

目 次

产 业 发 展

- 阳城县蚕桑产业发展路径探讨 刘学兵(2)

研 究 报 告

发酵桑饲料对改良型宁乡花猪生长性能、屠宰性能及肉品质的影响

- 李飞鸣 李 霞 黄仁志等(5)
镉铅复合胁迫对桑苗生长与桑叶重金属含量的影响 黄仁志 李一平 蒋勇兵等(12)
湖南省主栽桑品种桑叶生物碱含量的测定分析 张俊 颜新培 李一平等(19)

生 产 技 术

- 夏秋用斑纹全限性家蚕品种锦·绣×潇·湘 艾均文 司马杨虎 何行健等(26)

行 业 探 索

- 手摇缫丝车的设计与应用 陈 璐 刘昌文 龙唐忠等(30)

信 息

- 湖南省“222”蚕桑高效种养模式与技术研讨培训班在长沙举办 何小玲(封二)
蚕桑知识问答(十五) 王桃武 王 明(33)
湖南省“222”蚕桑高效种养模式与技术研讨培训班在长沙举办 何小玲(34)
《蚕丝科技》2018年度总目录索引 (35)
征稿启事 (37)

- 封面设计 廖熙选

阳城县蚕桑产业发展路径探讨

刘学兵

(山西省阳城县蚕桑服务中心,山西阳城 048100)

山西省阳城县栽桑养蚕有3 000多年的悠久历史,进入新时代,蚕桑发展面临着产业转型和市场调整的严峻形势和挑战。为了在新的历史起点谋划阳城蚕桑科学发展,笔者通过对基层规模养殖户、蚕桑企业、合作社负责人座谈调研,分析了存在问题,根据问题导向找出了制约蚕桑产业健康发展的瓶颈,提出一些转型发展的对策和建议,希望与蚕业界同行共同商榷。

1 阳城县产业发展现状

目前,全县桑园面积3万余亩,共建成次营、寺头5 000亩以上桑园乡镇2个;建成芹池、东冶3 000亩以上桑园乡镇2个;全县400多个行政村,有229个村养蚕,其中年产茧达5.0t以上的村68个;全县养蚕户8 567户2万余人。2017年全县发种2.75万盒,产茧1 360t,蚕茧收入7 472万元,蚕农人均收入2 200元;2018年尽管遭受晚霜冻害,仍发种2.36万盒,产茧1 105t,收入5 552.6万元。

全县建成华燕、永丰源、禹珈豪、佳美等缫丝企业4家,白厂丝年生产能力1 000t。建成安麒俪、城外城等丝绵被加工企业10余家,年生产优质蚕丝被5 000多条。建成帅源、花烂漫桑葚饮品厂2家,年产桑葚饮品1 000余t。建成桑枝香菇、平菇、木耳等生产企业和家庭农场100余家,可年生产各类优质食用菌5 000多t。桑叶茶、桑叶宴、桑果酒、蛹虫草、蚕沙枕等副产品开发初见规模;美丹梦、桑宝

丝绸等丝绸服饰生产加工企业不断拓宽茧丝深加工渠道,茧丝及蚕桑副产品加工收入达2亿多元,蚕桑综合产值达到3亿元。蚕桑产业在县域经济发展中占有重要地位。

2 存在问题

2.1 蚕农年龄老化,养蚕劳力不足

据统计,目前全县农村约2万多人从事栽桑养蚕,仅占全县31万农业人口的6.5%,蚕桑产业后继无人,养蚕数量严重下滑。近年来,全县每年发种以3 000盒的速度递减,2017年全年发种降至2.7万盒,与历史最高年的7万盒减少近2/3。

2.2 养蚕成本加大,比较效益走低

据测算,受市场和体制等因素制约,近年来栽桑养蚕工值在30~55元之间,2017年价格最高也才平均到66~80元,与大农业相比效益突出,但是与农民外出打工每工80~100元相比,蚕农认为不划算,栽桑养蚕只能解决不能外出打工的部分中老年人就业问题。

