

灵芝新品种药赤芝1号的选育研究

贺黎铭 姚珂 周州 江南 罗霞*

(四川省中医药科学院菌类药材研究所/菌类药材系统研究与开发实验室/
中药材品质及创新中药研究四川省重点实验室 成都 610041)

摘要: 为了选育出符合《中国药典》标准的高产优质灵芝药材新品种,本研究采用系统选育法,从野生灵芝菌株中选育出1株综合性状优良的灵芝菌株——“药赤芝1号”。以已审定品种和本课题组同期系统选育的灵芝菌株为对照,对“药赤芝1号”进行连续2年的多点品比试验。结果表明,“药赤芝1号”在2年的多点品比试验中遗传性状表现稳定一致,生产周期约95d,产量大于65g/kg,内在品质符合《中国药典》(2015年版)标准,浸出物、多糖、三萜及甾醇含量3项关键指标均显著高于对照。该品种具有适应性强、生产周期较短、产量高、内在品质优的特点,可满足市场对优质灵芝药材的需求,具有较大的推广价值。

关键词: 灵芝; 药赤芝1号; 品种选育

灵芝是我国传统的名贵食药菌,是一类具有重要药用价值的多孔菌科真菌^[1],《中华人民共和国药典》(2020版)收录的灵芝包括赤芝(*Ganoderma lucidum*)和紫芝(*Ganoderma sinense*),具有补气安神、止咳平喘等功效^[2]。研究表明,已从灵芝中分离到400多种活性物质^[3],其中多糖和三萜被认为是主要活性成分,具有免疫调节、抗肿瘤、抗氧化、抗衰、降血糖和抗炎等药理作用^[4-7]。随着灵芝应用方向的不断延伸和大健康产业的迅速发展,急需满足饮片、保健食品、化妆品等不同市场需求的优质品种。因此,为了向企业的饮片、保健食品和化妆品开发生产提供优质原料,本研究应用采集的野生赤芝种质资源,采用系统选育法,选育出了符合《中华人民共和国药典》标准的高产优质赤芝新品种——“药赤芝1号”。

1 材料与方法

1.1 亲本来源

来源于四川乐山市、雅安州、攀枝花市、绵阳市、广元市等地采集的野生赤芝种质资源,经组织分离、纯化后获得的赤芝菌种,保藏于四川省中医药科学院菌类药材研究所。

1.2 选育过程

2010~2014年,课题组分别在四川乐山市、雅

安州、攀枝花市、绵阳市、广元市等地采集野生赤芝种质资源52份。经子实体组织分离,获得纯培养物25份。

2015年,课题组针对纯化的25份赤芝菌种进行了驯化栽培,并获得生产性能较优的赤芝菌株16株。

2015~2016年,课题组进一步对上述16个菌株开展连续2个生长周期的比较试验,通过对子实体产量和内在品质(多糖、三萜等)的比较,筛选获得1个来源于四川峨眉山、综合性状优良的菌株——ZL86,命名为“药赤芝1号”。

2017~2018年,对“药赤芝1号”进行了连续2年的品种多点试验,同时设置2个对照,分别是已审定品种“三祥灵芝”(川审药2015009)和本课题组同期系统选育的赤芝菌株ZL158、ZL183。试验结果表明,“药赤芝1号”遗传性状均稳定一致,其干燥子实体符合《中华人民共和国药典》(2015年版一部)标准,与对照相比具有生产周期较短,产量高,内在品质优的特点。

2020年,“药赤芝1号”通过四川省非主要农作物品种认定委员会认定,认定编号为川认药2020010。

1.3 多点品比试验

2017~2018年连续2年分别在成都市崇州市、绵阳市安县、德阳市旌阳区、广元利州区进行品种比较试验,共5个试验点,记为CZ1,MY1,JY1,JY2,LZ1。参试菌株为本课题组驯化栽培的赤芝菌株药“赤芝1号”“三祥灵芝”(对照,当地主栽品种)和“ZL158”“ZL183”(对照,同期系统选育菌株),采用袋式熟料栽培方法,选择可满足温度、湿度、光照、通

