

目 次

研究报告

- 黄血高度油蚕全蚕粉对小鼠的急性经口毒性试验 何行健 艾均文 薛 宏等(2)
发酵饲料桑粉对宁乡花猪生长性能、肉品质和血清生化指标的影响
..... 丁 鹏 李 霞 丁亚南等(5)
以桑枝为主要基质的灵芝高效栽培配方研究 肖建中 邹湘月 颜新培等(12)
不同品种大棚盆栽苗桑叶枯病病情调查 蒋勇兵 蒋诗梦 张 俊等(16)
水分胁迫对桑树生理生化特性的影响 莫荣利 李 勇 于 翠等(21)

生产技术

- 家蚕夏秋用四元杂交天然黄色茧新品种湘彩黄1号 艾均文 司马杨虎 薛 宏等(29)

综 述

- 夷陵区发展蚕桑产业促进农旅融合的成效与经验 郭 云 谢合平 钟家成等(32)

信 息

- 袁延文在湖南省蚕桑科学研究所调研时强调 大力发展绿色生态蚕桑产业 何小玲(封二)
袁延文在湖南省蚕桑科学研究所调研时强调 大力发展绿色生态蚕桑产业 何小玲(36)
何炳乾夫妇创办蚕桑家庭农场年收入20余万元 何小玲(37)

- 封面设计 廖熙选

黄血高度油蚕全蚕粉对小鼠的急性经口毒性试验

何行健 艾均文 薛 宏 郑 纶 刘 勇 唐 芸 刘 洋 汪维熙 朱 贤 叶征明

(湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127)

摘要:参照2003版保健食品检验与评价技术规范的规定,对以黄血高度油蚕5龄第3天幼虫为原料制备的全蚕粉进行了小鼠的急性经口毒性试验,采用最大耐受剂量法,以250mg/mL浓度的黄血高度油蚕全蚕粉混悬液按最大灌胃剂量20mL/kg,对雌雄各10只共20只ICR小鼠分别实施1日内2次(间隔4~6h)灌胃操作,连续观察7d。试验结果表明,在试验条件下,试验小鼠未出现明显不良症状和死亡情况,黄血高度油蚕全蚕粉对小鼠的急性经口毒性最大耐受剂量大于10 000mg/kg,急性毒性属实际无毒。

关键词:全蚕粉;降血糖;黄血高度油蚕;小鼠;急性经口毒性;安全性;黄酮类化合物

家蚕幼虫在降血糖方面的利用是家蚕多功能利用中较为突出的方向。自研究人员发现全蚕粉的降血糖作用后^[1],在包括韩国在内的亚洲国家中,由家蚕5龄幼虫制备的全蚕粉长期以来受到糖尿病患者的青睐。研究表明,1-脱氧野尻霉素(DNJ)作为一种潜在的降糖成分,在全蚕粉中的含量约为在干桑叶粉中含量的2.7倍^[2]。以全蚕粉为原料研制的降血糖产品,作为保健食品在韩国已通过食品和药物管理局认定,自1995年以来已生产约3 000t^[3]。日本甚至有望将全蚕粉作为治疗II型糖尿病的替代药物来使用^[4]。我国也从2000年开始关注全蚕粉^[5],普遍认为,全蚕粉在中国开发利用的前景十分广阔。

有研究发现,普通家蚕幼虫体壁含有大量的尿酸盐结晶^[6],有诱发痛风的可能,不太适宜于直接制备全蚕粉。而马宝俊等^[7]、杜鑫等^[8]、王安皆等^[9]研究发现,油蚕体壁中尿酸盐富集程度明显低于普通蚕,更适合作药食用的原料。但到目前为止,对于这类特殊资源的毒理学安全性评价方面的研究还很少。本研究对以

黄血高度油蚕5龄第3天幼虫为原料制备的全蚕粉进行急性经口毒性检测,以期为黄血高度油蚕全蚕粉的进一步开发利用提供试验依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验用全蚕粉 黄血高度油蚕全蚕粉,是黄血高度油蚕^[10]5龄第3天幼虫经真空冷冻干燥后制备而成,200目左右,湖南省农产品加工研究所生产。

1.1.2 试验动物 ICR小鼠,许可证编号SCXK(沪)2012—0002,健康、初成年、未使用过,雌性动物未产且无孕,试验开始体质量为12~22g/只,同性别试验动物个体间体质量相差不超过平均体质量的20%,购自上海斯莱克实验动物有限责任公司;玉米芯垫料及辐照灭菌饲料,苏州双狮实验动物饲料科技有限公司生产。

1.2 试验材料

1.2.1 试验器具的处理 将黄血高度油蚕全

蚕粉接触的所有器具均置于压力蒸汽灭菌器内115℃,30min灭菌后使用。

1.2.2 ICR小鼠的饲养 使用苏州双狮实验动物饲料科技有限公司生产的玉米芯垫料及辐照灭菌饲料,饮用灭菌水,在室温20~26℃、相对湿度30%~70%、全光谱日光灯每天进行12h光照条件下饲养。

1.2.3 急性经口毒性试验 参考急性经口毒性试验方法^[11]进行:取20只ICR小鼠,雌雄各半,分组,染色标记,试验前,禁食过夜,不限制饮水。采用最大耐受剂量法,根据全蚕粉有关资料,全蚕粉为显示毒性极小或未显示毒性的受试物,确定全蚕粉浓度为250mg/mL[以毒性极小或未显示毒性的受试物的最大耐受剂量为10 000mg/mL来设定,即供试样品浓度=最大耐受剂量(10 000mg/kg)/(20mL/kg×2)=250mg/mL]作为试验样品的供试浓度,1日内2次(间隔4~6h)通过灌胃方式给予浓度为250mg/mL的试验样品混悬液20mL/kg(小鼠最大灌胃剂量)进行试验。灌胃后继续禁食1~2h。灌胃完毕后的30min内,观察小鼠即时反应,再观察24h内小鼠的毒性反应,以后每天

观察和记录每只小鼠的一般状态,毒性表现,毒性反应出现时间、持续时间、恢复时间,动物死亡时间及死亡数。试验结束后对所有动物进行大体解剖观察,记录大体病变,灌胃后超过24h死亡的动物,若发现脏器病变则进行组织病理学检查。

2 结果与分析

试验观察发现,供试的20只小鼠在7d观察期内未出现死亡,也未出现中枢神经系统、自主神经系统和呼吸系统及躯体运动等方面任何异常症状,试验结束时对所有动物进行大体解剖观察,未见主要脏器组织(如肝脏、肾脏、心脏、胸腺等)发生病变。从以黄血高度油蚕为原料制备的全蚕粉对小鼠的急性经口毒性(表1)可以看出,在本试验条件下,以黄血高度油蚕为原料制备的全蚕粉对小鼠的急性经口毒性最大耐受剂量大于10 000mg/kg,在灌胃剂量为20mL/kg·次下,供试小鼠无明显不良症状,按急性毒性分级属实际无毒。

表1 以黄血高度油蚕为原料制备的全蚕粉对小鼠的急性经口毒性

试验动物	灌胃剂量/(mL/kg·次)	数量/只	初质量/(g/只)	终质量/(g/只)	死亡数/只	器脏病变数/只
雌性ICR小鼠	20	10	22.1±0.7	26.3±0.4	0	0
雄性ICR小鼠	20	10	21.8±0.5	25.5±0.9	0	0

表中的初质量、终质量为10只ICR小鼠的平均值;用于灌胃的黄血高度油蚕全蚕粉的浓度为250mg/mL。

3 小结与讨论

全蚕粉因降血糖作用显著且无明显的毒副作用而具有广阔的开发前景,长期以来受到国内外学者的广泛关注。研究人员对全蚕粉及原材料的组成成分、功效成分、生理活性进行了比较系统的研究。KIM^[12]报道,全蚕粉主

要含54.8%的粗蛋白、9.4%的粗脂肪、7.2%的粗纤维、7.7%的灰分和10.6%的水分;金洁等^[13]研究发现,家蚕幼虫体富含具有抗过敏、抗炎、抗菌、抗突变、抗肿瘤、保肝等作用的黄酮类化合物,最高可达11.107~27.705mg/g;桂仲争等^[14]检测结果表明,全蚕粉中含有对胰岛素水平及其受体可能起一定作用的活性物质三碘甲腺原氨酸(T3),含量约为0.913ng/g。

对家蚕药食用安全性方面的研究也有不少,端礼荣等^[15]为验证家蚕作为生物反应器对人体的安全性,对家蚕幼虫和蛹的体液、蚕卵等进行了急性毒性试验,结果表明所有受试物的急性毒性均为无毒级;岳万福^[16]在家蚕体内表达SOD(super-oxide dismutase,超氧化物歧化酶)基因后,以获得的可表达SOD的家蚕为材料通过低温冷冻真空干燥制备SOD全蚕粉,并对SOD全蚕粉进行了急性毒性检验和长期毒性检验,以明确SOD全蚕粉在使用中的安全性,SOD全蚕粉急性毒性检验结果表明,SOD全蚕粉在灌胃最大限度时,无动物死亡,最大耐受剂量下也未见明显毒副反应,长期毒性试验结果表明,SOD全蚕粉对小鼠的健康没有明显不良影响。

相对于普通家蚕,黄血高度油蚕具有黄血和高度油蚕2种特殊性状。在家蚕中,白血是正常血型,黄血作为一种突变血型,反映在蚕体形态上,有幼虫腹足和羽化初期蛾翅为黄色等特点^[17],据陈智毅等^[18]、肖阳等^[19]对黄血蚕的营养成分和药食用价值的研究表明,黄血蚕含有大量的蛋白质、丰富的微量元素、高比例的不饱和脂肪酸和较高含量的黄酮类化合物等,具有比普通家蚕更高的营养价值。另外,油蚕也是一种突变型,油蚕体壁的透明程度由体壁真皮细胞中尿酸盐结晶的含量决定,高度油蚕的体壁真皮细胞中尿酸盐结晶的含量最低^[6]。由于尿酸盐结晶可以直接被机体吸收而有诱发痛风的风险^[20],因此尿酸盐含量较高的高度油蚕更适于药食品的开发利用。目前,聚合了这2种突变性状的黄血高度油蚕尚未发现有药食用相关的研究。本研究结果显示,由黄血高度油蚕5龄第3天幼虫所制备的全蚕粉在1日内2次,20mL/kg·次的小鼠最大灌胃剂量(最大耐受剂量10 000mg/kg)下,未见小鼠出现异常和死亡。根据急性毒性评价标准可以认为由黄血高度油蚕所制备的全蚕粉为无毒级。该试验系统由小鼠来检测接触此类全蚕粉的急性经口毒性反应,为黄血高度油蚕全蚕粉在

人类中的推广和应用提供了试验依据。

参考文献

- [1] JEONG S H, KIM M S, RYU G S. Effect of silkworm extract on intestinal α -glycosidase activity in mice administered with a high carbohydrate-containing diet[J]. Korean J Seric Sci, 1997, 39(1): 86-92.
- [2] ASANO N, YAMASHITA T, YASUDA K, et al. Polyhydroxylated alkaloids isolated from mulberry trees (*Morus alba* L.) and silkworms (*Bombyx mori* L.) [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49(9): 4208-4213.
- [3] 柳江善,李義三,金基永,等.韩国对家蚕及其产品的功能性研究进展[J].蚕业科学,2012,38(4):749-757.
- [4] YATSUNAMI K, MURATA K, KAMEI T. 1-Deoxynojirimycin content and alfa-glucosidase inhibitory activity and heat stability of 1-deoxynojirimycin in silkworm powder[J]. Food Nutr Sci, 2011, 2(2): 87-89.
- [5] 桂仲争,庄大桓.全蚕粉及其生理功能[J].中国蚕业,2000,21(2):53-54.
- [6] 火村又好又快.油蚕性与尿酸的关系[J].蚕丝试验场报告,1943,11(3):347-357.
- [7] 马宝俊,高玉军.特殊用途家蚕品种介绍[J].承德医学院学报,2005,22(1):70-71.
- [8] 杜鑫,费建明,李军,等.蚕品种选育多用途化发展趋势[J].蚕桑通报,2007,38(1):11-14.
- [9] 王安皆,娄齐年,周丽霞,等.油蚕的生理特征及其开发利用[J].北方蚕业,2009,30(2):9-10.
- [10] 何行健,薛宏,刘昌文,等.全蚕粉用黄血高度油蚕品种的选育初报[J].中国蚕业,2016,37(2):47-51.
- [11] 国家技术监督局.食品安全性毒理学评价程序:GB 15193.3—2003[S].北京:中国标准出版社,2003:19-88.
- [12] KIM Y H. Effect of bread with added silkworm powder and cholesterol on lipid metabolism of rat[J]. Korean J Food Nutr, 2008, 21(3): 306-311.
- [13] 金洁,刘淑梅,时连根.家蚕幼虫体中黄酮类化合物含量的变化规律[J].蚕业科学,2005,31(2):141-144.
- [14] 桂仲争,陈杰,陈伟华,等.全蚕粉(SP)降血糖的作用效果及其机理的研究[J].蚕业科学,2001,27(2):114-118.
- [15] 端礼荣,何家禄,陆荣柱,等.家蚕制品的急性毒性及微核试验[J].毒理学杂志,2000,14(1):55.
- [16] 岳万福.基于家蚕杆状病毒表达系统表达外源基因研究[D].杭州:浙江大学,2009.
- [17] 代方银,鲁成,张健飞.家蚕蛾黄翅的遗传分析与黄血基因的多效作用[J].蚕学通讯,2000,20(1):1-4.
- [18] 陈智毅,廖森泰,李清兵,等.多化性黄血蚕的食用和药用价值的研究[J].蚕业科学,2002,28(2):173-176.
- [19] 肖阳,吴福泉,王振江,等.蚕体黄酮类化合物的提取及不同家蚕品种间的含量差异[J].蚕业科学,2011,37(2):358-361.
- [20] 董鹏,宋慧.痛风发病机制研究进展[J].基础医学与临床,2015,35(12):1695-1699.

发酵饲料桑粉对宁乡花猪生长性能、肉品质和血清生化指标的影响

丁 鹏¹ 李 霞² 丁亚南¹ 宋泽和¹ 张石蕊¹ 范志勇¹ 李一平² 贺 喜¹

(1湖南农业大学动物科学技术学院,饲料安全与高效利用教育部工程研究中心,湖南畜禽安全生产协同创新中心,长沙410128;2湖南省蚕桑科学研究所,长沙410127)

摘要:本试验旨在研究将饲料桑粉添加至饲粮中经发酵后饲喂宁乡花猪,对其生长性能、肉品质和血清生化指标的影响。选取平均体重为30kg左右的宁乡花猪90头,随机分为5个组,每组3个重复(栏),每个重复6头猪。对照组饲喂基础饲粮,I、II、III和IV组分别饲喂添加9%、12%、15%饲料桑粉的全发酵料和添加9%饲料桑粉的未发酵料。试验分为2个阶段,中猪阶段(1~50d)和大猪阶段(51~75d)。结果表明:(1)I组宁乡花猪1~50d的料重比显著低于对照组和IV组($P<0.05$);(2)与对照组相比,I、II、III和IV组宁乡花猪的平均背膘厚显著降低($P<0.05$);(3)与对照组相比,I、II、III和IV组宁乡花猪的血清总胆固醇含量显著降低($P<0.05$),I组宁乡花猪第50天的血清总蛋白含量显著高于IV组($P<0.05$)。由此可知,饲料桑粉经发酵后饲喂效果更佳,可降低宁乡花猪的平均背膘厚,改善肉品质,降低血清总胆固醇含量;添加9%饲料桑粉的全发酵料可降低料重比,改善宁乡花猪的生长性能。

关键词:发酵饲料桑粉;宁乡花猪;生长性能;肉品质;血清生化指标

随着饲料原料的日趋紧张,桑资源的开发利用也逐渐受到产业界的关注。我国科研人员通过人工选育,培育出了新型抗逆品种——饲料桑,该品种具有适应性强、产量高、营养丰富等特点,具有极大的开发潜力^[1]。饲料桑含有丰富的蛋白质、脂肪酸、维生素等,且氨基酸

比例均衡。研究表明,饲料桑含有多种活性成分,主要包括黄酮类(桑酮、桑酮醇)、甾类、生物碱等,这些活性成分具有降血压、降血糖、抗菌、抗炎活性^[2-3]。但由于饲料桑含有单宁、植物凝集素等抗营养因子,且具有一定的涩味,大剂量添加至动物饲粮中会导致适口性下降,畜禽采食量降低^[4],限制了饲料桑在饲粮中的应用。研究发现,发酵工艺能有效降低或去除饲料桑中的抗营养因子,且能降解粗纤维和大分子蛋白质等物质,提高其饲用价值^[5-6]。宁乡花猪作为中国四大名猪品种之一,具有耐粗饲、肉质鲜嫩、瘦肉率低等特点。为了更好的利用饲料桑资源,本试验旨在利用发酵工艺改善饲料桑粉品质后饲喂地方品种宁乡花猪,探讨其对宁乡花猪生长性能、肉品质及血清生化

基金项目:湖南省科技计划项目(2016NK2124,2016NK2168);国家重点研发计划(2016YFD0501209);2014公益性行业(农业)科研专项项目(201403047)。