2.3 消毒防病不力,蚕病时有发生

近年来,由于养蚕批次增多,加之蚕农消毒防病意识差,重治轻防,导致蚕病时有发生,直接影响养蚕收入。

2.4 蚕农投入不足,大棚年久失修

从2012年推广养蚕大棚以来,全县共建成养蚕大棚2 000多栋。目前,由于使用年限长,部分养蚕大棚出现坍塌、断裂、变形等问题,大部分蚕农无能力或不愿自行投资修缮,

有的将就使用,有的干脆弃之不用,造成资源浪费。

2.5 蚕茧价质倒挂,收烘体制不顺

2016年秋季,随着国家鲜茧收购资格认定行政审批的取消,阳城县全面放开了鲜茧收购市场,由于缫丝企业在收购过程中对市场把握不准,价格执行没有随行就市,严重挫伤了蚕农养蚕积极性。2017年阳城县人民政府出台了鲜茧收购指导价,但价格普遍低于国内市场行情,小商小贩跨地区抢购现象屡次发生;一些蚕农质量意识不高,出售毛脚茧以次充好,造成蚕茧质量下降,毛脚茧增多。另外,长期以来收购鲜茧采取手估目测定价,无论质量好坏,实行“一口价”,价格背离价值,致使蚕农怨声载道,企业叫苦连连,直接影响到生丝产品质量,缫丝质量与先进地区存在明显差距,优质优价,议评定价的科学收烘机制无法实行。

2.6 企业带动不力,市场发育不良

目前阳城县4家缫丝企业、2家桑葚饮品加工厂、10余家丝绵被服厂,规模不大,效益不高,起不到龙头带动作用。同时,公司+基地+农户的利益联结机制尚未完全建立,保护价收购、订单生产未能真正建立,企业扶持基地、扶持蚕农的积极性不高,支持基础设施建设更无从谈起,无法为蚕桑基地发展起到强有力带动作用。

2.7 综合利用不足,产业链条不长

全县蚕农受传统栽桑养蚕模式的影响,普遍思想观念固化。栽桑—养蚕—结茧—缫丝—织绸的惯性思维模式,使整个蚕桑产业都“吊在一根丝上”,产品单一、产业链条短,蚕桑资源得不到充分利用。以桑园年产干物质计算,桑叶桑枝条占64%,蚕沙占22%,茧丝和蚕蛹各占3%,其他占8%。利用的主产品茧丝仅占总量的3%左右,97%的资源为副产物都没有很好利用。全县桑园3万多亩,可产桑叶6.75万t,除年养蚕3万盒可利用桑叶2.25万t外,仍有4.5万t桑叶由于撂荒或无人养蚕而造成浪费。另外养蚕生产中剪伐的桑枝约有2.25

万t,目前主要用于桑枝食用菌的基料。同时,桑葚的产量预计在0.3万t左右,可生产桑葚饮品约1.2万t,亟待很好地开发利用。

3 建议对策

3.1 政策靶向发力,撬动产业内生动力

3.1.1 出台优惠政策 调整政策扶持方向,为了提高桑园效益,对新建优质丰产桑园、桑园机械化管理机具以及桑园病虫害防治药物等进行扶持;为了提高生产效率,对新建小蚕集中共育示范点、新建养蚕大棚、温湿自控小蚕饲育棚、纸板方格簇等进行扶持;为了培育新的蚕桑生产主体,对从事桑叶、桑枝、桑葚、蚕沙、蚕蛹、蚕蛾等蚕桑衍生产品研究开发的蚕桑专业合作社、家庭农场及企业进行扶持。

3.1.2 发展适度规模经营户 建立和健全土地流转机制,在“协商、自愿、有偿”的基础上,鼓励桑园向有能力、有技术的养蚕农户或加工企业合理流转,采取转包、出租、置换等方式流转土地承包经营权,在发展栽桑养蚕大户的基础上,稳步推进工厂化养蚕模式。同时,出台奖补政策,每年表彰一批家庭农场、养蚕大户等规模户,调动其发展生产的积极性。