收稿日期:2021-11-29

基金项目:四川省科技计划资助项目(A-2019N-28,2020YJ0439,2019JDPT0012,2021YFYZ0012);国家现代农业产业技术体系四川道地中药材创新团队项目(SCCXTD-2020-19)。

作者简介:贺黎铭(1988-),女,硕士,助理研究员,研究方向:菌类药材育种与栽培研究。E-mail:327712229@qq.com。*为通讯作者。

气量调节要求的,近两年未出现严重病虫害的大棚进行栽培。采用单因素随机区组设计,每个菌株设为1个处理,每个处理100袋,设4次重复。生长期对物候期与外观形态等性状进行观测和记录,采收后测定产量,干燥子实体的浸出物和多糖含量等按照《中国药典》(2015年版一部)^[8]方法进行测定。

1.4 数据分析

绝对生物转化率按照公式计算(绝对转化率% = 子实体干重 g/栽培料的干重 kg × 100)。采用DPS 统计分析软件进行数据处理和分析。

表1 赤芝品种比较试验物候期记录

年份	地点	品种	菌丝期(d)	原基期(d)	第一潮子实体期(d)	第二潮子实体期(d)	总生产周期(d)
2017	CZ1	三祥灵芝	43	11	25	30	109
		ZL158	40	10	24	29	103
		药赤芝1号	39	8	22	25	94
		ZL183	43	9	26	27	105
	MY1	三祥灵芝	43	10	26	28	107
		ZL158	40	11	24	32	107
		药赤芝1号	40	9	21	25	95
		ZL183	43	11	25	28	107
	JY1	三祥灵芝	45	10	26	27	108
		ZL158	44	12	23	27	106
		药赤芝1号	41	8	22	26	97
		ZL183	42	11	25	29	107
	JY2	三祥灵芝	42	12	24	30	108
		ZL158	43	10	25	27	105
		药赤芝1号	40	8	20	27	95
		ZL183	42	10	25	24	101
	LZ1	三祥灵芝	42	11	24	27	104
		ZL158	41	11	26	28	106
		药赤芝1号	38	7	22	25	92
		ZL183	41	9	24	29	103
2018	CZ1	三祥灵芝	44	11	24	30	109
		ZL158	46	12	25	28	111
		药赤芝1号	40	9	21	25	95
		ZL183	50	14	25	28	117
	MY1	三祥灵芝	43	11	26	28	108
		ZL158	47	10	26	27	110
		药赤芝1号	42	8	22	24	96
		ZL183	46	16	26	27	115
	JY1	三祥灵芝	45	11	25	28	109
		ZL158	45	12	23	28	108
		药赤芝1号	41	9	22	24	96

2 结果与分析

2.1 物候期

各参试菌株在不同试验点的生长时间相差不大(表1)。各菌株的菌丝期、原基期和子实体期都有一定差异。在各个试验点,“药赤芝1号”的生产周期均短于对照品种和其余两个参试菌株,平均生产周期为95 d,“三祥灵芝”“ZL158”和“ZL183”的平均生产周期分别为108、107和110 d。“药赤芝1号”的生产周期较对照品种“三祥灵芝”缩短13d左右。

续表 1

年份	地点	品种	菌丝期(d)	原基期(d)	第一潮子实体期(d)	第二潮子实体期(d)	总生产周期(d)
		ZL183	48	16	25	29	118
	JY2	三祥灵芝	41	11	25	29	106
		ZL158	41	12	24	28	105
		药赤芝 1 号	40	9	22	25	96
		ZL183	40	15	25	30	110
	LZ1	三祥灵芝	44	12	24	29	109
		ZL158	42	15	22	28	107
		药赤芝 1 号	40	9	20	24	93
		ZL183	44	17	25	31	117