第一作者:丁鹏(1993—),男,湖南常德人,硕士研究生,研究方向为动物营养与饲料科学。

E-mail:694041110@qq.com

通信作者:贺喜,教授,博士生导师。

E-mail:hexi111@126.com

指标的影响,为饲料桑在生产中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

饲料桑粉由湖南省蚕桑科学研究所提供,经实验室检测营养指标为:粗蛋白质22.96%、粗脂肪6.26%、粗纤维9.18%、粗灰分13.90%、钙4.37%、磷0.46%。采用全发酵方式(将不同比例的饲料桑粉添加至饲粮中后,对其进行发酵处理),将乳酸菌、酵母菌和枯草芽孢杆菌按2:1:1的比例制成混合菌种,活菌数 $\geq 3 \times 10^9$ CFU/g,进行固态发酵处理。发酵设备及试

验饲粮由湖南宁乡楚沩香生物科技有限公司提供。

1.2 试验设计

选取平均体重为30kg左右的宁乡花猪90头,随机分为5个组,每组3个重复(栏),每个重复6头猪。对照组饲喂基础饲粮,I、II、III和IV组分别饲喂添加9%、12%、15%饲料桑粉的全发酵料和添加9%饲料桑粉的未发酵料。试验于2016年7月至2016年9月在湖南宁乡大龙畜牧科技有限公司猪场进行,试验分为2个阶段,中猪阶段(1~50d)和大猪阶段(51~75d)。试验饲粮组成及营养水平见表1和表2。

表1 试验饲粮组成及营养水平(1~50d,风干基础)

项 目	组 别				
	对照	I	II	III	IV
原料					
玉米	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
豆粕	17.00	15.00	13.00	11.00	15.00
小麦麸	14.00	7.00	6.00	5.00	7.00
磷酸氢钙	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
石粉	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
饲料桑粉					9.00
发酵饲料桑粉		9.00	12.00	15.00	
预混料 ¹⁾	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平²⁾					
消化能	12.88	12.52	12.38	12.24	12.52
粗蛋白质	14.41	13.85	13.69	13.52	13.85
钙	0.50	0.69	0.75	0.81	0.69
总磷	0.43	0.37	0.36	0.34	0.37
赖氨酸	0.57	0.47	0.44	0.41	0.47
蛋氨酸	0.19	0.17	0.16	0.15	0.17

¹⁾预混料为每千克饲粮提供:Fe 66 mg,Cu 6 mg,Zn 54 mg,Mn 15 mg,I 0.24 mg,Se 0.18 mg,VA 18 000 IU,VD 35 000 IU,VE 35 IU,VK 5 mg,VB₁ 5 mg,VB₂ 10 mg,VB₁₂ 35 μg,烟酸 40 mg,泛酸 20 mg,叶酸 5 mg。表2同。

²⁾营养水平均为计算值。表2同。

表2 试验饲粮组成及营养水平(51~75d,风干基础)

项 目	组 别				
	对照	I	II	III	IV
原料					
玉米	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00
豆粕	11.00	9.00	8.00	7.00	9.00
小麦麸	18.00	11.00	9.00	7.00	11.00
石粉	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
饲料桑粉					9.00
发酵饲料桑粉		9.00	12.00	15.00	
预混料 ¹⁾	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 ²⁾					
消化能	12.71	12.34	12.21	12.07	12.34
粗蛋白质	12.67	12.45	12.29	12.13	12.45
钙	0.49	0.68	0.75	0.81	0.68
总磷	0.42	0.36	0.34	0.33	0.36
赖氨酸	0.45	0.37	0.34	0.31	0.37
蛋氨酸	0.17	0.15	0.14	0.13	0.15

1.3 饲养管理与样品采集

根据猪场常规程序进行饲养管理。预试期3d,正试期75d,自由采食、饮水。分别于正试期第50和75天,空腹12h后,各重复(栏)随机选取1头试验猪进行前腔静脉采血(10mL×2),3 000r/min离心10min后收集血清,-20℃冻存待测;第75天时,空腹16h,各重复(栏)随机选取1头试验猪,称取活重后进行屠宰试验,劈半后进行胴体性能测定,并取左侧胴体最后肋骨处背最长肌用于肉品质测定。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能 分别于正试期第1、50和75天时,试验猪空腹16 h后称重并统计期间各重复(栏)的饲料消耗量,计算平均日增重、平均日采食量及料重比。

1.4.2 肉品质 试验猪屠宰后,测定胴体平均背膘厚度、胴体重;取左侧胴体最后肋骨处背最长肌用于肉品质测定,分别测定宰后45min和24h的肌肉pH($pH_{45\text{min}}$ 、 $pH_{24\text{h}}$)、眼肌面积、滴水损失、剪切力、失水率、肉色及大理石纹评分。

1.4.3 血清生化指标 测定血清中葡萄糖、甘油三酯、尿素氮、总胆固醇及总蛋白含量。所有指标采用全自动生化仪测定(Mindray Chemistry Analyzer BS-2000),所用试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.5 数据统计与分析

采用Excel 2007和SPSS 20.0软件对数据进行整理,数据以“平均值±标准差”表示,组间进行方差分析,添加9%饲料桑粉的全发酵料组与添加9%饲料桑粉的未发酵料组间进行t检验,以 $P<0.05$ 作为差异显著性判断标准。

2 结果

2.1 发酵饲料桑粉对宁乡花猪生长性能的影响

由表3可知,I组宁乡花猪1~50d的料重比比对照组显著降低了17.95%($P<0.05$),比IV组显著降低了15.79%($P<0.05$);其余各组各阶段宁乡花猪的平均日采食量、平均日增重和料重比均无显著差异($P>0.05$)。

表3 发酵饲料桑粉对宁乡花猪生长性能的影响

项 目	组 别				ANOVA	<i>t</i>	<i>P</i> 值
	对照	I	II	III			
1~50 d							
始重	29.70±0.63	29.30±1.68	29.44±1.65	29.66±1.76	29.36±0.59	0.99	0.96
末重	47.85±1.90	49.48±1.23	47.31±1.12	46.49±0.12	45.65±4.12	0.32	0.20
平均日采食量 / (g/d)	1 286.70±37.86	1 190.00±167.03	1 123.30±66.58	1 080.00±62.45	1 186.70±156.31	0.28	0.98
平均日增重 / (g/d)	366.70±4.73	413.30±1.53	366.71±1.53	343.30±3.06	346.70±5.77	0.23	0.18
料重比51~75d	3.51±0.33 ^a	2.88±0.29 ^b	3.08±0.12 ^{ab}	3.15±0.14 ^{ab}	3.42±0.20 ^a	0.04	0.05
末重	60.42±1.89	63.41±0.80	61.10±0.35	59.69±0.43	58.07±5.23	0.20	0.22
平均日采食量 / (g/d)	1 806.70±128.97	1 706.70±32.75	1 730.00±34.22	1 783.30±90.74	1 653.30±19.86	0.94	0.82
平均日增重 / (g/d)	503.31±5.77	556.70±30.55	553.30±40.41	530.02±17.32	470.00±96.44	0.24	0.21
料重比1~75 d	3.60±0.25	3.06±0.53	3.11±0.38	3.37±0.08	3.61±0.65	0.41	0.32
平均日采食量 / (g/d)	1 463.30±68.07	1 400.11±21.93	1 316.70±150.44	1 296.70±35.12	1 346.70±155.67	0.62	0.75
平均日增重 / (g/d)	416.70±30.55	460.03±17.32	426.70±20.82	406.70±15.28	386.71±66.58	0.22	0.19
料重比	3.52±0.10	3.03±0.39	3.07±0.21	3.20±0.09	3.51±0.40	0.14	0.22

ANOVA 表示各组间的方差分析, *t* 表示 9% 饲料桑粉全发酵料组与 9% 饲料桑粉末发酵料组间的 *t* 检验。同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著 (*P*>0.05), 不同小写字母表示差异显著 (*P*<0.05)。下表同。

2.2 发酵饲料桑粉对宁乡花猪肉品质的影响

由表4可知,与对照组相比, I、II、III和IV组宁乡花猪的平均背膘厚分别显著降低了14.72%、14.98%、19.27%和15.61% (*P*<0.05);各组宁乡花猪的眼肌面积、滴水损失、pH、肉色、剪切力均无显著差异 (*P*>0.05);I、II、III和IV组宁乡花猪的肌肉 pH_{24h}、大理石纹评分均高于对照组,失水率均低于对照组,但无显著差异 (*P*>0.05)。

2.3 发酵饲料桑粉对宁乡花猪血清生化指标的影响

由表5可知,第50天时,与对照组相比,I、II、III和IV组宁乡花猪的血清总胆固醇含量分别显著降低了10.89%、17.49%、18.15%和8.25% (*P*<0.05);I组宁乡花猪的血清总蛋

白含量比IV组显著增加了10.89% (*P*<0.05);I、II、III和IV组宁乡花猪的血清葡萄糖、甘油三酯和尿素氮含量均低于对照组,但差异不显著 (*P*>0.05)。

第75天时,与对照组相比,I、II、III和IV组宁乡花猪的血清总胆固醇含量分别显著降低了13.86%、17.16%、24.42%和12.54% (*P*<0.05);I、II、III和IV组宁乡花猪的血清总蛋白含量高于对照组,血清葡萄糖、甘油三酯和尿素氮含量低于对照组,但差异不显著 (*P*>0.05)。

3 讨论

3.1 发酵饲料桑粉对宁乡花猪生长性能的影响

饲料桑中含有丰富的蛋白质、碳水化合

表4 发酵饲料桑粉对宁乡花猪肉品质的影响

项 目	组 别					P 值	
	对照	I	II	III	IV	ANOVA	t
平均背膘厚	37.98±0.72 ^a	32.39±3.03 ^b	32.29±2.11 ^b	30.66±2.34 ^b	32.05±3.78 ^b	<0.05	0.91
眼肌面积 /cm ²	22.38±1.32	25.45±3.70	22.87±1.02	23.50±0.26	23.64±3.11	0.57	0.55
滴水损失 /%	1.35±0.22	1.44±0.25	1.34±0.38	1.35±0.18	1.44±0.11	0.97	0.99
pH _{45 min}	6.26±0.02	6.21±0.05	6.20±0.04	6.18±0.04	6.23±0.05	0.22	0.60
pH _{24 h}	5.58±0.02	5.66±0.11	5.67±0.04	5.67±0.05	5.63±0.03	0.38	0.66
肉色							
亮度 L [*] _{45 min}	44.87±2.59	45.24±2.51	42.94±3.14	41.46±2.70	44.94±4.66	0.57	0.93
红度 a [*] _{45 min}	4.67±2.11	4.76±0.40	4.77±0.99	3.81±1.92	4.51±0.33	0.90	0.44
黄度 b [*] _{45 min}	1.94±1.33	1.39±0.19	1.78±0.96	0.90±0.31	1.38±0.64	0.57	0.97
亮度 L [*] _{24 h}	45.17±4.93	53.00±3.60	50.92±4.42	44.17±4.04	52.99±5.89	0.11	0.99
红度 a [*] _{24 h}	3.92±1.08	5.77±1.06	5.02±0.69	4.65±2.07	5.43±2.85	0.73	0.86
黄度 b [*] _{24 h}	3.76±0.38	5.97±0.22	4.53±1.11	3.73±0.54	4.61±2.24	0.20	0.35
剪切力 /kgf	3.08±0.05	3.08±0.23	3.01±0.08	3.07±0.11	2.99±0.06	0.84	0.57
失水率 /%	22.89±0.05	17.62±0.08	14.93±0.02	15.82±0.04	17.58±0.02	0.36	0.99
大理石纹评分	3.83±0.29	4.17±0.29	4.33±0.29	4.33±0.29	4.00±0.87	0.64	0.77

表5 发酵饲料桑粉对宁乡花猪血清生化指标的影响

项 目	组别					P 值	
	对照	I	II	III	IV	ANOVA	t
第 50 天							
葡萄糖 / (mmol/L)	5.16±0.96	4.86±0.85	4.85±0.90	4.52±0.39	4.84±0.12	0.88	0.97
甘油三酯 / (mmol/L)	0.70±0.08	0.67±0.06	0.64±0.03	0.61±0.02	0.68±0.05	0.33	0.84
尿素氮 / (mmol/L)	4.22±1.79	4.09±0.71	3.81±0.77	3.88±0.81	3.49±0.41	0.92	0.27
总胆固醇 / (mmol/L)	3.03±0.08 ^a	2.70±0.04 ^b	2.50±0.06 ^c	2.48±0.05 ^c	2.78±0.12 ^b	<0.01	0.37
总蛋白 / (g/L)	63.56±7.66	76.18±0.58	65.32±7.57	66.84±4.32	68.70±2.94	0.11	0.04
第 75 天							
葡萄糖 / (mmol/L)	6.44±0.58	6.16±0.34	5.96±1.14	5.73±0.17	5.83±0.09	0.62	0.18
甘油三酯 / (mmol/L)	0.62±0.02	0.59±0.13	0.54±0.19	0.51±0.06	0.60±0.12	0.71	0.95
尿素氮 / (mmol/L)	5.34±0.40	5.24±0.35	5.07±0.98	4.72±0.34	5.28±0.58	0.69	0.93
总胆固醇 / (mmol/L)	3.03±0.19 ^a	2.61±0.04 ^b	2.51±0.06 ^b	2.29±0.08 ^c	2.65±0.05 ^b	<0.01	0.38
总蛋白 / (g/L)	64.15±3.08	67.87±4.02	68.86±4.09	66.97±1.18	65.46±2.66	0.43	0.44

物、维生素、矿物质以及天然活性成分,是一种优良的畜禽饲料原料。近年来利用饲料桑作为畜禽饲料原料的研究越来越多,宋琼莉等^[7]研究发现,育肥猪饲粮中添加10%桑叶对育肥猪的生产性能无显著影响;当桑叶添加量达到15%时,显著降低育肥猪的平均日增重,导致生产性能下降。陈惠娜等^[8]研究表明,肉兔饲粮中桑树茎叶的添加量不超过16%时,对肉兔的生产性能无显著影响;当添加量超过24%时,降低肉兔的平均日增重,限制其生产性能。因饲料桑中含有单宁及植物凝集素等抗营养因子,使其适口性下降,动物采食量降低,导致本试验中9%饲料桑粉未发酵料组的料重比大于9%饲料桑粉全发酵料组,这与杨静^[9]利用饲料桑粉饲喂育肥猪的研究结果相一致。张娜娜等^[10]在育肥猪后期饲粮中添加15%发酵饲料桑粉后,发现可显著提高育肥猪的平均日增重,缩短其生长周期。本试验研究发现,9%饲料桑粉全发酵料组宁乡花猪1~50d的料重比显著低于对照组,说明饲料桑粉经发酵后能降低或消除其所含的抗营养因子,有效改善其适口性,从而提高宁乡花猪的生长性能。

3.2 发酵饲料桑粉对宁乡花猪肉品质的影响

宁乡花猪以肉质鲜嫩著称,其缺陷在于体脂含量高,瘦肉率低。本试验研究发现,饲粮中添加饲料桑粉能显著降低宁乡花猪的平均背膘厚,且随着饲料桑粉添加量的增加效果更为显著,这可能与饲料桑中的活性成分影响猪的脂肪代谢有关,与杨静^[9]利用饲料桑粉饲喂育肥猪的研究结果相一致。生猪屠宰后肌肉pH是肉品质的测定指标之一,其直观的体现了肌肉的酸度值。生猪宰杀后机体处于缺氧条件,肌糖原、脂肪分解代谢产生大量乳酸,导致肌肉pH急剧下降,促使蛋白质变性,因此延缓肌肉pH下降速度有助于减少苍白松软渗出型猪肉(PSE)、干燥坚硬色暗型猪肉(DFD)等低品质猪肉的产生^[8]。贾亚洲等^[11]研究发现,在肉羊饲粮中添加桑叶可减缓宰后肌肉pH下

降速度,这对羊肉的新鲜度有积极的影响。郭建军等^[12]在育肥猪饲粮中添加一定比例的鲜桑叶后,发现能有效提高育肥猪背最长肌中高密度脂蛋白、肌苷酸、亚油酸、维生素E、赖氨酸和总氨基酸的含量,降低总胆固醇和硬脂酸的含量,有效提高猪肉的营养和品质。肌内脂肪是反映肉品质和风味的指标之一,大理石纹评分与肌内脂肪呈正相关关系,通过大理石纹评分可以直观估计出肌内脂肪的含量。本试验中饲料桑粉添加组宁乡花猪的肌肉大理石纹评分与对照组相比有增加的趋势,且肌肉失水率与对照组相比有降低的趋势,这与刘子放等^[13]利用桑枝叶粉饲喂育肥猪的研究结果相一致。总之,本试验结果表明,饲料桑粉能有效降低宁乡花猪的平均背膘厚,并改善宁乡花猪的肉品质和风味。

3.3 发酵饲料桑粉对宁乡花猪血清生化指标的影响

黄酮类化合物是饲料桑中主要的活性成分之一,研究表明黄酮类化合物可促进动物机体血管扩张,增加动脉血流量,有降低血压和血脂的作用^[14~15]。王永昌^[16]在清远鹅饲粮中添加一定量的桑叶粉,发现能显著降低清远鹅血清甘油三酯和胆固醇含量。宋琼莉等^[7]研究表明,育肥猪饲粮中添加10%桑叶粉可降低血清甘油三酯含量,调节机体内的脂肪代谢。本试验结果表明,饲料桑粉添加组宁乡花猪的血清总胆固醇含量显著低于对照组,且随着饲料桑粉添加量的增加效果更为显著,这可能与饲料桑中所含黄酮类化合物和其他活性成分对动物机体内脂类代谢的影响有关,与黄静等^[17]在胡须鸡饲粮中添加桑叶粉的研究结果相一致。血清尿素氮是蛋白质水解和氨基酸代谢的终产物,其含量的高低可以反映饲粮蛋白质利用率的高低,二者呈负相关关系^[18]。常文环等^[19]研究表明,随着肉鸡饲粮中桑叶粉添加比例的增加,肉鸡血浆尿素氮含量有逐渐降低的趋势。血清总蛋白含量可以反映动物机体对蛋白质的吸收代谢情况,若血清总蛋白含量在

