5.82	2.91	4.73	22.28	0.22
P1	100	6.22	10.44	3.56		20.22	0.20
P6	100	6.97	4.70	7.46		19.13	0.19
P13	100	6.38	5.34	6.38		18.10	0.18

2.3 杏鲍菇不同菌株的农艺性状比较

由表 3 可见,14 个杏鲍菇菌株子实体形状大致分为圆柱状(棍棒形)、近圆柱状(圆锥形)、保龄球状、近保龄球状(鼓形)4 类;菌株 P9 的菌盖直径最小,为 3.95 cm,其次是 P6、

P3,菌株 P11 菌盖直径最大,为 7.88 cm;菌株 P9 的菌柄最小,为 2.86 cm,其次是 P1、P10,菌株 P7 的菌柄最大,为 6.52 cm;菌株 P10 的菌柄长度最小,为 5.08 cm,其次 P9、P12,菌株 P5 的菌柄最长,为 10.20 cm。

表 3 杏鲍菇不同菌株子实体农艺性状比较

品种	子实体形状	菌盖颜色	菌盖直径 (cm)	菌柄颜色	菌柄直径 (cm)	菌柄长 (cm)
P1	圆柱状	浅灰	5.73	洁白	3.04	7.50
P2	近圆柱状	浅灰	6.10	洁白	3.86	8.29
P3	近保龄球状	浅灰	4.52	洁白	3.50	6.42
P4	近保龄球状	浅灰	5.22	洁白	3.48	8.20
P5	圆柱状	浅灰	6.89	洁白	5.30	10.20
P6	保龄球状	浅灰	4.36	洁白	4.21	7.12
P7	近圆柱状	灰色	7.30	白	6.52	8.10
P8	近圆柱状	浅灰	6.80	洁白	5.25	6.33
P9	近圆柱状	灰色	3.95	白	2.86	5.48
P10	近保龄球状	灰色	4.74	白	3.14	5.08
P11	近圆柱状	灰褐	7.88	白	5.34	9.27
P12	近保龄球状	浅灰	5.46	洁白	3.21	5.69
P13	圆柱状	灰色	6.39	白	5.18	7.56
P14	近圆柱状	浅灰	5.82	洁白	3.87	6.60

2.4 杏鲍菇不同菌株间的拮抗试验

由表 4、图 1 可见,在 91 个试验组中,有拮抗现象的为 66 组,拮抗现象不明显或无拮抗现象的为 25 组。

2.5 杏鲍菇不同菌株酯酶同工酶比较

由图 2 可见,14 个菌株具有恒定的谱带数,共检测出 18 条谱带,Rf 5.5 与 Rf 5.8 是多数菌株共同拥有、活性很强的酶带,可认为其是表达杏鲍菇基本特征的基础酶带;菌株间在酶带活性、数量和 Rf 值上存在不同程度的差异;菌株 P1、P2 和 P14 的酶带位置相同,只是在着色强度上略有差异;菌株

表 4 不同杏鲍菇菌株的拮抗试验结果

品种	拮抗结果												
	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
P1	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
P2		+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
P3			+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
P4				+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
P5					+	+	+	+	-	+	+	-	+
P6						-	-	+	+	+	+	+	-
P7							-	+	+	+	+	+	-
P8								+	+	+	+	+	-
P9									+	+	+	+	+
P10										+	+	-	+
P11											+	+	+
P12												+	+
P13													+