2.2 外观形态观察

各参试菌株在不同试验点的外观形态在各时期均完全一致,其中“药赤芝 1 号”背面呈黄褐色,腹面黄白色,棱纹不明显。对照品种“三祥灵芝”背面

黄褐色,腹面黄白色,棱纹较明显(表 3)。“药赤芝 1 号”的菌盖直径和菌盖厚度与对照品种“三祥灵芝”没有显著性差异。

表 2 赤芝品种比较试验不同时期外观形态观察

品种	菌丝期	原基期	子实体期
三祥灵芝	生长势极强,菌丝浓白,前沿整齐,有冲刺力	乳白色球状,质软,水分含量高,后期基部颜色逐渐变为浅褐色,端部变扁平	白色部位变扁,并呈肾形或扇形向外生长,延伸的部位背面逐渐变为黄褐色,变硬,形成具光泽皮壳,棱纹较明显,腹面黄白色;白色生长边缘逐渐消失
ZL158	生长势极强,菌丝浓白,前沿整齐,有冲刺力	乳白色球状,质软,水分含量高,后期基部颜色逐渐变为浅褐色,端部变扁平	白色部位变扁,并呈肾形或扇形向外生长,延伸的部位背面逐渐变为红褐色,变硬,形成具光泽皮壳,有棱纹,腹面黄白色;白色生长边缘逐渐消失
药赤芝 1 号	生长势极强,菌丝浓白,前沿整齐,有冲刺力	乳白色球状,质软,水分含量高,后期基部颜色逐渐变为浅褐色,端部变扁平	白色部位变扁,并呈肾形或扇形向外生长,延伸的部位背面逐渐变为黄褐色,变硬,形成具光泽皮壳,棱纹不明显,腹面黄白色;白色生长边缘逐渐消失
ZL183	生长势极强,菌丝浓白,前沿整齐,有冲刺力	乳白色球状,质软,水分含量高,后期基部颜色逐渐变为浅褐色,端部变扁平	白色部位变扁,并呈肾形或扇形向外生长,延伸的部位背面逐渐变为黄褐色,变硬,形成具光泽皮壳,有棱纹,腹面黄白色;白色生长边缘逐渐消失

表 3 赤芝品种比较试验子实体形态指标记录
($n=5 \times 10, \bar{x} \pm s$)

品种	菌盖直径(cm)	菌盖厚度(cm)
三祥灵芝	12.34 ± 1.26	1.30 ± 0.09
ZL158	11.85 ± 0.98	1.26 ± 0.11
药赤芝 1 号	12.62 ± 1.11	1.36 ± 0.12
ZL183	11.82 ± 0.96	1.29 ± 0.08

2.3 产量分析

连续 2 年“药赤芝 1 号”在 5 个试验点的产量均位列第一,两年产量分别达到 65.49g/kg 和 65.27g/kg(表 4),比对照品种“三祥灵芝”平均增产 11.72% 和 11.57%,都具有极显著性差异($P < 0.01$,表 5)。两个年度的产量增幅稳定。对“药赤芝 1 号”进行丰产性及稳定性分析(表 6),发现其产量高且稳定,适宜于所有赤芝种植地区。

表 4 赤芝品种比较试验产量记录

年份	地点	品种	产量(g/kg)				绝对生物转化率(%)	
			重复 1	重复 2	重复 3	重复 4		
2017	CZ1	三祥灵芝	58.40	57.60	59.00	59.40	58.60	5.86
		ZL158	60.40	61.00	61.80	62.20	61.35	6.14
		药赤芝 1 号	64.40	66.20	65.60	66.20	65.60	6.56
		ZL183	57.80	59.80	55.00	59.20	57.95	5.80
	MY1	三祥灵芝	59.00	56.80	59.40	58.40	58.40	5.84
		ZL158	61.00	59.80	58.20	61.20	60.05	6.01
		药赤芝 1 号	67.00	65.00	63.60	65.00	65.15	6.52