正常范围内增加,说明蛋白质合成代谢加强^[18]。本试验结果表明,9%饲料桑粉全发酵料组宁乡花猪第50天时的血清总蛋白含量显著高于9%饲料桑粉未发酵料组,这可能与饲料桑粉经发酵降解了其中的大分子蛋白质,促进了动物机体对蛋白质的消化吸收有关,其具体原因有待于进一步研究。

4 结论

(1)饲料桑粉经发酵后可降低其抗营养因子含量,改善适口性,饲喂效果更佳,且9%饲料桑粉全发酵料能显著降低宁乡花猪中猪阶段的料重比,提高宁乡花猪的生产性能。

(2)利用饲料桑粉饲喂宁乡花猪能调节其体内脂肪代谢,显著降低宁乡花猪的平均背膘厚及血清总胆固醇含量。

参考文献

- [1] 杜周和,刘俊凤,左艳春,等.桑叶的营养特性及其饲料开发利用价值[J].草业学报,2011,20(5):192-200.
- [2] LI Y G,JI D F,ZHONG S,et al.Hybrid of 1-deoxynojirimycin and polysaccharide from mulberry leaves treat diabetes mellitus by activating PDX-1/insulin-1 signaling pathway and regulating the expression of glucokinase, phosphoenolpyruvate carboxykinase and glucose-6-phosphatase in alloxan-induced diabetic mice[J].Journal of Ethnopharmacology,2011,134(3):961-970.
- [3] 苏海涯,吴跃明,刘建新.桑叶中的营养物质和生物活性物质[J].饲料研究,2001,(9):1-3.
- [4] 蒋美山,易兴友,李中伟.饲料桑的营养价值及其在畜禽日粮中的应用[J].当代畜牧,2015,(24):31-32.
- [5] 罗玲,韩奇鹏,曲湘勇.微生物发酵饲料在动物生产上的应用研究进展[J].饲料与畜牧,2016,(2):45-50.
- [6] 孙汝江,吕月琴,肖发沂.微生物发酵饲料的研究进展[J].山东畜牧兽医,2012,(6):85-86.
- [7] 宋琼莉,韦启鹏,邹志恒,等.桑叶粉对育肥猪生长性能、肉品质和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(2):541-547.
- [8] 陈惠娜,郭志强,郭春华,等.桑树茎叶饲料对肉兔生产性能和肉品质的影响[J].动物营养学报,2016,28(1):109-116.
- [9] 杨静.饲料桑粉的营养价值评定及在生长育肥猪日粮中的应用研究[D].硕士学位论文.保定:河北农业大学,2014.
- [10] 张娜娜,曹洪战,李同洲,等.发酵饲料桑粉对育肥猪生长性能和猪肉品质的影响[J].中国兽医学报,2016,36(12):2166-2170.
- [11] 贾亚洲,宜光辉,王国军,等.桑叶饲料对绒山羊羯羊生产性能及肉品质的影响[J].家畜生态学报,2017,38(11):27-31.
- [12] 郭建军,邱殿锐,李晓滨,等.日粮鲜桑叶对育肥猪生长性能和肉质的影响[J].畜牧与兽医,2011,43(9):47-50.
- [13] 刘子放,邝哲师,叶明强,等.桑枝叶粉饲料化利用的营养及功能性研究[J].广东蚕业,2010,44(4):24-28.
- [14] 苏方华.桑叶的化学成分及临床应用研究进展[J].中国医药导报,2010,7(14):9-12.
- [15] 朱业靖,周文.桑叶的化学成分及其药理作用研究[J].菏泽医学专科学校学报,2010,22(4):82-83.
- [16] 王永昌.桑叶粉对鹅饲用价值的研究[D].硕士学位论文.广州:华南农业大学,2016.
- [17] 黄静,邝哲师,廖森泰,等.桑叶粉和发酵桑叶粉对胡须鸡生长性能、血清生化指标及抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(6):1877-1886.
- [18] 陈长乐.发酵床饲养模式对猪肉品质、血液生化指标及消化生理的影响研究[D].硕士学位论文.福州:福建农林大学,2012.
- [19] 常文环,刘国华,张姝.桑饲料对肉鸡生长性能及其血浆尿素氮含量的影响[J].中国饲料,2006,(18):35-36,39.

以桑枝为主要基质的灵芝优质高效栽培配方研究

肖建中 邹湘月 颜新培 邵元元 叶添梅 李 霞

(湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127)

摘要:以桑枝和棉籽壳为主要培养基,通过对灵芝主栽菌株G1不同的配方进行栽培试验和对其菌丝生长特性、农艺性状及子实体活性成分含量进行差异分析,结果表明:添加50%桑枝木屑、30%棉籽壳、15%麦麸的配方是适宜灵芝主栽菌株G1优质高效栽培的最优配方。

关键词:桑枝;灵芝;配方;生长性能;活性成分

灵芝(*Ganoderma lucidum*),属担子菌纲多孔菌科灵芝属真菌^[1],又称“仙草”“瑞草”,自古以来就是我国的一味传统名贵药材。现代医学和临床研究结果表明,灵芝具有保肝护肝、免疫调节和抑制肿瘤的药理作用^[2-3],有关灵芝的开发利用备受关注。目前,人工代料栽培灵芝的培养基质以木屑、棉籽壳为主,随着食用菌产业规模的不断扩大,原材料成本一路攀升,寻求一种新的优质生产原料成为灵芝代料产业亟待解决的难题之一^[4-5]。桑枝作为蚕桑产业中生物量最多的副产物,富含纤维素、粗蛋白、桑黄酮、生物碱等多种营养物质和功能成分^[6],理论上可作为灵芝代料栽培的上等原料,也可使废弃桑枝得到合理有效的利用。本试验以桑枝和棉籽壳为主要培养基,通过不同的配比栽培灵芝主栽菌株G1,并对其菌丝生长特性、农艺性状及子实体功能成分含量(包括灵芝多糖、黄酮及三萜类物质)进行差异分

析,以期获得以桑枝为主要基质高效栽培灵芝的最优配方,为桑枝灵芝的进一步开发利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株 供试菌株G1为赤芝(*Ganoderma lucidum*),由湖南省蚕桑科学研究所保藏。

1.1.2 培养基 母种培养基(PDA加富培养基:马铃薯200g,葡萄糖20g,琼脂15g, KH_2PO_4 3g, MgSO_4 1.5g,酵母膏2g,蛋白胨2g,水1000mL,pH自然),121℃、0.1MPa高压蒸汽下灭菌后备用;原种培养基(玉米粒74%,小米25%,石膏1%,pH自然),121℃、0.1MPa高压蒸汽下灭菌后备用。

1.1.3 主要试剂与仪器 马铃薯、玉米粒、棉籽壳、麦麸等购自本地农贸市场,桑枝来源于湖南省蚕桑科学研究所桑树资源圃,葡萄糖、酵母膏、琼脂、 KH_2PO_4 、 MgSO_4 、蒽酮、硫酸、熊果酸、香兰素、冰醋酸、高氯酸、芦丁、甲醇、乙醇、氢氧化钠、硝酸铝等,试剂均为分析纯;YXQ-LS-50SH型立式压力蒸汽灭菌锅(上海博迅实业有限公司医疗设备厂),PL203电子

资助项目:现代农业产业技术体系建设专项(No.CARS-22-SYZ16)。

第一作者:肖建中(1962—),男,高级农艺师,从事蚕桑资源利用研究。

通讯作者:颜新培(1966—),男,研究员,从事蚕桑种质资源创新与资源利用研究。

天平(梅特勒-托利多仪器上海有限公司),DH G-9140恒温干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司),SW-CJ-2FO净化工作台(苏州净化设备有限公司),LRH-150生化培养箱(上海一恒科学仪器有限公司),KA-1000型台式离心机(日本日立公司),UV-1800型紫外可见分光光度仪(日本岛津公司),其他为实验室常规设备。

1.2 试验方法

1.2.1 母种活化与原种培养 按无菌化操作要求分别取黄豆大小G1灵芝母种的菌种,转接于PDA母种培养基中央,28℃培养箱暗培养6d,取生长边缘的旺盛菌丝再接种于新培养基内,反复转接至菌丝恢复生长活力,保存备用;在灭菌后备用的玉米粒原种培养基中依次接种,做好标记,置25℃组培室中暗培养20d左右,待菌丝长满菌袋后保存在4℃冰箱中备用。

1.2.2 栽培种的制作 将桑枝粉碎加工成直径小于5mm的木屑颗粒,按照表1的配方要求与棉籽壳、麦麸等混合装在规格为17cm×33cm的聚丙烯袋中,每袋干料0.5kg,每个配方30袋,共3次重复,121℃、0.1MPa高压蒸汽下灭菌2小时后备用。

表1 桑枝灵芝栽培基质配方

配方	主料(%)			辅料
	桑枝木屑	棉籽壳	麦麸	
1	65	15	15	石灰3%、石膏2%
2	50	30	15	石灰3%、石膏2%
3	35	45	15	石灰3%、石膏2%
4(CK)		80	15	石灰3%、石膏2%

1.2.3 发菌培养 把在无菌条件下接种的灵芝菌袋放置在25℃、相对湿度为60%~70%且通风良好的组培室中进行避光发菌,每天观察菌丝的生长及污染情况,发现杂菌污染的菌包及时剔除,定期记录灵芝菌丝生长速度、菌丝

外观、长势及发菌时间等生长特性。

1.2.4 出芝管理 待菌丝长满菌袋后,表面菌丝由白色逐渐转为乳白或浅黄色,便开始揭盖进行出芝管理。培养温度严格控制在25℃~30℃,定时通风,现蕾期的空气湿度为80%~90%,在菌盖分化期启用加湿器保持恒定空气相对湿度85%~90%。当菌盖边缘白色生长线消失、子实体长成,开始及时采收。出芝期间观察并记录各配方各重复子实体的农艺性状,包括现蕾时间、菌盖直径厚度、菌柄长度、孢子弹射量,并计算单袋平均产量及生物学转化率。

1.2.5 灵芝子实体活性物质含量的测定 子实体中灵芝多糖的提取与检测,以葡萄糖为标准品,绘制标准曲线回归方程 $Y=0.579X+0.077$ 测定多糖含量^[7];灵芝三萜的提取与检测,以熊果酸为标准品,绘制标准曲线回归方程 $y=0.510X-0.005$ 测定总三萜含量^[8];子实体中黄酮的提取与检测,以芦丁为标准品,绘制标准曲线回归方程 $Y=0.319X+0.047$ 测定总黄酮的含量^[9]。

1.2.6 数据处理 试验数据采用Excel 2003进行初步统计,用SPASS 18.0统计处理软件进行方差分析及显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同配方对灵芝菌丝生长特性的影响

在培养条件一致的情况下,不同的配方对灵芝菌株G1的菌丝生长情况影响较大(见表2)。在配方4(CK)中的纯棉籽壳培养基中,灵芝菌丝的生长速度最快,为 4.17 ± 0.29 mm/d,且长势良好,表明棉籽壳的营养结构及C/N比较适合灵芝菌丝的生长发育;而在添加了50%桑枝木屑的配方2中,菌丝生长速度也高达 4.02 ± 0.34 mm/d,仅次于对照组,无显著差异,且菌丝外观浓密、洁白、长势旺盛,从菌丝表现来看也可以作为菌株G1的最优配方。菌丝生长速度较慢的是配方1和配方3,平均生长速

表2 不同配方灵芝菌丝生长情况

配方	生长速度 (mm/d)	发菌 时间/d	菌丝外观	菌丝 长势
1	2.74 ± 0.45c	49	稀疏、较白、 较整齐	++
2	4.02 ± 0.34a	34	浓密、洁白、 整齐	++++
3	3.18 ± 0.22b	42	浓密、洁白、 较整齐	+++
4 (CK)	4.17 ± 0.29a	32	浓密、洁白、 整齐	++++

注:同列数据后小写字母不同者表示 $P < 0.05$ 水平的差异显著性,下同。表中“++”表示长势较弱,“+++”表示长势中等,“++++”表示长势旺盛。

度都在 4.0 mm/d 以下,与对照组差异显著,且菌丝长势一般。从表 2 可知,菌丝生长情况并没有随着桑枝木屑添加量的增加而逐渐减弱,反而在配方 2 中达到最优,分析其中的原因可能是虽然桑枝没有棉籽壳的营养成分和 C/N 比合适,但灵芝为好气性真菌,一定量的桑枝木屑可以增加袋内的空气流动,促进了菌丝生长,而当桑枝木屑添加过多(配方 1)难以给灵芝菌丝提供充足的养分,导致其生长缓慢、菌丝稀疏、不整齐等外观表现。

2.2 不同配方对灵芝子实体农艺性状及产量

的影响

在不同比例桑枝添加量的培养基质中,灵芝子实体的农艺性状及产量等各项生长指标存在一定差异(见表 3)。在菌丝长满并开口后,配方 2 培养基中的灵芝现蕾最早,平均 6d 可完成现蕾,比对照组早 1d;在配方 1、配方 2、配方 3 之间,在菌盖直径、菌盖厚度和孢子粉弹射量的指标上存在显著差异($P < 0.05$),其中,配方 2 的这 3 项性状指标(菌盖直径 $11.58 \pm 0.65\text{cm}$, 厚度 $1.63 \pm 0.15\text{mm}$, 弹孢量 $4.28 \pm 0.36\text{g}$)优于其它配方,仅次于对照组,表现突出,理论上灵芝孢子粉的弹射量随着菌盖直径及厚度的增大而增加,从表中数据可以看出,该试验结果符合一般规律;但在短柄灵芝品种 G1 的菌柄长度上,配方 1 和配方 2 的表现优于配方 3 和对照,其中各项生长指标均较弱的配方 1 培养的灵芝子实体菌柄最长,为 $3.56 \pm 0.24\text{cm}$;以配方 2 培养基培养的灵芝子实体鲜重为 $123.95 \pm 5.58\text{g}$,与对照配方灵芝无显著差异,在配方 1 培养基中生长的灵芝子实体鲜重最低,只有 $85.66 \pm 5.36\text{g}$;生物转化率与子实体鲜重产量是呈正相关的,其顺序依次为:配方 1 < 配方 3 < 配方 2 < CK, 而配方 2 与对照配方无显著差异。

2.3 不同配方对子实体活性成分的影响

多糖、三萜和黄酮作为灵芝的主要活性物质,其含量是衡量灵芝品质好坏的重要指标,同一个菌株的活性成分含量由于基质配方、培

表3 不同配方灵芝菌丝农艺性状及产量情况

配方	现蕾 时间	菌盖直径	菌盖厚度	菌柄长度	孢 子 弹射量	鲜重量	生 物 转 化 率
1	10	$7.98 \pm 0.94^{\text{d}}$	$1.35 \pm 0.12^{\text{c}}$	$3.56 \pm 0.24^{\text{a}}$	$2.65 \pm 0.18^{\text{c}}$	$85.66 \pm 5.36^{\text{c}}$	17.1
2	6	$11.58 \pm 0.65^{\text{b}}$	$1.63 \pm 0.15^{\text{b}}$	$3.01 \pm 0.19^{\text{a}}$	$4.28 \pm 0.36^{\text{a}}$	$123.95 \pm 5.58^{\text{a}}$	24.8
3	9	$8.96 \pm 0.78^{\text{c}}$	$1.28 \pm 0.08^{\text{c}}$	$1.86 \pm 0.14^{\text{c}}$	$3.76 \pm 0.18^{\text{b}}$	$98.28 \pm 6.21^{\text{b}}$	19.7
4(CK)	7	$12.04 \pm 0.71^{\text{a}}$	$1.76 \pm 0.11^{\text{a}}$	$2.35 \pm 0.23^{\text{b}}$	$4.55 \pm 0.29^{\text{a}}$	$128.56 \pm 8.96^{\text{a}}$	25.7

养条件、环境或培管方法不同而存在差异。分别对上述4种不同配方的灵芝子实体进行活性成分的检测(见表4和图1)可知,添加桑枝木屑的配方灵芝比CK组灵芝的所测活性成分含量明显提高,除了灵芝三萜外,多糖和黄酮含量随着桑枝木屑的比例增加呈现一定的上升趋势,表明桑枝作为一种培养基质有利于灵芝子实体的次生代谢产物的分泌合成,起到一定的诱导作用。其中,配方2中的灵芝三萜及黄酮含量达到最高,分别为 $4.71 \pm 0.42\text{mg/g}$ 和 $0.43 \pm 0.09\text{mg/g}$,与其他配方存在显著差异,而在灵芝多糖的含量上,配方1的多糖含量最高,为 $0.63 \pm 0.04\text{mg/g}$,配方2中灵芝多糖仅次于配方1,无显著差异。因此在活性成分的比较上,可选择配方2为灵芝菌株G1的最佳配方。此外从表4可知,该菌株的三萜含量明显高于多糖和黄酮类物质,CK组的灵芝三萜也高达 $2.44 \pm 0.87\text{ mg/g}$,出现这一结果应该与品种特性有关,在应用上可将菌株G1作为获得

高剂量灵芝三萜的加工专用型菌种。

3 小结与讨论

本试验以桑枝和棉籽壳为主要培养基,通过不同的配比培育灵芝主栽菌株G1,对其菌丝生长特性、农艺性状、产量及子实体活性成分含量(包括灵芝多糖、黄酮及三萜类物质)等指标进行差异分析,结果表明:添加50%桑枝木屑、30%棉籽壳、15%麦麸的配方是适宜灵芝主栽菌株G1优质高效栽培的最优配方。

通过本试验筛选了以桑枝木屑为主要基质适宜灵芝主栽菌株G1栽培的最优配方,以桑枝木屑为主要基质培育其它灵芝主栽菌株的最优配方需要在以后的试验中进一步研究。

参考文献

- [1] 吴兴亮,戴玉成.中国灵芝图鉴[M].北京:科学出版社,2004.
- [2] 林志彬.灵芝的现代研究[M].北京:北京大学医学出版社,2015.
- [3] Liang Z E, Yi Y J, Guo Y T, et al. Inhibition of migration and induction of apoptosis in LoVo human colon cancer cells by polysaccharides from Ganoderma lucidum[J]. Mol Med Rep, 2015, 12(5):7629–7636.
- [4] 杨丽秋,范锦琳,刘欣怡,等.菌草对灵芝生长状况及营养成分的影响[J].福建农业学报,2017,32(5):508–511.
- [5] 金鑫,黄文丽,李小林,等.不同果树枝条栽培灵芝基质配方研究[J].中国农学通报,2015,31(36):156–160.
- [6] 董桂清.桑枝的综合效益分析[J].广西农学报,2013,28(6):66–67.
- [7] 刘晓艳,陈艺煊,吴林秀,等.菌草灵芝多糖提取工艺优化及抗氧化活性研究[J].农产品加工,2016,(10): 41–44.
- [8] 徐雪峰,张玉,闫浩,等.灵芝多糖和三萜的提取工艺研究[J].包装与食品机械,2016,34(5):5–10.
- [9] 伍鸿强,王娟娟,庄玮婧,等.响应面法优化灵芝黄酮酶辅助提取工艺及抗氧化活性研究[J].福建农业学报,2017,32(1):87–92.