注：“+”表示拮抗现象明显；“-”表示拮抗现象不明显或没有。

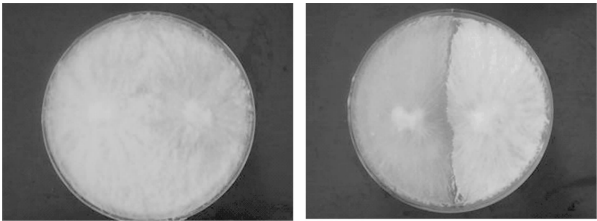


图1 杏鲍菇不同菌株间的拮抗试验结果

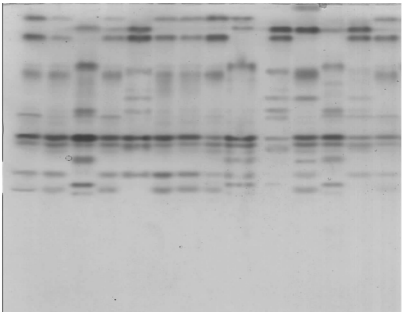


图2 杏鲍菇各菌株间不同的酯酶同工酶图谱

P6、P7、P4 与 P1 等酶带数相同,但是多了 Rf 5.0 和 Rf 1.0 特征带;菌株 P12 比 P3 多 Rf 2.8 酶带;菌株 P5、P10 和 P13 酶带位置基本一样,但在 Rf 2.7、Rf 3.3、Rf 3.6 这 3 条酶带上稍有不同;菌株 P9 和 P11 相对其他品种而言,酶带明显较少,其中,Rf 0.2 是 P11 的特征酶带。

由图 3 可见,14 个菌株在 74% 相似水平上可以分为五大类,第 1 类群为菌株 P14、P2、P1、P6、P7、P8 和 P4,第 2 类群为菌株 P11,第 3 类群为 P13、P10、P5,第 4 类群为 P12 和 P3,第 5 类群为 P9,其中第 1 类群所占比例较大,占 50%;菌株 P14、P2、P1、P6、P7 和 P8 的相似系数为 1,结合拮抗反应,说明 P14、P2、P1、P6、P7 与 P8 极有可能为同一菌株。

3 结论

试验结果表明,杏鲍菇菌株 P5 的菌丝生长速度最快,与其他菌株菌丝的生长速度之间存在差异,其次是杏鲍菇菌株 P12、P9、P11,生长相对最慢的是菌株 P13 和 P4;各菌株间产

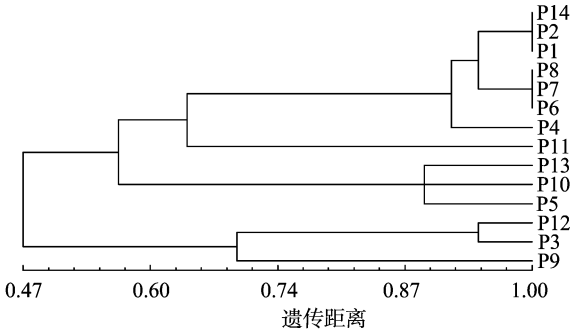


图3 杏鲍菇不同菌株的聚类分析

量有着明显的差别,其中,产量最高的菌株 P14,其次为菌株 P3、P12 和 P11,产量最低的是菌株 P13,菌株 P13、P1 和 P2 菇型不整齐,出现畸形菇;从产量来看,菌株 P3、P14、P12 为优良菌株,可以推荐应用到桑枝栽培杏鲍菇生产中去。

拮抗试验是鉴定菌株间遗传差异的传统方法,菌丝之间的拮抗反应是菌株间不同遗传特性的重要表现,可表明不同菌株分属于不同亲和群。从测定结果看,14 个杏鲍菇菌株生物学特性表现出一定差异,拮抗现象比较明显。同工酶图谱可作为鉴定物种,研究分类、进化与变异的重要指标。试验结果表明,杏鲍菇菌株酯酶同工酶图谱丰富、酶带活性强、带型各异,这说明编码同工酶的基因数量多,有极丰富的遗传多态性。

综合杏鲍菇菌株生物学特性、出菇试验、拮抗试验、同工酶试验结果发现,拮抗试验和同工酶试验结果基本吻合,14 个杏鲍菇菌株大致可以分为五大类群。菌株的菌丝生长速度和产量没有表现出各类群特点,这是由于菌丝生长速度和产量易受环境条件和基因显隐性的影响。

参考文献:

[1]姚祥坦,张 敏,徐素琴. 不同桑枝屑配比培养料对杏鲍菇生长及产量影响[J]. 中国食用菌,2009,28(2):65-66.  
[2]黄志龙,肖淑霞,上官舟建. 杏鲍菇优良菌株筛选及配套标准化栽培技术[J]. 食用菌,2008,30(2):25-27.  
[3]黄晨阳,张金霞,陈 强,等. NY/T 1097—2006 食用菌菌种真实性鉴定酯酶同工酶电泳法[S]. 北京:中国标准出版社,2006.