续表 4

年份	地点	品种	产量(g/kg)				小区平均	绝对生物转化率(%)
			重复 1	重复 2	重复 3	重复 4		
2018	JY1	ZL183	62.40	58.20	56.40	58.80	58.95	5.90
		三祥灵芝	59.00	57.40	58.40	57.80	58.15	5.82
		ZL158	60.40	61.60	60.60	61.60	61.05	6.11
	JY2	药赤芝 1 号	67.00	65.00	64.40	64.80	65.30	6.53
		ZL183	56.20	57.00	59.60	59.60	58.10	5.81
		三祥灵芝	59.00	57.80	60.20	58.80	58.95	5.90
	LZ1	ZL158	61.60	60.20	61.00	62.20	61.25	6.13
		药赤芝 1 号	65.80	67.00	65.60	63.60	65.50	6.55
		ZL183	58.60	59.00	57.00	59.40	58.50	5.85
	CZ1	三祥灵芝	59.80	59.20	60.20	56.80	59.00	5.90
		ZL158	61.00	60.80	62.80	61.00	61.40	6.14
		药赤芝 1 号	66.80	66.60	65.00	65.20	65.90	6.59
	MY1	ZL183	59.00	59.60	56.80	55.80	57.80	5.78
		三祥灵芝	59.00	57.80	58.60	59.80	58.80	5.88
		ZL158	59.80	60.60	62.00	62.80	61.30	6.13
	JY1	药赤芝 1 号	65.20	65.20	65.40	66.40	65.55	6.56
		ZL183	56.60	60.20	56.20	59.60	58.15	5.82
		三祥灵芝	57.20	57.80	57.80	57.60	57.60	5.76
	JY2	ZL158	61.60	59.00	59.40	61.60	60.40	6.04
		药赤芝 1 号	67.40	66.00	62.60	61.20	64.30	6.43
		ZL183	62.60	58.20	57.00	60.80	59.65	5.97
	LZ1	三祥灵芝	58.80	57.40	58.80	57.00	58.00	5.80
		ZL158	62.80	61.80	61.00	60.40	61.50	6.15
		药赤芝 1 号	64.80	64.60	64.80	65.20	64.85	6.49
JY2	ZL183	57.20	57.20	58.80	60.20	58.35	5.84	
	三祥灵芝	58.80	57.60	60.60	59.80	59.20	5.92	
	ZL158	61.40	60.20	60.80	62.80	61.30	6.13	
LZ1	药赤芝 1 号	66.00	67.20	64.60	65.60	65.85	6.59	
	ZL183	58.20	58.40	56.80	58.20	57.90	5.79	
	三祥灵芝	58.20	59.40	60.80	57.20	58.90	5.89	
LZ1	ZL158	61.20	60.60	63.80	61.40	61.75	6.18	
	药赤芝 1 号	67.40	66.20	64.20	65.40	65.80	6.58	
		ZL183	59.40	58.80	57.20	55.40	57.70	5.77

表 5 赤芝品种比较试验产量差异显著性多重比较

品种	2017 年			2018 年		
	均值(%)	5% 显著水平	1% 极显著水平	均值(%)	5% 显著水平	1% 极显著水平
药赤芝 1 号	6.5490	a	A	6.5270	a	A
ZL158	6.1020	b	B	6.1250	b	B
三祥灵芝	5.8620	c	C	5.8500	c	C
ZL183	5.8260	c	C	5.8350	c	C

表6 赤芝品种比较试验品种丰产性及其稳定性分析

年份	品种	丰产性参数		稳定性参数		回归系数	适应地区	综合评价
		产量	效应	产量	效应			
2017	药赤芝1号	6.5490	0.4643	0.0000	0.2588	1.1942	CZ1, MY1, JY1, JY2, LZ1	很好
	ZL158	6.1020	0.0173	0.0020	0.7156	2.0520	CZ1, MY1, JY1, JY2, LZ1	一般
	三祥灵芝	5.8620	-0.2228	0.0000	0.3121	1.7442	CZ1, MY1, JY1, JY2, LZ1	较差
	ZL183	5.8260	-0.2587	0.0030	0.9909	-0.9904	CZ1, MY1, JY1, JY2, LZ1	较差
2018	药赤芝1号	6.5270	0.4428	0.0020	0.6471	2.6809	CZ1, MY1, JY1, JY2, LZ1	很好
	ZL158	6.1250	0.0408	0.0010	0.6024	1.4828	CZ1, MY1, JY1, JY2, LZ1	较好
	三祥灵芝	5.8500	-0.2342	0.0020	0.7238	2.6482	CZ1, MY1, JY1, JY2, LZ1	较差
	ZL183	5.8350	-0.2492	0.0100	1.7190	-2.8118	MY1	不好