表4 不同配方的灵芝活性成分含量

配方	含量/(mg/g)		
	灵芝多糖	灵芝三萜	灵芝黄酮
1	$0.63 \pm 0.04\text{a}$	$3.37 \pm 0.61\text{b}$	$0.40 \pm 0.12\text{a}$
2	$0.58 \pm 0.10\text{a}$	$4.71 \pm 0.42\text{a}$	$0.43 \pm 0.09\text{a}$
3	$0.39 \pm 0.11\text{b}$	$3.63 \pm 0.40\text{b}$	$0.25 \pm 0.16\text{b}$
4(CK)	$0.22 \pm 0.07\text{c}$	$2.44 \pm 0.87\text{c}$	$0.12 \pm 0.08\text{c}$

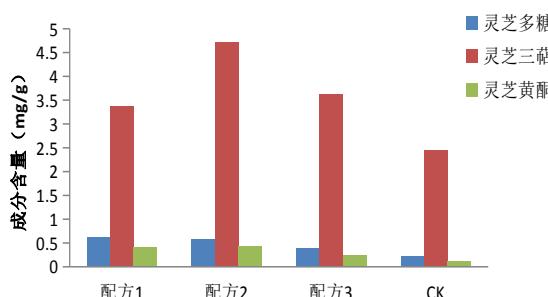


图1 不同配方的灵芝活性成分含量

不同品种大棚盆栽苗桑叶枯病病情调查

蒋勇兵 蒋诗梦 张俊 黄仁志 李章宝

(湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127)

摘要:以湖南省蚕桑科学研究所桑树种质资源圃保存的杂交桑和湖桑品种为材料,采用大棚盆栽自然接种桑叶枯病病原的方法,调查不同桑树品种在高 Cd 和低 Cd 浓度胁迫下桑叶枯病的发病率,以及相同 Cd 浓度条件下大树和建筑物遮荫(低温区)对桑叶枯病发病率的影响,发病率以发病叶片数占整株桑树叶片总数的百分比表示。结果表明:不同的桑树品种,其桑叶枯病的发病率差异较大。在调查的 66 个桑树品种中,育 2 号等 9 个品种的桑叶枯病平均发病率低于 5%,为抗性品种;粤桑 11 号等 16 个品种的桑叶枯病平均发病率高于 50%,为易感品种。高 Cd 浓度区与低 Cd 浓度区,高温区与低温区发病率差异也较大,其平均发病率分别为高温高 Cd 区 60.75%、低温高 Cd 区 29.50%、高温低 Cd 区 46.43% 和低温低 Cd 区 20.00%,高温高 Cd 区平均发病率比低温高 Cd 区高 31.25 个百分点,高温低 Cd 区平均发病率比低温低 Cd 区高 26.43 个百分点。

关键词:桑树品种;盆栽;叶枯病;发病率;重金属污染;镉;防控技术

桑叶枯病是我国桑树主要真菌病害之一,在湖南省蚕桑科学研究所桑园每年均有不同程度的发生。桑叶枯病病原为桑单胞枝霉 (*Hormodendrum mori* Yendo),以菌丝体在病叶组织中越冬,第 2 年春季天气转暖后产生分生孢子梗和分生孢子,借风雨传播到桑叶上,引起初次侵染,桑叶发病后不断形成分生孢子进行再侵染^[1]。该病在自然条件下只侵染危害嫩叶片,大多发生在枝条先端 4~5 片嫩叶上。春夏季发病时,被害叶片初期叶尖及附近叶缘

资助项目:现代农业产业技术体系建设专项(No.CARS-18);湖南省国土资源厅科技计划项目(No.2014-06)。

第一作者:蒋勇兵(1987—),男,湖南东安人,硕士,助理研究员。E-mail:jiangyongbing000@126.com

通讯作者:李章宝(1965—),男,湖南澧县人,本科,研究员。E-mail:lzb1165@163.com

呈现水渍状,然后逐渐变成褐色,并产生深褐色连片病斑,随着病情的加重病斑扩大至前半张叶片,随着病叶组织的坏死,病叶向背面卷缩,严重时全叶变黑脱落,致使整株桑树只剩下新梢顶端的嫩芽^[2]。秋季发病时,被害叶片叶尖开始变褐,后慢慢扩大成为黄褐色大病斑,或从叶缘向叶脉间发生多个黄褐色梭形大病斑。在病叶上发病组织和健康组织之间分界十分明显。病斑雨天扩展迅速且易吸水腐败,晴天干燥病斑即停止扩展,易成枯斑而开裂^[3]。当天气潮湿时,病斑上往往产生暗蓝褐色的霉状物病原菌。适温高湿天气是该病发生和流行的决定因素^[2-3]。

另外,因桑树对重金属具有一定的富集和耐受能力^[4-6],其作为重金属污染区域耕地的一种替代经济作物已被人们广泛认同^[7-8]。2014 年国家在湖南省长株潭(长沙、株洲、湘

潭)地区启动重金属污染耕地的修复治理试点工作,在启动的0.95万hm²镉(Cd)超标农田产业结构调整中超过一半的面积已经落实发展蚕桑生产^[9]。为此,本文在大棚盆栽桑苗添Cd筛选Cd高富集高耐受桑树品种的基础上,对大棚区域内不同Cd浓度、不同桑树品种、不同温度条件下桑叶枯病的发病率进行调查,并提出了对桑叶枯病的防治技术要点,以期为重金属污染农田桑树替代种植区域防治桑叶枯病提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试桑树品种 杂交桑(组合):粤桑11号、桂桑优12、桑特优2号、桂桑优62;湖桑:湖桑103号、澧县花桑、铁耙桑、川油桑、凤尾芽变、樟柳桑、朝鲜鲁桑、桑4201、丹山油桑、大岛桑、大叶桑、澧州3号、鸡毛掸、南6031、白皮湖桑、湘7920、怀化鸡桑、叶芽桑、葫芦桑、富阳桑、育24号、团头荷叶白、早青桑、湘早生一号、火桑、三江5号、湘桑6号、改良鼠返、湘仙眠早、剑枝桑、小鸡冠桑、姬鹤桑、中桑5801、红星5号、湖桑25号、小冠桑、尖枝子、国桑21号、育2号、选33号、湘落花桑、湘葫芦桑、湘桑456、湘一叶桑、7737、丰田2号、中生火桑、桐乡青、普通白、多元早、芽变密节、璜桑14号、冀唐桑、衡山1号、荷叶白、湖桑197号、怀桑35号、红玛瑙、澧桑24号、青皮湖桑、新一之濑、黄皮芽变。以上桑树品种均由湖南省蚕桑科学研究所桑树种质资源圃保存提供。

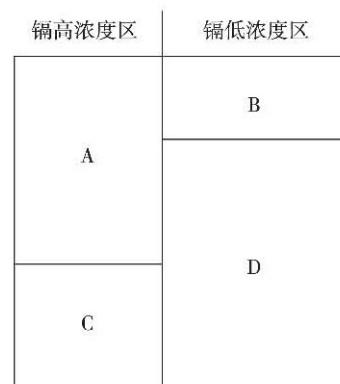
1.1.2 育苗基质 试验所用育苗基质购买于长沙市红星花卉市场,由广州生升农业有限公司生产,主要成分为进口椰糠、进口泥炭、炭化稻谷壳和微生物菌种。主要参数:体积质量0.2~0.4g/cm³,总孔隙度>60%,通气孔隙度>15%,持水孔隙度>45%,气水比1:3,相对含水率<35%,pH值为5.5~7.0,粒径<20mm,电导率为0.1~0.2mS/cm,有机质>40%。

1.1.3 塑料花盆 购买于长沙市红星花卉市场,白色福字,高35cm,底部内径15cm,上部口径27cm。

1.2 试验方法

1.2.1 桑树苗木的繁育及处理 2017年2月16日开始在大棚内采用育苗基质对各个品种桑树进行扦插育苗,按时按需进行肥水管理。2017年5月16日开始将各个品种桑树的移栽扦插苗转移至塑料花盆中,每盆装入育苗基质5kg,每盆栽植1株桑树,及时进行肥水管理。待桑苗移栽成活后,在盆中添加Cd,高Cd浓度区的Cd含量为45mg/kg,低Cd浓度区的Cd含量为8mg/kg。每个桑树品种在高Cd浓度和低Cd浓度下各设置至少3个重复且随机排列,排列的株行距为30cm×30cm。移栽后的棚内每天喷水1~2次降温保湿,大棚内相对湿度达70%以上。

1.2.2 不同处理桑叶枯病发病情况调查 试验地点为湖南省蚕桑科学研究所试验塑料大棚(15m×8m),2017年8月18日发现部分桑品种发生桑叶枯病,以后逐渐加重。2017年9月18日进行桑叶枯病病情调查。试验和调查分A、B、C、D4个区进行(图1)。大棚左侧区域为高浓度Cd添加区域(A区和C区),右侧为低浓度Cd添加区域(B区和D区)。由于C区西面有



A.高温高Cd区; B.高温低Cd区;
C.低温高Cd区; D.低温低Cd区。

图1 调查地点Cd高低浓度与高低温度分布区域示意图

居民楼挡住该区域的西晒,D区东侧有1棵高大的柳树遮阴,因此C、D区域为相对低温区,而A、B区域受西晒影响,下午温度相对较高,为相对高温区,即A、B、C、D区分别为高温高Cd区、高温低Cd区、低温高Cd区、低温低Cd区。A、B、C、D区的面积分别为35、20、25和40m²,每区每个桑树品种的桑叶枯病发病率以发病叶片数占整株桑树叶片总数的百分比表

示,同区同一桑品种数量大于1株的叶枯病发病率取其平均值。

2 结果与分析

2.1 不同桑树品种桑叶枯病的发病率

从表1可以看出,桑树品种不同,桑叶枯病发病率的差异也较大,从0~100%,说明不

表1 不同桑树品种桑叶枯病发病率

序号	桑树品种	高温高Cd区(A)		低温高Cd区(C)		高温低Cd区(B)		低温低Cd区(D)	
		株数/株	发病率/%	株数/株	发病率/%	株数/株	发病率/%	株数/株	发病率/%
1	湖桑103号	3	90	/	/	/	/	1	0
2	澧县花桑	3	90	/	/	/	/	1	0
3	铁耙桑	3	100	/	/	/	/	3	40
4	川油桑	3	90	/	/	/	/	3	0
5	凤尾芽变	3	60	/	/	/	/	3	0
6	樟榔桑	3	80	/	/	/	/	3	0
7	朝鲜鲁桑	3	50	/	/	/	/	3	10
8	桑4201	3	50	/	/	/	/	1	0
9	丹山油桑	3	60	/	/	/	/	3	10
10	大岛桑	3	50	/	/	/	/	3	10
11	大叶桑	3	20	/	/	/	/	2	10
12	澧州3号	3	80	/	/	/	/	3	30
13	鸡毛掸	3	60	/	/	/	/	3	10
14	南6031	1	20	/	/	/	/	3	40
15	白皮湖桑	2	60	/	/	/	/	3	0
16	湘7920	6	60	/	/	/	/	6	40
17	怀化鸡桑	3	100	/	/	/	/	3	50
18	叶芽桑	3	40	/	/	/	/	3	10
19	葫芦桑	3	0	/	/	/	/	3	0
20	富阳桑	1	60	/	/	/	/	3	10
21	育24号	2	20	/	/	/	/	2	0
22	团头荷叶白	3	60	/	/	/	/	3	10
23	早青桑	2	20	/	/	/	/	1	30
24	湘早生一号	1	50	/	/	/	/	1	0
25	火桑	3	90	/	/	/	/	3	0
26	三江5号	2	10	/	/	/	/	3	70
27	湘桑6号	3	80	3	50	3	20	3	0
28	改良鼠返	3	90	/	/	3	60	/	/
29	湘仙眠早	3	60	/	/	3	0	/	/
30	剑枝桑	3	90	/	/	3	70	/	/
31	小鸡冠桑	3	80	/	/	3	50	/	/
32	姬鹤桑	2	40	/	/	3	0	/	/
33	中桑5801	2	70	/	/	3	10	/	/
34	红星5号	2	80	/	/	1	30	/	/
35	湖桑25号	2	80	/	/	3	60	/	/

续表

序号	桑树品种	高温高 Cd 区(A)		低温高 Cd 区(C)		高温低 Cd 区(B)		低温低 Cd 区(D)	
		株数/株	发病率/%	株数/株	发病率/%	株数/株	发病率/%	株数/株	发病率/%
36	小冠桑	3	40	/	/	3	40	/	/
37	尖枝子	2	50	/	/	3	60	/	/
38	粤桑11号	3	70	/	/	3	100	/	/
39	桂桑优12	2	80	/	/	3	90	/	/
40	桑特优2号	3	50	/	/	3	60	/	/
41	桂桑优62	/	/	3	60	/	/	3	100
42	国桑21号	/	/	1	30	/	/	2	0
43	育2号	/	/	2	0	/	/	1	0
44	选33号	/	/	3	30	/	/	3	10
45	湘落花桑	/	/	3	30	/	/	3	20
46	湘葫芦桑	/	/	1	20	/	/	2	0
47	湘桑456	/	/	3	20	/	/	1	0
48	湘一叶桑	/	/	3	60	/	/	2	0
49	7737	/	/	3	40	/	/	3	20
50	丰田2号	/	/	3	60	/	/	2	70
51	中生火桑	/	/	3	30	/	/	3	40
52	桐乡青	/	/	3	30	/	/	3	60
53	普通白	/	/	1	0	/	/	3	0
54	多元早	/	/	1	10	/	/	3	20
55	芽变密节	/	/	3	30	/	/	2	10
56	璜桑14号	/	/	2	0	/	/	3	0
57	冀唐桑	/	/	2	0	/	/	3	10
58	衡山1号	/	/	3	20	/	/	3	60
59	荷叶白	/	/	1	0	/	/	3	100
60	湖桑197号	/	/	3	10	/	/	3	0
61	怀桑35号	/	/	1	10	/	/	2	0
62	红玛瑙	/	/	2	0	/	/	3	10
63	澧桑24号	/	/	1	40	/	/	1	0
64	青皮湖桑	/	/	3	10	/	/	3	20
65	新一之瀨	/	/	2	20	/	/	3	40
66	黄皮芽变	/	/	2	10	/	/	3	0

注:表中株数小于3株是该桑树品种部分植株在试验过程中已非桑叶枯病死亡,其数值为实际存活株数。

同桑树品种间对桑叶枯病的抗性存在较大的差异。可根据试验区的平均发病率将桑品种对桑叶枯病的抗性分成4个等级,即桑叶枯病发病率低于5%的为抗性品种,发病率在5%~25%之间的为低感品种,发病率在25%~50%之间的为中感品种,发病率高于50%的为易感品种。从表1还可以看出,育2号、葫芦桑、普通白、璜桑14号、冀唐桑、湖桑197号、怀桑35号、红玛瑙、黄皮芽变9个品种的桑叶枯病发病率低于5%,为抗性品种;粤桑11号、桂桑优12、桑特优2号、桂桑优62、铁耙桑、澧州3

号、湘7920、怀化鸡桑、改良鼠返、剑枝桑、小鸡冠桑、红星5号、湖桑25号、尖枝子、荷叶白和丰田2号等16个品种的桑叶枯病发病率高于50%,为易感品种。

2.2 不同温度桑叶枯病的发病率

从表1可以看出,在Cd浓度相同时,高温区与低温区,桑叶枯病发病率差异较大,其平均发病率分别为高温高 Cd 区 60.75%、低温高 Cd 区 29.50%、高温低 Cd 区 46.43% 和低温低 Cd 区 20.00%。高温高 Cd 区的桑叶枯病平均发病率比低温高 Cd 区高 31.25 个百分点,高温

低Cd区的桑叶枯病平均发病率比低温低Cd区高26.43个百分点。

2.3 不同Cd浓度桑叶枯病的发病率

从表1可以看出,在温度相同时,高Cd添加区的桑叶枯病平均发病率明显比低Cd添加区的高,高温高Cd区的桑叶枯病平均发病率比高温低Cd区高14.32个百分点,低温高Cd区的桑叶枯病平均发病率比低温低Cd区高9.50个百分点。

3 小结与讨论

3.1 不同桑树品种对桑叶枯病的抗性

不同的桑树品种,桑叶枯病的发病率不一样,从0~100%,差异较大,说明桑树品种间对桑叶枯病的抗性差异较大,这与我们前期的研究结果一致^[2-3]。从试验结果得知,育2号、葫芦桑、普通白、璜桑14号、冀唐桑、湖桑197号、怀桑35号、红玛瑙、黄皮芽变等桑树品种的桑叶枯病发病率均在10%以下,说明这几个桑树品种对桑叶枯病抗性较强,这些品种可以作为抗桑叶枯病育种材料进一步进行中试或在桑叶枯病重发区小面积直接推广应用。粤桑11号、桂桑优12、桑特优2号、桂桑优62和澧州3号等16个桑树品种的桑叶枯病平均发病率均在50%以上,为桑叶枯病易感品种,说明这些桑树品种更容易感染桑叶枯病病原菌而发生桑叶枯病,抗病性较差,在桑叶枯病重发区不宜栽植这些易感桑树品种。

3.2 不同温度对桑叶枯病发病率的影响

在Cd浓度相同的情况下,高温高Cd区和高温低Cd区的桑叶枯病平均发病率分别比低温高Cd区和低温低Cd区高31.25个百分点和26.43个百分点。说明温度对桑叶枯病的发生影响较大,一旦棚内湿度适宜,温度偏高就会加重病害的发生。8—9月份湖南省正处于高温干旱季节,晴天时向阳的高温区大棚内白天温度大都在25℃以上,下午甚至超过30℃,相对湿度超过70%,而且晴天

每天早晚喷水1~2次,喷水后大棚内相对湿度可达90%。温度25~30℃,相对湿度90%正是桑叶枯病病菌生长的适宜条件,也是造成该病流行的决定因素^[2]。所以,在Cd浓度相同的情况下,高温区的桑叶枯病发病率普遍比低温区高。

3.3 不同Cd浓度对桑叶枯病发病率的影响

高Cd添加区的平均发病率明显比低Cd添加区的高,说明在土壤Cd浓度高的情况下湖桑类桑树品种的桑叶枯病发病程度有加重的趋势。但试验中发现,粤桑11号、桂桑优12、桑特优2号和桂桑优62等4个杂交桑品种在土壤Cd浓度低的情况下桑叶枯病发病率均比Cd浓度高的情况下要高,造成此种现象的原因有待今后进一步进行调查研究。有研究显示,桑叶枯病的流行与气象因子、桑树品种关系密切^[3]。另外,尽管土壤中的Cd含量不是引起桑叶枯病流行的决定因素,但是当土壤中的Cd浓度大于22.3mg/kg时,桑叶产量、营养物质含量等受到明显影响,并表现出毒害症状^[10];而且高浓度的Cd还能显著降低桑叶中超氧化物歧化酶、过氧化氢酶的活性^[11]。因此,高浓度Cd对桑叶生理生化的影响,有可能是造成桑树对桑叶枯病病原抗性较差的原因。

3.4 桑叶枯病的防控技术

对桑叶枯病的防控,一是要栽植和推广对桑叶枯病抗性较强的桑树品种,提高桑树本身的抗病、耐病能力;二是要在发病初期将病叶及时摘除,晚秋落叶后及时收集病叶,统一深埋或销毁,以减少病原^[2];三是要合理密植,适度采叶,保持桑园通风透光,雨后及时排水,降低相对湿度;四是在发病初期要采用36%甲基硫菌灵悬浮剂800倍稀释药液、50%多菌灵可湿性粉剂1000倍稀释药液喷洒防治^[11]。夏伐后采用25%多菌灵可湿性粉剂500倍稀释药液对树体进行喷洒消毒^[11],可收到较好的防控效果。

(下转第28页)

水分胁迫对桑树生理生化特性的影响

莫荣利 李 勇 于 翠 邓 文 朱志贤 胡兴明

(湖北省农业科学院经济作物研究所,武汉 430070)

摘要:以桑树(*Morus alba L.*)品种强桑1号(*M.alba L.cv.Qiangsang No.1*)、强桑2号(*M.alba L.cv.Qiangsang No.2*)和农桑14号(*M.alba L.cv.Nongsang 14*)一年生盆栽苗为试材,研究水分胁迫(干旱胁迫和淹水胁迫)对不同桑树品种生理生化特性的影响。结果显示,水分胁迫导致桑树叶片丙二醛含量随时间的延长而增加;干旱胁迫下,强桑1号丙二醛含量较低,而淹水胁迫下,农桑14号丙二醛含量较低。水分胁迫下,不同桑树品种叶片超氧化物歧化酶活性变化趋势均为先下降后升高,且无显著差异;过氧化物酶活性随时间的延长而升高,尤其是胁迫后期增加迅速,而强桑1号和农桑14号的过氧化物酶活性分别在干旱胁迫和淹水胁迫下最高;过氧化氢酶活性在干旱胁迫下表现为先增后降,而淹水胁迫下表现为先降后增。随着水分胁迫时间的延长,桑树叶片净光合速率、气孔导度、蒸腾速率不断下降,胞间CO₂浓度不断增加;且不同品种间叶片净光合速率无明显差异。综合试验结果表明,强桑1号表现出较强的耐旱性,农桑14号表现出较强的耐涝性。

关键词:桑树(*Morus alba L.*);水分胁迫;丙二醛;抗氧化酶活性

水是农业生产发展的要素,在植物光合作用和营养元素等物质的吸收与运输过程中起着重要作用。随着全球气候变暖,极端天气及自然旱涝灾害频发,水分胁迫成了农业生产中最为常见的一种非生物逆境胁迫。水分胁迫主要包括两个方面,即土壤水分亏缺引起的干旱胁迫和土壤含水量过剩造成的淹水胁迫。因此土壤水分过多或过少均会对植物的生长

造成严重的影响。研究表明,通常抗旱的植物不耐涝,而耐涝的植物又不耐干旱^[1-3]。水分胁迫成了干旱、半干旱以及荒漠化地区农业发展的瓶颈,尤其是库区消落带形成的反季节性淹水及夏季干旱频发的局部极端生态环境几乎成了大多数植物的“噩梦”。桑树(*Morus alba L.*)为桑科(Moraceae)桑属(*Morus L.*)植物,是重要的经济林木。在中国,桑树分布于南纬30°至北纬50°的广阔疆域^[4],且种质资源类型丰富,桑种占有量为全世界的50%,拥有15个种4个变种近3 000多份资源^[5]。桑树以适应多种生态环境的丰富资源类型和对恶劣自然环境的超强适应能力而在生态环境治理中备受青睐。近年来,随着“立桑为业,多元发展”的理念不断深入,有关桑树防风固沙、涵养水源、土壤保墒、调节气候等生态系统服务功

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(No.CARS-22)。

第一作者:莫荣利(1987—),男,广西资源人,博士,从事桑树生理研究工作。

E-mail:moqianchun1987@163.com

通信作者:胡兴明(1963—),男,湖南石门人,研究员,硕士生导师,主要从事蚕桑新品种选育及桑树栽培研究。E-mail:13607121598@163.com

能的研究得到长足发展^[6-8]。同时,桑树被认为是经济林木里生态效益最高、生态林木里经济效益最佳的树种^[9],已成为众多省区用于干旱、半干旱及库区消落带等生态脆弱区植被修复的主要经济树种^[10]。试验以桑树不同品种盆栽苗为试材,探讨了干旱胁迫和淹水胁迫对桑树生理生化特性的影响,分析不同桑树品种对水分胁迫的耐受力,以期在干旱、半干旱及库区消落带等生态脆弱区环境治理中,为桑树品种的选择及其生态效益和经济效益的最优化利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及设计

供试材料为强桑1号(*M.alba* L.cv.Qiang-sang No.1)、强桑2号(*M.alba* L.cv.Qiang-sang No.2)和农桑14号(*M.alba* L.cv.Nongsang 14)一年生桑树嫁接苗,嫁接方式为袋接,砧木均为草桑(本砧)。2016年3月初将桑苗栽植于高25cm、上口径26cm的塑料花盆中,桑苗栽植后地上部茎干统一留20cm定干,置于避雨大棚内。土壤配比(体积比)为园土:蛭石:珍珠岩:草炭=1:1:1:1。

土壤水分胁迫试验设置3个处理,分别是对照(土壤相对湿度为70%~80%)、干旱(土壤相对湿度为40%~50%)和淹水(苗根淹没),重复3次。每盆栽植1棵桑苗,每个品种分别栽植90盆,随机分成3组,每30盆为1个重复。干旱处理前,将盆栽苗浇透水后进行自然干旱,每天傍晚取土样(10~15cm深),采用烘干称重法^[11]测定土壤相对含水量,待土壤相对湿度达到40%~50%时定为干旱处理的第一天,同时进行淹水处理;而后干旱处理的水分控制采用称质量法^[12],分别于处理后0、10、20、30d进行叶片(枝条第四~第五叶位)采集及相关指标的测定。叶片样品采集后于液氮中速冻,-80℃保存,备用。

1.2 方法

1.2.1 抗氧化酶活性测定 称取0.3g叶样于液氮中迅速研磨成粉末,并快速转移至5mL离心管中,同时迅速加入3mL 50mmol、pH 7.8的磷酸缓冲液(含1% PVP),于涡旋器上振动重悬浮,并置于冰中抽提10 min,期间上下颠倒数次以充分提取。4℃12 000g离心10min,上清液即为酶液。抗氧化酶超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD)、过氧化物酶(Peroxidase, POD)、过氧化氢酶(Catalase, CAT)活性测定采用南京建成生物工程研究所的试剂盒,操作步骤按试剂盒说明书进行。采用考马斯亮蓝法测定各样品的总蛋白含量^[13]。

1.2.2 丙二醛(Malondialdehyde, MDA)含量测定 MDA含量的测定分别参照MDA测定试剂盒(TBA法),具体操作步骤按试剂盒说明书进行。试剂盒购买自南京建成生物工程研究所。

1.2.3 光合生理指标的测定 利用Li-6400 XT便携式光合测定仪(美国LI-COR公司),分别于水分胁迫处理后的第0、10、20、30d的上午9:00—11:00,测定各处理植株叶片的光合生理指标,包括净光合速率(Net photosynthetic rate, P_n)、气孔导度(Stomatal conductance, G_s)、蒸腾速率(Transpiration rate, T_r)、胞间CO₂浓度(Intercellular CO₂ concentration, C_i),每个品种均选择植株枝条第四~第五叶位作为测定对象,每个品种随机选取3株,每株测定3片叶,每片叶重复记录3次,取均值。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下桑树生理生化的变化

2.1.1 干旱胁迫下桑树叶片MDA含量的变化 通常干旱胁迫会扰乱植物体内自由基产生与消除之间的平衡,并倾向于自由基的累积,进而引起细胞膜脂过氧化,脂质过氧化物被进一步分解为MDA^[14]。因此,MDA含量可直接反映植物受膜脂氧化伤害的程度;试验里干旱胁迫对桑树叶片MDA含量的影响情况见图1。

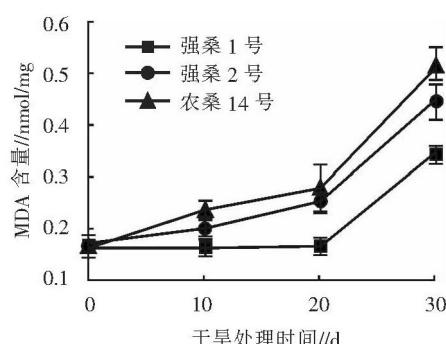


图1 干旱胁迫对桑树叶片MDA含量的影响

从图1可知,在正常情况下,3个桑树品种叶片MDA含量基本相同,随着干旱胁迫时间的延长,桑树叶片MDA含量不断升高,尤其是干旱胁迫后期叶片大量累积MDA,表明在干旱胁迫后期桑树植株受膜脂过氧化伤害程度较重。不过不同品种间叶片MDA含量差异明显,其中农桑14号在整个干旱胁迫期间的MDA含量均高于其他2个品种;而强桑1号干旱处理0~20d的MDA含量基本维持不变,直到后期才升高,且总体含量均低于其他2个品种,表明其膜脂抗氧化能力强,对干旱胁迫具有较强的耐受力。

2.1.2 干旱胁迫下桑树叶片抗氧化酶活性的变化
 植物逆境胁迫下,SOD、CAT、POD作为主要的抗氧化酶类,其酶活性高低直接反映植物清除活性氧的能力;试验里干旱胁迫对桑树叶片SOD活性的影响情况见图2。从图2可知,正常条件下,3个桑树品种叶片的SOD活性基本相同;干旱胁迫初期,3个桑树品种的SOD活性迅速降低,随着干旱胁迫时间的增加,强桑1号和强桑2号叶片SOD活性又不断升高;而农桑14号叶片SOD活性随干旱胁迫时间的延长而不断降低。干旱胁迫对桑树叶片POD活性的影响情况见图3-A。从图3-A可见,干旱胁迫下,3个桑树品种叶片的POD活性变化趋势基本相似,总体呈上升趋势。干旱胁迫前期(0~20d)3个桑树品种POD活性基本一致,且变化幅度相对稳定。胁迫后期,POD活性迅速

升高,且不同品种间存在明显差异,其中强桑1号叶片POD活性明显高于其他2个品种,表明桑树植株能够通过自我调节适应外界干旱胁迫环境,但不同品种间自我调节和适应能力不一。干旱胁迫对桑树叶片CAT活性的影响情况见图3-B。从图3-B可见,正常条件下,3个桑树品种间CAT活性相差不大,随着干旱胁迫时间的增加,CAT活性均呈现先略微升高后迅速下降的变化趋势,不同品种间CAT活性差异明显,其中农桑14号叶片CAT活性总体上高于其他2个品种。

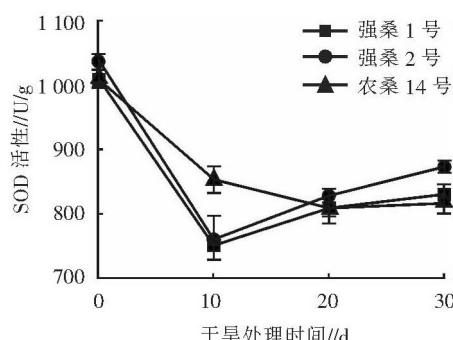


图2 干旱胁迫对桑树叶片SOD活性的影响

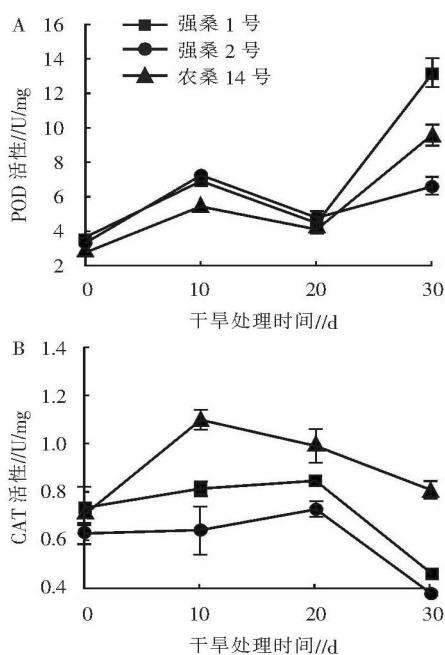


图3 干旱胁迫对桑树叶片POD和CAT活性的影响

2.1.3 干旱胁迫下桑树叶片光合生理的变化

基于 LI-6400 型光合作用测定系统, 对干旱胁

迫处理后 0、10、20、30d 桑树叶片 P_n 、 G_s 、 C_i 和 T_r 等光合生理参数进行了测定, 结果见图 4。

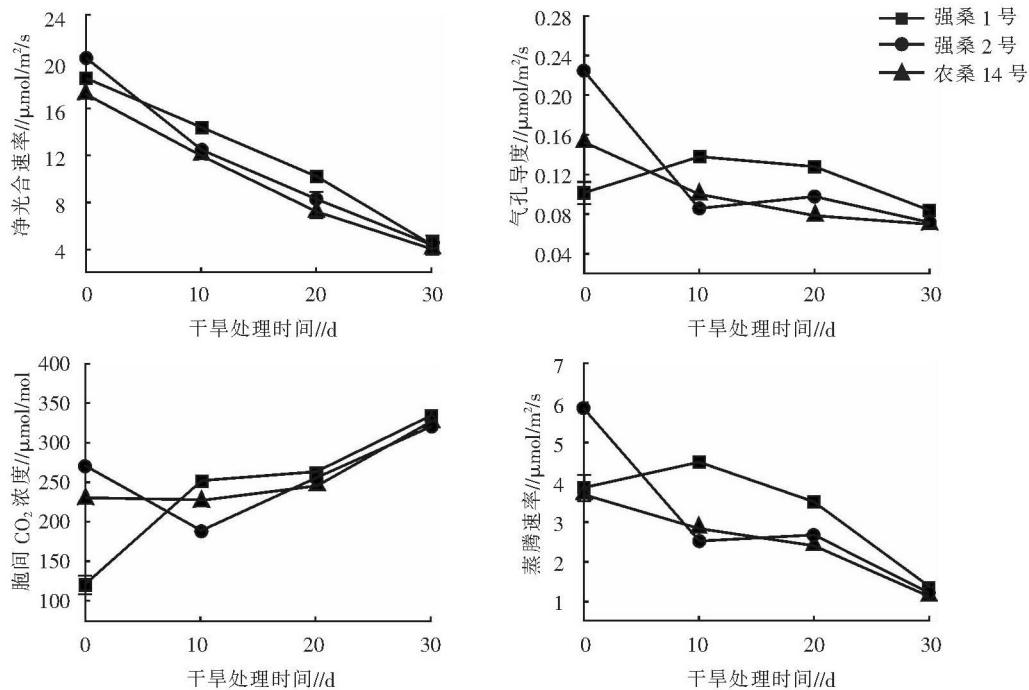


图 4 干旱胁迫对桑树叶片光合参数的影响

从图 4 可知, 随着干旱胁迫时间的延长, 3 个桑树品种叶片 P_n 、 G_s 、 T_r 不断下降, 而 C_i 随干旱时间的延长则增加。虽然正常条件下不同品种间各光合生理参数存在品种特异性, 但干旱处理 30d 后基本上处于相同水平。在干旱胁迫期间, 强桑 1 号叶片的 P_n 、 G_s 、 T_r 均明显高于其他品种, 而农桑 14 号的各光合生理参数值相对较低。