2.4 品质分析

“药赤芝1号”比较试验的干燥子实体浸出物、多糖和三萜及甾醇含量检测结果见表7。连续2年4个参试菌株在5个试验点的浸出物和多糖含量均符合《中国药典》标准,且“药赤芝1号”在5个试验

点的浸出物、多糖和三萜及甾醇含量均最高。综合2年5个试验点的数据分析,“药赤芝1号”的浸出物、多糖、三萜及甾醇含量3项关键指标平均依次为6.14%、1.37%和0.68%,分别较对照品种“三祥灵芝”提高11.19%、11.65%和12.38%。

表7 赤芝品种比较试验浸出物和多糖含量(n=3, $\bar{x} \pm s$)

地点	品种	2017年			2018年		
		浸出物含量 (%)	多糖含量 (%)	三萜及甾醇含量 (%)	浸出物含量 (%)	多糖含量 (%)	三萜及甾醇含量 (%)
CZ1	三祥灵芝	5.59 ± 0.32	1.22 ± 0.13	0.61 ± 0.09	5.50 ± 0.31	1.20 ± 0.12	0.61 ± 0.07
	ZL158	4.68 ± 0.24	0.98 ± 0.09	0.55 ± 0.04	4.66 ± 0.18	0.97 ± 0.08	0.53 ± 0.03
	药赤芝1号	6.13 ± 0.09 **	1.34 ± 0.07 **	0.68 ± 0.05 **	6.14 ± 0.10 **	1.35 ± 0.09 **	0.68 ± 0.04 **
	ZL183	4.98 ± 0.20	0.93 ± 0.04	0.52 ± 0.10	5.00 ± 0.18	0.93 ± 0.02	0.53 ± 0.08
MY1	三祥灵芝	5.55 ± 0.23	1.21 ± 0.11	0.61 ± 0.03	5.53 ± 0.24	1.22 ± 0.11	0.58 ± 0.05
	ZL158	4.79 ± 0.15	0.97 ± 0.05	0.55 ± 0.04	4.79 ± 0.15	0.97 ± 0.05	0.56 ± 0.04
	药赤芝1号	6.13 ± 0.12 **	1.33 ± 0.09 **	0.69 ± 0.05 **	6.13 ± 0.11 **	1.32 ± 0.12 **	0.68 ± 0.03 **
	ZL183	4.84 ± 0.16	0.95 ± 0.04	0.57 ± 0.05	4.85 ± 0.16	0.95 ± 0.05	0.57 ± 0.05
JY1	三祥灵芝	5.54 ± 0.24	1.22 ± 0.09	0.63 ± 0.03	5.53 ± 0.26	1.24 ± 0.09	0.59 ± 0.04
	ZL158	4.66 ± 0.14	0.93 ± 0.02	0.55 ± 0.06	4.66 ± 0.11	0.94 ± 0.04	0.53 ± 0.06
	药赤芝1号	6.18 ± 0.10 **	1.38 ± 0.04 **	0.68 ± 0.08 **	6.18 ± 0.13 **	1.39 ± 0.03 **	0.69 ± 0.06 **
	ZL183	4.91 ± 0.20	0.96 ± 0.05	0.53 ± 0.07	4.90 ± 0.19	0.96 ± 0.06	0.53 ± 0.03
JY2	三祥灵芝	5.40 ± 0.22	1.19 ± 0.12	0.60 ± 0.02	5.40 ± 0.22	1.20 ± 0.07	0.60 ± 0.04
	ZL158	4.65 ± 0.27	0.94 ± 0.03	0.53 ± 0.08	4.67 ± 0.25	0.96 ± 0.04	0.52 ± 0.04
	药赤芝1号	6.17 ± 0.14 **	1.40 ± 0.06 **	0.68 ± 0.12 **	6.16 ± 0.14 **	1.36 ± 0.06 **	0.66 ± 0.05 **
	ZL183	4.84 ± 0.25	0.95 ± 0.02	0.53 ± 0.02	4.85 ± 0.18	0.93 ± 0.02	0.54 ± 0.02
LZ1	三祥灵芝	5.57 ± 0.27	1.26 ± 0.15	0.59 ± 0.06	5.58 ± 0.25	1.23 ± 0.13	0.62 ± 0.03
	ZL158	4.50 ± 0.28	0.95 ± 0.05	0.55 ± 0.07	4.49 ± 0.27	0.93 ± 0.04	0.54 ± 0.04
	药赤芝1号	6.07 ± 0.23 **	1.39 ± 0.06 **	0.69 ± 0.10 **	6.07 ± 0.22 **	1.38 ± 0.08 **	0.65 ± 0.03 **
	ZL183	4.89 ± 0.24	0.98 ± 0.05	0.53 ± 0.06	4.89 ± 0.24	0.97 ± 0.05	0.55 ± 0.06