2.2 淹水胁迫下桑树生理生化的变化

2.2.1 淹水胁迫下桑树叶片 MDA 含量的变化
试验里淹水胁迫对桑树叶片 MDA 含量的影响情况见图 5。从图 5 可知, 随着淹水胁迫时间的延长, 桑树叶片 MDA 含量均呈现不断升高的变化趋势, 表明随淹水胁迫时间的延长, 桑树植株受膜脂过氧化损伤的程度在不断增加; 并且不同品种的叶片 MDA 含量变化相差较大, 其中强桑 1 号 MDA 含量随淹水胁迫时间

的增加呈直线式上升, 强桑 2 号和农桑 14 号 MDA 含量呈波浪式变化, 以强桑 2 号 MDA 含量变化幅度相对较大, 表明其能迅速响应并积极进行自我调节以适应淹水胁迫环境; 农桑 14 号 MDA 含量总体低于其他 2 个品种, 表明其膜脂过氧化损伤程度较低。

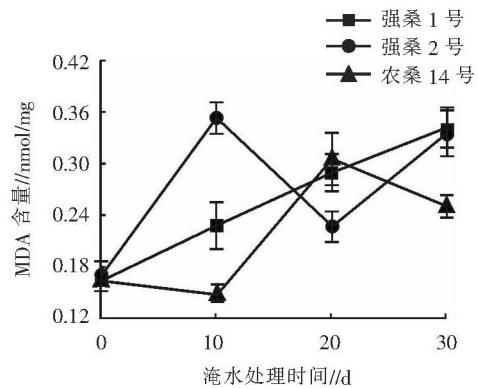


图 5 淹水胁迫对桑树叶片 MDA 含量的影响

2.2.2 淹水胁迫下桑树叶片抗氧化酶活性的变化
试验里淹水胁迫对桑树叶片抗氧化酶类的影响情况见图6、图7。从图6、图7可见,在自然环境条件下,3个桑树品种间SOD、POD和CAT活性相差不大。随着淹水胁迫时间的延长,桑树叶片SOD和CAT活性均呈现先降后升的变化特点,且淹水处理20d后2个酶活性达最低值(图6)。不同品种间以强桑2号的SOD活性

明显高于其他2个品种,强桑1号和农桑14号的叶片SOD活性基本相同(图6-A);而CAT活性在3个桑树品种间相差不大,以强桑1号略高于其他2个品种(图6-B)。

与之相反,从图7可见,桑树叶片POD活性随淹水胁迫时间的增加而升高,但不同品种间存在明显的差异,强桑2号和农桑14号叶片POD活性随淹水胁迫时间的增加而升高,在处理后30d达到最大值;而强桑1号叶片POD活性呈先升后降的变化趋势。上述结果表明,强桑2号和农桑14号对淹水胁迫的耐涝能力较强,能够通过自我调节积极适应胁迫环境;而强桑1号耐涝能力较弱,不能有效的进行自我调节。

2.2.3 淹水胁迫下桑树叶片光合生理的变化
试验里淹水胁迫对桑树叶片光合生理特性的影响情况见图8。从图8可知,淹水胁迫处理0、10、20、30d后,随着淹水胁迫时间的延长,桑树各品种叶片 P_n 、 G_s 和 T_r 前期迅速降低而后缓慢下降,且30d时基本上处于相同水平。不同品种间的 P_n 无明显差异,而强桑2号的 G_s 和 T_r 总体略高于其他2个品种;农桑14号的 C_i 随淹水胁迫时间的延长在后期迅速变化,强桑1号呈波浪式升高,而强桑2号 C_i 基本维持在相对稳定的水平,这表明农桑14号对淹水环境的耐受力较强。

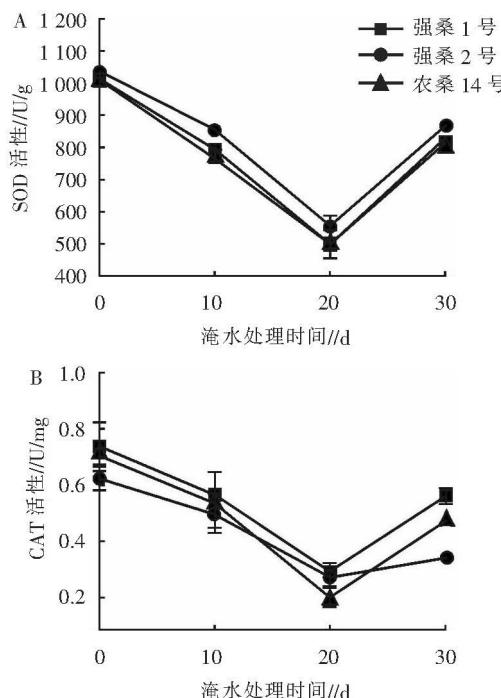


图6 淹水胁迫对桑树叶片SOD和CAT活性的影响

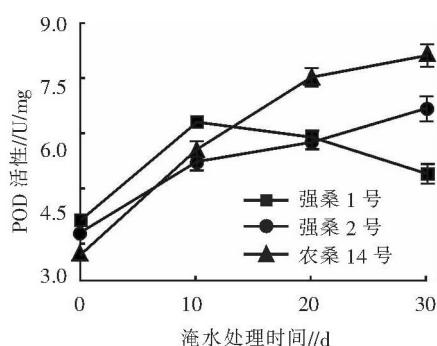


图7 淹水胁迫对桑树叶片POD活性的影响

3 讨论

水分胁迫是农作物面临的最为频繁的逆境伤害,也是限制农业生产发展的主要瓶颈问题。水分胁迫通常包括干旱胁迫(缺水)和淹水胁迫(水过剩)两个方面。胁迫逆境通常会引起植物体内自由基代谢失衡,自由基累积导致膜脂过氧化,并最终产生MDA。试验结果显示,无论是干旱还是淹水处理,均可导致桑树叶片MDA累积,且随水分胁迫时间的延长含量不断增加,表明在水分胁迫条件下,随着时间的增加桑树叶片膜脂过氧化损伤程度在不

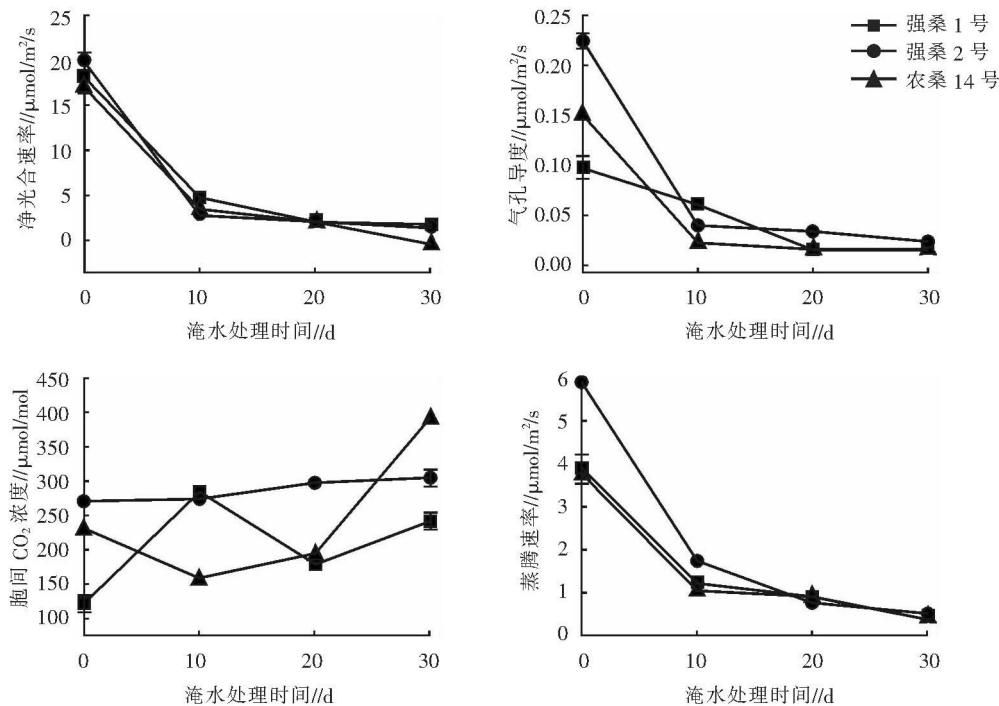


图8 淹水胁迫对桑树叶片光合参数的影响

断加重。这也与前人的研究结果相似^[15-16]。在水分胁迫条件下,不同桑树品种间MDA的含量及累积方式也不同,即耐膜脂过氧化损伤的能力具有品种特异性。在干旱胁迫期间,0~20d的强桑1号叶片MDA含量基本维持不变,总体含量均低于其他2个品种,农桑14号叶片MDA含量最高;淹水胁迫条件下,农桑14号叶片MDA含量总体低于强桑1号和强桑2号,但强桑2号叶片MDA含量变化幅度相对较大,表明其能迅速响应并积极进行自我调节以适应淹水胁迫环境。这个结果表明,不同的品种对不同胁迫环境表现出了不同的适应性和耐受力。其中,强桑1号对干旱具有较强的耐受力,而农桑14号在淹水胁迫下,具有较强的膜脂抗氧化能力,对淹水胁迫具有较强的耐受力。

在胁迫环境下,植物内源抗氧化酶类对清

除体内活性氧、自由基及保护生物膜稳定性发挥着重要的作用,这些抗氧化酶类主要包括SOD、POD和CAT,其酶活性高低直接反映出植物清除活性氧的能力^[17-18]。不同物种(品种)及不同逆境胁迫下,SOD、POD和CAT活性是不一样,有研究发现在水分胁迫条件下,SOD、POD、CAT活性及含量与桑树品种抗性呈极显著相关性^[15-16,19]。总体来看,抗逆性越强的品种,保护酶活性也越高。试验结果显示,干旱胁迫下,桑树叶片SOD活性在初期迅速降低,而后略微升高;POD活性随干旱时间的增加而提升,尤其在胁迫后期酶活性迅速升高,这在强桑1号上表现最为明显;而CAT活性先升高而后快速下降,表明在干旱胁迫下,桑树POD和CAT在清除活性氧中发挥着主要的作用,尤以POD突出。在淹水胁迫条件下,SOD和CAT活性均表现为先下降后上升,表明

桑树能够通过自身的调节逐渐适应淹水环境；不过农桑14号和强桑2号叶片POD活性随淹水时间的延长而不断增加，而强桑1号POD活性呈先升后降的变化特点，表明SOD、CAT和POD在淹水胁迫不同阶段发挥了各自的抗氧化作用，尤以POD突出。SOD、POD和CAT通常是相互协调而发挥抗氧化作用的，也不排除具有物种、品种和时间上存在特异性的可能^[20-24]。试验结果表明，桑树不同品种在不同逆境环境及不同阶段下，SOD、POD和CAT活性变化特点都不一样，在水分胁迫下，POD在桑树抗膜脂过氧化过程中发挥着重要的作用。

光合作用也是植物对水分胁迫的一个重要应答反应。前人的很多研究^[25-30]结果显示，干旱或者淹水均会导致植物 P_n 、 G_s 和 T_r 降低，进而影响植物的耐水分胁迫能力。水分胁迫引起植物光合速率下降可归结为两方面因素，一是气孔限制，二是非气孔限制^[31-32]。试验结果显示，水分胁迫下（干旱处理和淹水处理），3个桑树品种叶片的 P_n 、 G_s 和 T_r 不断下降，而 C_i 随胁迫时间的延长而增加。从 C_i 升高而 G_s 下降的变化趋势可以判断，水分胁迫条件下，桑树 P_n 下降是由非气孔因素引起的，即叶肉细胞光合能力降低所致。但不同品种、不同胁迫条件下，桑树叶片光合能力也存在差异，干旱胁迫下，强桑1号叶片 P_n 、 G_s 和 T_r 均明显高于其他品种，而淹水胁迫下，强桑1号、强桑2号和农桑14号光合能力无明显差异，只是强桑2号的 C_i 受淹水胁迫的影响较小而已。

上述结果表明，不同桑树品种对不同水分胁迫条件（干旱胁迫和淹水胁迫）表现出不同的耐受力。正如前人研究所言，通常抗旱的植物不耐涝，而耐涝的植物又不耐旱^[1-3]。干旱胁迫下，桑树品种强桑1号表现出较强的耐受力；淹水胁迫下，桑树品种农桑14号表现出较强的耐涝性。水分胁迫下，桑树叶片的POD在抗氧化过程中发挥着重要的作用。

参考文献

- [1] 戴方喜,许文年,刘德富,等.对构建三峡库区消落带梯度生态修复模式的思考[J].中国水土保持,2006,(1):34-36.
- [2] 贺秀斌,谢宗强,南宏伟,等.三峡库区消落带植被修复与蚕桑生态经济发展模式[J].科技导报,2007,25(23):59-63.
- [3] 杨朝东,张霞,向家云.三峡库区消落带植物群落及分布特点的调查[J].安徽农业科学,2008,36(31):13795-13866.
- [4] 韩世玉.桑树的生态价值及其在贵州“东桑西移”中的生态栽培[J].贵州农业科学,2007,35(5):140-142.
- [5] 陈默君,贾慎修.中国饲用植物[M].北京:中国农业出版社,2002:10-18.
- [6] 陈敏刚,金佩华,鲁兴萌,等.蚕桑生态系统服务功能价值的初步评估[J].蚕业科学,2005,31(3):316-320.
- [7] 孙雪萍,刘某承,王斌.山东夏津黄河故道古桑树群生态系统服务功能分析[J].世界农业,2015,(11):107-114.
- [8] 钟兴权,熊国普,胡文龙,等.桑树在三峡库区消落带种植试验初报[J].蚕学通讯,2016,36(4):9-12.
- [9] 刘芸.桑树在三峡库区植被恢复中的应用前景[J].蚕业科学,2011,37(1):93-97.
- [10] 刘挺,王福海.全国生态桑及桑树生态产业学术研讨会在陕西杨凌召开[J].蚕业科学,2012,38(5):806.
- [11] 张晓虎,李新平.几种常用土壤含水量测定方法的研究进展[J].陕西农业科学,2008,54(6):114-117.
- [12] 张爱民,耿广东,杨红,等.干旱胁迫对辣椒幼苗部分生理指标的影响[J].山地农业生物学报,2010,29(1):35-38.
- [13] 李合生,孙群,赵世杰,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2003:182-186.
- [14] AHMED S, NAWATA E, HOSOKAWA M, et al. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mungbean subjected to waterlogging[J]. Plant Sci, 2002, 163(1): 117-123.
- [15] 时连辉,牟志美,姚健.不同桑树品种在土壤水分胁迫下膜伤害和保护酶活性变化[J].蚕业科学,2005,31(1):13-17.
- [16] 郭龙,朱大鹏,张敏娟,等.桑树同源多倍体品种在

- PEG模拟干旱胁迫下的相关生理生化指标变化[J].蚕业科学,2014,40(5):774-780.
- [17] ARBONA V,HOSSAIN Z,LÓPEZ-CLIMENT M,et al. Antioxidant enzymatic activity is linked to waterlogging stress tolerance in citrus[J]. Physiol Plant, 2008, 132(4):452-466.
- [18] RAMACHANDRA R, CHAITANYA K, SUNDAR D. Water stressmediated changes in antioxidant enzyme activities of mulberry (*Morus alba* L.) [J]. Journal of Sericultural Science of Japan,2000,69(3):169-175.
- [19] 任迎虹. 干旱胁迫对不同桑品种保护酶和桑树生理的影响研究[J]. 西南大学学报,2009,31(4):94-99.
- [20] REDDY A,CHAITANYA K,JUTUR P,et al.Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (*Morus alba* L.) cultivars[J]. Environmental & Experimental Botany,2004,52(1):33-42.
- [21] 王哲宇,童丽丽,汤庚国. 淹水胁迫对构树幼苗形态及生理特性的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2013,48(6):99-103.
- [22] 张新兰. 不同品种苜蓿叶片离体干旱胁迫过程中抗氧化酶活性态[J]. 草业科学,2008,25(2):78-83.
- [23] 李秀玲,刘君,杨志民. 干旱胁迫对4种观赏草枯叶率及生理指标的影响[J]. 草业科学,2010,27(11):26-32.
- [24] 齐琳,马娜,吴雯雯,等. 无花果品种幼苗淹水胁迫的生理响应与耐涝性评估[J]. 园艺学报,2015,42(7):1273-1284.
- [25] 姜晓丹,郭军战. 不同果桑品种在干旱胁迫下的光合生理变化[J]. 蚕业科学,2012,38(1):18-24.
- [26] SCHWANZ P,PICON C,VIVIN P.Responses of anti-oxidative systems to drought stress in pendunculate oak and maritime pine as modulated by elevated CO₂ [J].Plant Physiology,1996,110(2):393-402.
- [27] FLEXAS J, MEDRANO H. Drought-inhibition of photosynthesis in C-3 plants,stomatal and non-stomatal limitations revisited[J]. Annals of Botany, 2002, 89(2):183-189.
- [28] 衣英华,樊大勇,谢宗强,等. 模拟淹水对池杉和栓皮栎光合生理生态过程的影响[J]. 生态学报,2008,28(12):6025-6033.
- [29] 罗芳丽,王玲,曾波,等. 三峡库区岸生植物野古草 (*Arundinella anomala* Steud) 光合作用对水淹的响应[J]. 生态学报,2006,26(11):360-3609.
- [30] 徐子棋,饶良懿,朱金兆,等. 水淹胁迫下饲料桑苗的生长及光合响应[J]. 农业工程学报,2015,31(22):105-114.
- [31] 刘国琴,樊卫国. 果树对水分胁迫的生理响应[J]. 西南农业学报,2000,13(1):101-106.
- [32] 黄小辉,刘芸,李佳杏,等. 水分胁迫对三峡库区消落带桑树幼苗生理特性的影响[J]. 林业科学,2012,48(12):122-127.

(上接第20页)

参考文献

- [1] 吴福安. 桑树真菌病害的识别与防治(二)[J]. 中国蚕业,2010,31(4):88-89.
- [2] 谈顺友,李章宝,王明,等. 桑叶枯病的流行因素分析[J]. 中国蚕业,2006,27(4):85-87.
- [3] 李章宝,唐江清,艾均文,等. 桑叶枯病病原及流行规律研究[C]//中国蚕学会. 中国蚕学会第五届桑保学术研讨会论文集. 苏州:[出版者不详],2004:6.
- [4] 颜新培,龚昕,唐江清,等. 镉超标土壤桑树修复研究进展[J]. 广东蚕业,2014,48(2):20-24.
- [5] JIANGYB,HUANGRZ,YANXP,etal.Mulberry environmental protection[J]. Pak J Bot, 2017, 49(2): 781-788.
- [6] 王凯荣,陈朝明,龚惠群,等. 镉污染农田农业生态整治与安全高效利用模式[J]. 中国环境科学,1998,(2):2-6.
- [7] 颜新培,龚昕,黄仁志,等. 镉铅超标农田养蚕试验分析[J]. 湖南农业科学,2014,(22): 34-36.
- [8] 蒋诗梦,颜新培,龚昕,等. 镉铅超标农田秋季养蚕试验分析[J]. 北方蚕业,2015,36(1):15-17.
- [9] 艾均文,龚昕,肖建中,等. 基于可持续发展要求对湖南打造生态高效蚕业的探讨[J]. 湖南农业科学, 2015(2):62-66.
- [10] 徐宁,俞燕芳,毛平生,等. 桑树修复土壤重金属污染的研究进展[J]. 农学学报,2015,5(1):37-40.
- [11] 蒋诗梦,黄仁志,龚昕,等. 镉、铅复合胁迫对不同桑品种幼苗生长及部分生理性状的影响[J]. 蚕业科学,2015,41(5):801-806.

家蚕夏秋用四元杂交天然黄色茧新品种湘彩黄1号

艾均文¹ 司马杨虎² 薛 宏¹ 何行健¹ 唐 芸¹ 郑 纶¹ 刘 勇¹

(1 湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127;2 苏州大学医学部基础医学与生物科学学院,
江苏苏州 215123)

摘要:湘彩黄1号是湖南省蚕桑科学研究所与苏州大学合作育成的1对强健性夏秋用四元杂交天然黄色茧家蚕品种。介绍了湘彩黄1号的原种和一代杂交种特性、饲育技术要点与注意事项。多省实验室联合鉴定试验、农村比较饲养试验、蚕种繁育试验以及茧丝色牢度检测结果表明:湘彩黄1号为强健性夏秋用四元杂交天然黄色茧家蚕品种,其双交原种强健好养,蚕种繁育容易;一代杂交种体质强健,稳产性高;蚕茧解舒丝长长,洁净优,茧丝色牢度达到国家纺织品色牢度检验标准,适合于缫制高品位特色生丝。湘彩黄1号适宜在湖南省及中国南方蚕区夏秋季推广。

关键词:家蚕品种;湘彩黄1号;夏秋用;天然黄色茧;丝质;色牢度

在着力加强供给侧结构性改革的背景下,打造多元、生态、高效的现代蚕业已成为传统蚕桑产业转型升级的必然选择,不断开发出新的能满足市场多元化需求的蚕桑精细产品是蚕桑产业摆脱当前产品结构单一、比较效益不高的有效手段之一^[1-2]。用天然彩色茧生产的生丝及丝绸制品能保持色调柔和的天然色彩,不仅免去了印染工序,而且相对于普通白色丝还具有更高的抑菌、抗氧化与防紫外线等特殊功能^[3-5],其多元化开发的市场前景广阔。为此,我们以天然茧色稳定、内外层茧色基本一致的黄茧品种为供体亲本,以全国推广量最大的夏秋用家蚕品种932·芙蓉×7532·湘晖(9·芙×7·湘)的4个品系为受体亲本,其间中日

系材料分别导入丝质优良的家蚕品种夏芳、秋白,采用轮回回交育成法和多元组配技术,育成了茧色稳定、强健好养、茧丝品质等实用经济性状优良的家蚕夏秋用四元杂交天然黄色茧新品种湘彩黄1号^[6],该品种于2015年10月通过湖南省农作物品种审定委员会审定。2014—2015年夏秋季分别在湖南省不同蚕茧生产基地进行了定点推广,盒种产茧量平均达到33kg以上,与夏秋用家蚕品种国家审定指定的对照蚕品种9·芙×7·湘的盒种产茧量相当,新品种适合在湖南省及中国南方蚕区的夏秋季推广。现将湘彩黄1号的性状与饲育技术要点介绍如下。

1 双交原种主要性状及其饲育要点

1.1 双交原种的主要性状

932XM·芙蓉 XM(正、反交):中国系统,二化(含有多化性血缘)、四眠,化性稳定,夏秋用蚕品种。越年卵卵色为褐绿色,卵壳为淡黄

资助项目:现代农业产业技术体系建设专项(No. CARS18);蚕桑种质资源多元化应用研发创新团队(No.2017XC01);湖南省科技支撑计划项目(No.2013NK3071)。

第一作者:艾均文(1968—),男,湖南鼎城人,博士,研究员。E-mail:aijunwen718@sina.com

色。蚁蚕黑褐色,克蚁头数2 380头左右,稚蚕趋密性、趋光性强;壮蚕体形粗壮,素斑,体色青白,腹足显黄色,食桑旺盛,行动活泼,耐高温多湿能力强。老熟快、齐,茧形椭圆,缩皱中等,茧色黄。蛾体白色,发蛾齐,交配性能良好,单蛾产卵400粒左右,良卵率高。催青期经过10 d,蚕期经过23d,蛰中经过14d,与7532QM·湘晖QM对交,应推迟2d出库,迟1d上簇。

7532QM·湘晖QM(正、反交):日本系统,二化(含有多化性血缘)、四眠,化性稳定,夏秋用蚕品种。越年卵卵色为褐紫色,卵壳为白色。孵化齐一,蚁蚕黑褐色,克蚁头数2 450头左右,稚蚕有逸散性,各龄发育整齐;壮蚕体形中等,素斑,体色青白,腹足显黄色,食桑较为旺盛,体质强健,耐高温多湿能力强。熟蚕齐,营茧快,茧形浅束腰,缩皱中等,茧色黄。蛾体白色,发蛾齐,交配性能好,单蛾产卵400粒左右。催青期经过10d,蚕期经过24d,蛰中经过15d,与932XM·芙蓉XM对交,应提早2d出库,早1d上簇。

1.2 双交原种繁育技术要点

1.2.1 催青要求 胚胎发育前期(戊₃,胚胎前)温度、相对湿度应分别控制在23.0~24.5℃、75%~80%之间,自然光照;胚胎发育后期(戊₃,胚胎起)温度、相对湿度则应分别控制在27.0~28.0℃、85%~90%之间,光照18h以上。该二化性品种中含有多化性血缘,为了稳定其二化特性,必须在胚胎发育后期确保在高温多湿、长光照的条件下催青。蚕种点青后,进行黑暗保护以促进蚕种孵化齐一。

1.2.2 饲育条件 稚蚕期中系原蚕有密集性,日系原蚕有逸散性,每次给桑前均要做好匀座、整座工作,力求家蚕稀密适当;壮蚕期应注意及时分箔、除沙,控制高温多湿。1~2龄全防干育,饲育温度28.0~28.5℃,相对湿度90%;3龄半防干育,饲育温度26.5~27.3℃,相对湿度80%~85%;4~5龄普通育,饲育温度25.0~26.0℃,相对湿度70%~75%。特别

要注意壮蚕期通风排湿,尽量减少照明时间,如温度超过27.0℃,相对湿度达到80%以上,生种率有明显增加的趋势。

1.2.3 叶质要求 稚蚕期要喂食适熟叶,避免喂食偏老偏嫩叶,减少小蚕发生;壮蚕期要给足桑叶,特别是5龄盛食期食桑量大,要做好补给桑工作,秋季遇干旱要注意选叶喂蚕,防止喂食偏老叶。

1.2.4 种茧保护 应掌握适时上簇,及时清除蚕沙以确保簇室空气流通,温度控制在24.5~25.5℃之间,相对湿度控制在70%~75%之间。早采茧时间应掌握在以上簇后55h为中心,温度高可适当偏早采茧。采茧后,温湿度应分别控制在24.0~25.0℃、75%~85%之间,避免长时间接触28.0℃以上的高温或22.0℃以下的低温,做好排湿与补湿的管理工作。整个上簇与种茧保护期间,应始终保持光线的昼夜明暗。见苗蛾后,相对湿度可适当提高至80%~85%。发蛾调节应从蚕期开始主动控制,避免不得不用过高或过低温度进行被动调节而影响蚕种化性的稳定。

2 一代杂交种性状及饲养要点

2.1 一代杂交种性状

湘彩黄1号系夏秋用四元杂交(932XM·芙蓉XM×7532QM·湘晖QM)天然黄色茧家蚕品种,二化(含有多化性血缘)、四眠。以932XM·芙蓉XM为母本的杂交种越年卵卵色为褐绿色,卵壳为浅黄色,克卵粒数1 700粒左右,克蚁头数2 300头左右。以7532QM·湘晖QM为母本的杂交种越年卵卵色为褐紫色,卵壳为白色,克卵粒数1 800粒左右,克蚁头数2 400头左右。蚕种孵化齐一,蚁蚕体色呈黑褐色。幼虫素斑,体色青白,从腹足等处能辨其黄血,老熟时体色偏黄(图1)。各龄幼虫食桑快,行动活泼,发育整齐,体质健壮。熟蚕齐,营茧快,多结中、上层茧,茧形长椭圆,黄色茧,缩皱中等(图2)。夏、秋季生产蚕茧的茧层率



图1 湘彩黄1号的幼虫



图2 湘彩黄1号的蚕茧

20.5%~22.0%，茧丝长800~1 000m，解舒丝长650~850m，纤度偏细，洁净优。适合在湖南省及中国南方蚕区的夏、秋季推广饲养。

2015年秋季分别在广东省茂名市蚕业技术推广中心、广西壮族自治区蚕业技术推广总站、四川省农业科学院蚕业研究所、云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所等单位进行了湘彩黄1号的实验室联合鉴定(部分单位开展了夏季鉴定)。湘彩黄1号的虫蛹率平均为92.78%，与夏秋用家蚕品种国家审定指定的对照蚕品种9·芙×7·湘相仿；全茧量、茧层量和茧层率均高于对照；万蚕收茧量和

万蚕茧层量分别比9·芙×7·湘高8.4%、11.0%；茧丝长1 124.6m、解舒丝长871.6m，分别比9·芙×7·湘长91.8m与76.1m；解舒率77.5%，洁净94.89分，鲜茧出丝率15.50%，体现了优良的丰产性与实用性。

2014年秋季、2015年夏季分别在湖南省的津市市、君山区、湘潭县、湘乡市与沅陵县等县(市)的蚕桑生产基地进行了湘彩黄1号的定点示范推广。秋季平均盒种产茧量34.84kg，夏季平均盒种产茧量33.12kg，分别与同期饲养的对照蚕品种9·芙×7·湘的平均盒种产茧量相仿或略高，展现了良好的稳定性与适应性。

2.2 一代杂交种饲育技术及注意事项

一是收蚁当天感光不宜过早，宜适当提早收蚁；二是稚蚕生长快，用叶要适熟，每次给桑前要做好匀座、扩座工作，壮蚕食桑旺盛，要注意及时分箔，确保良桑饱食；三是壮蚕期遇高温多湿，要加强通风排湿；四是老熟涌，营茧快，要及时上簇，上簇密度宜稀，减少双宫茧，注意簇中环境干燥与空气流通。

参考文献

- [1] 张建成,李一平,艾均文,等.构筑蚕桑新丝路 发展湖南精细蚕业[J].蚕学通讯,2017,37(2):43-47.
- [2] 廖森泰,向仲怀.论蚕桑产业多元化[J].蚕业科学,2014,40(1):137-141.
- [3] 梁海丽,葛君.家蚕天然彩色茧丝的色素特性研究[J].丝绸,2005,(6):20-22.
- [4] 古勇,李安明.类黄酮生物活性的研究进展[J].应用与环境生物学报,2006,12(2):283-286.
- [5] 孟繁利,艾均文,薛宏,等.家蚕天然彩色茧资源利用现状与开发前景[J].湖南农业科学,2011,(17):126-129.
- [6] 艾均文,司马杨虎,薛宏,等.家蚕夏秋用四元杂交天然黄色茧新品种湘彩黄1号的选育[J].蚕业科学,2017,43(1):45-55.

夷陵区发展蚕桑产业促进农旅融合的成效与经验

郭 云¹ 谢合平¹ 钟家成¹ 黄延政¹ 郭仁杰²

(1湖北省宜昌市夷陵区特产技术推广中心,湖北宜昌 443100;2夷陵区三峡高中,443100)

摘要:蚕桑产业是宜昌市夷陵区三大农业特色经济产业之一,是夷陵西部山区部分农民增收致富的主要来源。近年来,夷陵区围绕农业供给侧结构性改革,依托丰富的旅游资源优势,通过加强领导定规划、对口援建促发展、流转土地上规模、发展果桑增效益,走出了一条农旅融合的新路子,促进了夷陵区蚕桑产业的持续稳定发展。

关键词:蚕桑产业;农旅融合;果桑;产业融合;流转土地;供给侧结构性改革;采摘

湖北省宜昌市夷陵区位于长江西陵峡畔,是举世瞩目的三峡工程所在地,其蚕桑产业历史悠久,有桑园面积 2 400hm²,主要分布在三斗坪镇、分乡镇、樟村坪镇 3 个镇,曾经有栽桑养蚕村 29 个,养蚕农户 1 万多户^[1],蚕桑产业是夷陵区三大农业特色经济产业之一。因年轻人大多出去打工,桑园闲置多,目前仅有 2 000 余户从事蚕桑产业。2017 年夷陵区春、夏、秋 3 季共饲养蚕种 0.5 万盒(盒种卵量为 12~14 g/盒),生产鲜茧约 200t,鲜茧平均价格为 36 元/kg,蚕茧收入 720 万元。近年来,夷陵区围绕农业供给侧结构性改革,全力推进蚕桑产业发展,以解决夷陵西部石灰岩地区产业发展空心化的问题,依托夷陵区内丰富的旅游资源,得益于领导重视,通过加强领导定规划、对口支援促发展、流转土地上规模、发展果桑增效益等措施,促进了夷陵区蚕桑产业农旅融合协调发展。夷陵区蚕桑产业 2017 年综合收入突破 1 000 万元,户均增收 3 000 元以上。现将湖北省宜昌市夷陵区发展蚕桑产业,促进农旅融合,助力精准扶贫,推动蚕桑茧丝绸产业发展可借鉴的经验介绍如下,供同仁参考。

1 发展蚕桑产业促进农旅融合取得的成效

近年来,夷陵区通过全域谋划,探索出一条“大农业”与“大旅游”相结合的路子,已建成并对外开放景区 18 个,其中国家 5 A 级景区 3 个、4A 级景区 4 个、3A 级景区 3 个^[2]。在景区游、乡村游双轮驱动下,夷陵区优美的田园风光、原汁原味的乡俗文化吸引了越来越多的游客,乡村旅游迅速崛起并持续火爆。为做大做强乡村旅游,2016 年,夷陵区出台 11 条种养、畜牧、林业特产、旅游与创业 5 个方面的精准扶贫产业政策,各地因地制宜地发展桑椹、山胡椒、猕猴桃等特色扶贫产业,既推进了农旅融合发展,又增加了村民的经济收入^[3]。2016 年,夷陵区先后举办了“花舞荆楚 乐游乡村”2016 湖北省乡村赏花游暨“缤纷四季 乡约夷陵”乡村游活动^[4]、乡村旅游春季产品宜昌推介会^[5]、“十大美丽乡村”评选^[6]、“十大特色旅游商品”评选、“十大地方特色菜”评选^[7]、“夷陵乡村旅游武汉推介会”^[8]六大活动。其中蚕桑专业村中洲山、头顶石等 8 个贫困村被确定为全国乡村旅游扶贫重点村,三峡环坝集团入选全