注: **表示与对照品种三祥灵芝比较 P < 0.01。

3 讨论与结论

随着国内外研究者对灵芝药用价值的不断挖掘

和应用,人们对灵芝的需求逐渐增大。为了选育出满足企业需求的优质灵芝品种,本研究以高产、优质为目标,经过系统选育和多点品种比较,选育出高产

优质的灵芝新品种——“药赤芝1号”。2017~2018年,同时以已审定品种三祥灵芝和本课题组同期系统选育的赤芝菌株 ZL158、ZL183 为对照,对“药赤芝1号”开展了连续两年的品种多点试验。药赤芝1号生产周期约 95d,较对照品种“三祥灵芝”相比缩短 13d 左右。“药赤芝1号”2年产量分别达到 65.49g/kg 和 65.27g/kg,比对照品种平均增产 11.72% 和 11.57%。“药赤芝1号”和对照的内在品质均符合《中国药典》(2015年版)标准,浸出物、多糖、三萜及甾醇含量三项关键指标分别较对照品种提高 11.19%、11.65% 和 12.38%。结果表明,“药赤芝1号”的生产周期、产量、内在品质等指标均优于对照品种“三祥灵芝”和课题组同期系统选育的 2 个赤芝菌株。2018年6月,“药赤芝1号”通过四川省种子站组织的田间技术鉴定。2020年4月,“药赤芝1号”通过四川省非主要农作物品种认定委员会新品种认定。该品种的成功选育可以满足市场对优质高产灵芝品种的需求,对后续灵芝饮片、中成药、保健食品、大健康产品等的开发都有积极推进作用。

参考文献:

[1]李玉 李泰辉 杨祝良,等.中国大型菌物资源图鉴[M].郑州:中

原农民出版社 2015:406-407.

- [2]国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[M].北京:中国医药科技出版社 2020:195-196.
- [3]Tan XY, Sun JS, Ning HJ, et al. De novo transcriptome sequencing and comprehensive analysis of the heat stress response genes in the basidiomycetes fungus *Ganoderma lucidum* [J]. *Gene*, 2018, 661: 139-151.
- [4]Soccol CR, Bissoqui LY, Rodrigues C, et al. Pharmacological properties of biocompounds from spores of the Lingzhi or Reishi medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (*Agaricomycetes*): A review [J]. *Int J Med Mushrooms*, 2016, 18(9): 757-67.
- [5]Chen TQ, Wu JG, Kan YJ, et al. Antioxidant and hepatoprotective activities of Crude Polysaccharide Extracts from Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma lucidum* (*Agaricomycetes*), by Ultrasonic-Circulating Extraction [J]. *Int J Med Mushrooms*, 2018, 20(6): 581-93.
- [6]Wasser SP. Medicinal mushrooms in human Clinical Studies. Part I. Anticancer, Oncoimmunological, and Immunomodulatory Activities: A Review [J]. *Int J Med Mushrooms*, 2017, 19(4): 279-317.
- [7]Dan XL, Liu WL, Wong JH, et al. A ribonuclease isolated from Wild *Ganoderma lucidum* Suppressed Autophagy and Triggered Apoptosis in Colorectal Cancer Cells [J]. *Front Pharmacol*, 2016, 7: 217.
- [8]国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[M].北京:中国医药科技出版社 2015:188-189.