国“公司+农户”旅游扶贫示范项目名单^[9]。夷陵区目前已建成休闲农业示范点795个,其中农家乐735个,休闲农庄23个,农业观光采摘园16个,农业科技示范园21个^[9]。官庄村上榜中国乡村旅游模范村,青龙村被评为中国最美休闲乡村,西塞国森林农庄等5家农家乐被评为“金牌农家乐”,汪家新等7人被评为“中国乡村旅游致富带头人”^[10]。三斗坪镇、三峡坝区移民生态产业园被纳入“湖北省旅游创新创业基地”创建单位。三斗坪镇蚕桑生产历史悠久,2007年桑园面积就超过了667hm²^[11],2010年结合三峡大坝、三峡人家、黄陵庙等旅游景区近在咫尺的优势,确定以建设标准化桑园+果桑产业带动旅游产业发展的新思路,创办了银罡桑蚕科技有限公司,专门从事蚕桑产品深加工,形成了“中堡岛”牌蚕丝被品牌,产品畅销国内外;2015年建设标准化桑园100hm²,新发展果桑66.7hm²;2016年围绕蚕桑产业还配套建设了农家乐、垂钓园、停车场等旅游配套设施,为广大游客提供“吃、住、行、游、购、娱”一条龙综合服务,蚕桑产业年综合收入800多万元。

2 发展蚕桑产业促进农旅融合的经验

2.1 加强领导定规划

夷陵区坚持“四保障一巩固”(即全力保障2017年脱贫出列贫困村“一票否决”事项;全力保障五保低保政策兜底;全力保障教育医疗兑现;全力保障贫困户脱贫增收;巩固完善已出列贫困村、已脱贫贫困户)的原则,加大产业扶持力度,落实资金、项目支持,做好蚕桑、旅游产业发展工作,发挥产业带头引领作用,带动贫困村脱贫致富、奔小康;积极延伸蚕桑产业链,探索产品深加工,加强第一、二、三产业融合,提升产品附加值,把蚕桑产业打造成为未来的朝阳产业。夷陵区区委书记、区长先后到三斗坪镇走访栽桑养蚕农户、实地查看桑树种植基地,详细了解蚕桑产业发展和农旅融合

情况;调研精准扶贫工作进展情况。据我们调查,夷陵区政府从2016年开始已连续2年每年出资150万元用于发展蚕桑产业,建设蚕桑文化产业园。资金主要用于将800m²土坯房改建为养蚕房集中养蚕,实现了50户贫困村民在家门口就业;将500m²土坯房改造为蚕桑农耕文化展示中心;新建800m²生态停车场;将400m²土坯房改建为产品集散中心,新建蚕桑农耕文化博物馆、观景平台,开发桑叶保健茶、桑椹酒、桑椹干等深加工产品,探索了农旅融合的新路径。

2.2 对口援建促发展

夷陵区地处三峡库区,上海市已经对口援建夷陵区25年。夷陵区借助上海市对口支援的优势,精准扶贫有序推进。三峡集团公司对口扶持的银罡桑蚕科技有限公司,以栽桑养蚕、蚕丝制造开发销售为主,将蚕桑产业与旅游业紧密结合,发展休闲观光蚕桑基地33.3hm²,2010年建设完成年蚕丝被生产能力15 000床的蚕丝被生产线,2011年完成二期工程,可年产蚕丝系列产品3万件以上,年产值5 000万元^[12],帮助300多户1 350名移民就业增收。三斗坪镇头顶石村地处三峡坝区,平均海拔700~800m,是黄牛岩极顶风景区所在地,属典型的石灰岩地区,经济发展相对滞后,既是贫困村也是果桑村^[13],2009年被列为国家蚕桑产业技术体系武汉综合试验站5个试验点之一。这些年来,在上海市对口支援和夷陵区政府的扶持下,头顶石村大力发展蚕桑产业,一跃成为三斗坪镇的蚕桑大村。据我们调查,2015年3月,三斗坪镇头顶石村利用林业项目投资20多万元,发展果桑33.3 hm²。其中有13.3hm²果桑园引进种植了大10、红果2号、台湾长果、四季果等7个果桑品种进行对比试验。现已发展果桑园近66.7 hm²,成为名副其实的果桑村。三斗坪镇头顶石村依托果桑产业2015年人均纯收入达11 582元比2014年的9 195元增加了2 387元,增幅达26%。

2017年9月23日上海国际旅游节、第二

届福民南西艺术既夷陵旅游专场推介会在上海市静安区南京西路街道吴江路步行街举行^[14]。夷陵区区委副书记在推介会致辞中饱含深情地向勤劳聪慧的上海市人民致以崇高的敬意并发出真诚的邀请,特别是代表夷陵区人民向25年来参与了夷陵区的成长、见证了夷陵区的进步、助力着夷陵区的发展和壮大的对口支援夷陵区的静安区及上海市人民表达感激之情,并希望加强两地在文化、旅游等方面的合作^[14]。推介会上,夷陵区旅游委以“夷见钟情,水秀山陵”为主题进行了旅游推介,不仅展示了夷陵区丰富多彩的旅游资源,而且推出了针对上海市场的夷陵旅游专线产品。本次活动既是上海国际旅游节的重要子活动之一,也是夷陵区深入开展夷陵文化、旅游、农特产品“三进静安”活动^[15]的延续。旅游推介与文艺表演穿插进行,并开展扫码关注有礼、有奖问答,现场咨询等活动,奖品十分丰富,有三峡大瀑布、百里荒、龙泉古镇门票、四星级酒店金狮宾馆豪华房、夷陵红柑桔、苦荞茶、稻花香酒、蚕丝被、三峡艾手绣挂件等夷陵十大旅游商品等精美礼品免费赠送,湖北峡州国际旅行社和景区工作人员现场接受咨询,让上海市人民与夷陵区人民亲密接触,了解夷陵旅游,体验夷陵文化魅力,加深对夷陵区的了解,扩大了夷陵旅游及商品的品牌影响力,为拓展夷陵旅游及商品的市场,加强上海市和夷陵区两地的旅游交流与合作打下了坚实的基础。

2.3 流转土地上规模

2016年,宜昌银罡金叶桑蚕专业合作社流转了头顶石村33.3hm²的土地建设标准化基地,形成了“合作社+基地+蚕农”的经营模式^[16]。头顶石村是三斗坪镇的家蚕养殖大村,家蚕养殖历史悠久。以前,家蚕养殖户之间都是独立的,大家自己采摘桑叶、喂食家蚕,售卖蚕茧。但自从2016年头顶石蚕桑文化产业园投产以后^[17],头顶石村的家蚕养殖也逐渐由个体经营向产业化、规模化方向转变,村民也由自主养殖户向产业园雇员转变。村民们流转

出自己的土地,由产业园进行果桑的集中种植和家蚕的集中养殖。由于产业园实现了家蚕养殖的产业化、规模化,产业园不仅对桑叶的需求量增大,而且对当地劳动力的需求量也增大。在每年4—10月的家蚕养殖期,当地村民为产业园采摘的桑叶基本上供不应求。只要村民想干、能干,就能有稳定的收入。采摘的桑叶按0.8元/kg的价格计算,每人每日平均采摘100kg以上就可以获得至少80元的稳定收入。在家蚕养殖室工作的人员每日更可获得80~120元的稳定收入。

2.4 发展果桑增效益

果桑产业是一个区域性的特色优势农产品项目,生产的桑椹一方面可以直接供应城市居民消费,另一方面可以通过建成采摘园、观光园等休闲场所,开展桑椹品尝、采摘等活动,增加蚕桑产业的经济效益。桑椹成熟的季节,正值春暖花开的旅游旺季,但是这段时间却刚好是一般果树的开花期,是水果生产的淡季,成熟味美的桑椹自然成为了时尚水果,深受人们的喜爱。而且果桑适应性广,抗逆性强,生长快,结果早,效益好,风味独特,是当前建设生态采摘园的首选品种之一,也是山区、丘陵地区最有发展前景的致富项目之一。由于现在农村年轻人大多出去打工,村里劳动力少,不少桑园没有养蚕,闲置在那里,针对这一情况,夷陵区于2015年率先在三斗坪镇开展蚕桑供给侧结构性改革,利用林业小水果项目资金扶持发展果桑产业,并带动了其他镇陆续发展果桑产业。到2017年,夷陵区有果桑面积76.7hm²,主要分布在三斗坪镇、乐天溪镇、分乡镇、鸦鹊岭镇4个镇^[18]。因果桑具有投资时间短、效益高的优点,夷陵区不少家庭农场都在积极发展,夷陵区现已建成“梦里老家”家庭农场、杨子果业公司、龙泉镇法官泉村桑椹采摘园等供游客采摘游玩,取得了较好的经济效益。

2.4.1 鸦鹊岭镇龙潭村一组的家庭农场“梦里老家” “梦里老家”家庭农场2015年3月栽

植400多株果桑约 $1\ 333\text{m}^2$,2016年4月20日开始采摘,游客进场自己动手采桑椹,每人收费20元作为进场费,游客既可以边采边吃,也可以将采下的桑椹按30元/kg的价格带出家庭农场;还可以按30元/kg的价格直接购买农场主采好的桑椹带出家庭农场。据我们调查,2016年“梦里老家”家庭农场桑椹总共收入16 000多元,每 667m^2 果桑园收入是其它普通养蚕桑园的3倍,经济效益明显。

2.4.2 乐天溪镇陈家冲村的杨子果业公司 杨子果业公司利用位于三峡大坝旅游景区的优势发展大棚果桑,目前建有夷陵区唯一的大棚果桑园。2013年发展大棚果桑面积 800m^2 ,栽种果桑230株,另外露天种植果桑 $2\ 000\text{m}^2$,栽种果桑600株。2015年开始收益。据我们调查,2017年杨子果业公司大棚内的果桑3月20日开始采收,比露天栽培的采收期刚好提早1个月,采果期长达40d左右,而且桑椹采果期正是其他新鲜水果的淡季,桑椹单价为80元/kg,杨子果业公司的大棚果桑园产桑椹350kg,收入2.8万元;露天果桑园产桑椹1 000kg,单价为60元/kg,收入6.0万元,全年果桑总收入8.8万元。据扬子果业公司经理介绍,果桑购买者大多是来三峡旅游的客人,可以说:旅游促进了果桑的发展,果桑丰富了旅游的内涵,实现了社会效益和经济效益的双丰收。

2.4.3 龙泉镇法官泉村桑椹采摘园 2016年春季龙泉镇法官泉村桑椹采摘园栽植果桑 $6\ 667\text{m}^2$,果桑品种有大10、白玉王和台湾长果。龙泉镇法官泉村桑椹采摘园在地上用黑色塑料薄膜覆盖提高地温和保持土壤水分的方法,促进了果桑的生长,同时提高了对果桑园杂草的防治效果,特别是对当年栽植的果桑作用更为明显。地上用黑色塑料薄膜覆盖后桑椹成熟快品质好,可以提前1个星期采摘,桑椹的味道也甜一些。另外,龙泉镇法官泉村桑椹采摘园还在桑树顶上覆盖防虫塑料网,防止了鸟对桑椹的啄食,增加了桑椹的产量和经

济效益。由于龙泉镇法官泉村桑椹采摘园距离龙泉古镇较近,来游玩的游客较多,2017年5月他们的桑椹供不应求,成熟一批便被采完一批,每 667m^2 果桑园桑椹收入近万元。

3 小结与讨论

宜昌市夷陵区依托丰富的旅游资源优势发展蚕桑产业,促进农旅融合的实践证明,在传统蚕桑产业比较效益下滑,劳动力供求矛盾日益突出的形势下,农旅融合是一种大胆的探索和创新,符合中央提出的农业供给侧结构性改革的要求,农旅融合既促进了夷陵区蚕桑产业的持续健康发展,又解决了夷陵区农村劳动力短缺的矛盾,更主要的是有效地增加了农民的经济收入,可谓“一举三得”。夷陵区位于三峡大坝库区,增加库区农民收入关系着社会的稳定和新农村的建设,建议夷陵区委、区政府今后要继续抓住对口支援这一机遇,进一步加大资金投入,扩大标准化桑园建设,提高家蚕养殖数量和蚕茧产质量;大力扶持农村专业合作组织建设,真正形成“合作社+基地+农户”的利益共同体;积极引导建设新型农业经营主体,不断发展果桑观光采摘园,做大做强农旅融合产业,促进夷陵区蚕桑产业持续稳定发展。

参考文献

- [1] 郭云,胡世全,黄延政,等.夷陵区蚕桑产业优势分析及发展建议[J].中国蚕业,2013,34(3):49–50.
- [2] 毛慧娟.2017年“缤纷四季乡约夷陵”乡村旅游启动[EB/OL].三峡宜昌网,(2017-03-17).<http://www.cn3x.com.cn/yichang/2017/0317/56939.html>.
- [3] 张国荣.农旅扶贫结硕果[N].湖北日报,2017-05-08(2).
- [4] 佚名.湖北乡村赏花游二十日在夷陵区启动[EB/OL].中国网,(2016-03-11).<http://www.hb.chinanews.com/news/2016/0311/242089.html>.
- [5] 熊伟,谭明龙,李军.夷陵乡村旅游产品宜昌推介会推介乡村旅游资源[EB/OL].中国夷陵网,(2016-03-11).<http://www.10.gov.cn/content-4394-466556-1.html>.

袁延文在湖南省蚕桑科学研究所调研时强调 大力发展绿色生态蚕桑产业

2018年8月2日,湖南省农业委员会党组书记、主任袁延文到省蚕桑科学研究所(以下简称“省蚕科所”)调研时指出:种桑养蚕是我国的传统特色产业,也是一个生态、环保、效益高的产业,应大力研究、示范与推广,为市场提供更多优质蚕桑产品。

袁延文首先对省蚕科所蚕种冷库、保种楼、国家桑蚕改良中心长沙分中心、蚕宝宝梦工场等主要科研、科普场所进行现场考察,并与一线科研人员进行深入细致的交流,详细了解蚕桑科研、生产、开发情况。随后,听取了省蚕科所党委书记、所长李一平及其他班子成员的汇报。

袁延文充分肯定了省蚕科所的发展变化、科研创新成效和基地搬迁前期准备工作,并指

出蚕桑是绿色、生态、环保产业,符合市场需求,是适合我省发展壮大的特色优势产业。袁延文强调,省蚕科所今后要突出三个工作重点:一是两手抓。要一手抓人才引进,筑巢引凤,引进高端人才,扎实培养青年科研人才;一手抓科研基础设施建设,积极创造条件,盘活资产,搞好试验示范基地和实验室建设。二是引导市场需求,助推蚕桑产业发展。抓住农业供给侧结构性改革和农产品身份证体系建设的契机,适时把优质特色蚕桑产品推向市场。三是抓住精准扶贫的契机,利用“龙头企业+合作社+农户”模式做出蚕桑产业的示范典型,并加以推广应用。

(湖南省蚕桑科学研究所 何小玲 供稿)

- [6] 佚名.2015“夷陵美丽乡村”出炉了,有几个你还没去过?[EB/OL].南阳事网,(2016-03-17).<http://www.nanyangshi.com/news/2016/03-17/1f56d93e90e1f3218f0b9b3c20ce04c1.html>.
- [7] 佚名.夷陵十大特色旅游商品、特色菜评出[EB/OL].新浪网,(2016-09-23).http://blog.sina.com.cn/s/blog_772c7d0c0102wo1y.html.
- [8] 佚名.夷陵山水美秋色更迷人[EB/OL].搜狐网,(2015-09-22).http://www.sohu.com/a/32826396_118350.
- [9] 佚名.夷陵]回眸2016年夷陵区旅游十大亮点[EB/OL].宜昌市人民政府网,(2017-01-19).<http://www.yichang.gov.cn/html/zhangwuyizhantong/zhangwuzixun/xianshidongtai/2017/0119/971678.html>.
- [10] 海文.湖北宜昌市金秋旅游推介会22日在小溪塔举行[EB/OL].湖北网台网,(2016-09-22).<http://news.hbtv.com.cn/p/282019.html>.
- [11] 佚名.三斗坪镇[EB/OL].360百科网,<https://baike.so.com/doc/5333068-5568436.html>.
- [12] 佚名.三峡桑蚕丝绸产业园生产线投产[EB/OL].中华家纺网,(2010-11-04).<http://www.hometex114.com/news/204369.html>.
- [13] 佚名.三斗坪镇头顶石村[EB/OL].夷陵党建网,(2011-09-01).http://zz.10.gov.cn/art/2011/9/1/art_3028_101160.html.
- [14] 胡兰兰.“情满峡江福民南西”旅游专场推介让上海市民领略夷陵旅游文化的盛宴[EB/OL].夷陵区人民政府网,(2017-09-25).<http://www.10.gov.cn/content-4394-513590-1.html>.
- [15] 佚名.宜昌市、夷陵区代表团赴上海开展“三进静安”活动[EB/OL].宜昌市人民政府网,(2017-05-27).<http://www.yichang.gov.cn/html/zhangwuyizhantong/zhangwuzixun/jinriyaowen/2017/0527/980380.html>.
- [16] 付文静.王平昌调研三斗坪镇头顶石村精准扶贫工作[EB/OL].夷陵区人民政府网,(2016-10-18).<http://www.10.gov.cn/content-7696-498947-1.html>.
- [17] 黄善君,易桂杨,吕佳佳.国家旅游名镇:三斗坪的绿色发展动力——夷陵区三斗坪镇用生态建设赢得全国旅游名镇桂冠[N].三峡晚报,2017-06-12(3).
- [18] 郭云.夷陵区果桑生产情况调查[J].蚕丝科技,2017,(1):28-29.