3.1.3 完善产业发展激励机制 为加强组织领导,提高各乡镇发展蚕桑产业的积极性,要严格对各乡镇进行蚕桑生产年度任务指标的考核,适当安排乡镇蚕桑服务站所、村组干部的工作经费,做到技术联产承包,工作责任到人,强化考核管理,调动工作积极性,更好地推进产业发展。

3.2 科技创新驱动,提升产业核心竞争力

围绕现代蚕业发展方向,要大力推行“六化”生产模式,即:桑蚕品种优良化、桑园管理机械化、消毒防病制度化、小蚕饲养共育化、大棚养蚕省力化、熟蚕上簇方格化,推进蚕桑生产由传统向现代、数量型向精品型、粗放式向效益型转变。

3.2.1 桑蚕品种优良化 继续将新蚕品种引

进试验示范工作作为今后的重点工作,建议在蚕桑产业发展专项资金中列支蚕品种引进经费,用于引进适合本地地理和气候特点的多丝量、强健性蚕品种,逐步扩大试验数量和试验范围,加强试验户技术指导和跟踪服务,为全县蚕品种更新换代奠定真实有效的第一手资料。

3.2.2 桑园管理机械化 大力推广应用桑园微耕机、伐条机、切桑机等新型农机具,提高蚕桑生产机械化管理水平,降低蚕农劳动强度。

3.2.3 消毒防病制度化 建立县、乡、村桑蚕病虫害监测防控体系,按照“预防为主,综合防治”的原则,制定科学的蚕病防控办法,配齐乡镇蚕桑站所专职技术人员,责成专人进行跟踪调查和监测,形成从上到下、覆盖全县的桑蚕病虫害防控体系,使养蚕发病率控制在3%以内。

3.2.4 小蚕饲养共育化 为解决小蚕难饲养、蚕期易发病的问题,从2012年开始在全县逐步示范推广温湿自控小蚕集中共育技术。该技术消毒方便,减少了病源感染机会,保证小蚕发育齐、体格健壮。同时用工少、成本低、效益高,深受蚕农欢迎。目前,全县共建成示范点25个,年共育小蚕5 000盒。

3.2.5 大棚养蚕省力化 创新省力化大棚养蚕技术,该技术是根据我县立地条件和产业发展实际,创造性试验示范的技术成果,不仅省工省力省时间,实用性强,而且结构合理,搭建方便,蚕闲时期还可进行食用菌生产,收到了“一棚两用”的效果,是北方地区解决蚕室紧张、省力高效养蚕的自创模式。目前,全县共建成省力化养蚕大棚2 100栋,年养蚕2万盒。

3.2.6 熟蚕上蔟方格化 普及方格蔟自动上蔟技术。传统的“草笼蔟”蚕茧柴印茧、黄斑茧、双宫茧多,上车率低,蚕茧品质大打折扣。通过全面普及方格蔟,与普通蚕茧相比,色泽好、颗粒均匀;双宫茧少、黄斑茧少、柴印茧少、死笼茧少;上车率高、解舒率高、出丝率高,蚕茧品质大大提高。

3.3 健全市场机制,企农合作共赢

3.3.1 改革市场竞争机制 从管理层面上,既要明确生产、收购、服务等职能部门的权限,又要协调好各部门的利益关系,形成蚕桑茧丝各相关部门之间有机协作,密切配合,整体联动。从管理方法上,政府部门要尽力减少行政手段对蚕茧市场的干预,加强市场引导与管理,重在市场信息的传递和市场平台的搭建。从价格体制上,尽快完善并规范蚕茧收烘体制,引进江、浙、川、陕先进地区的发展理念和鲜茧收烘设备,实行仪器评定以质定价,坚决杜绝人情茧、毛脚茧,并适当引进外商,与本地企业形成良性竞争态势。

3.3.2 发展适度规模经营主体 支持鼓励种养能手、农村经纪人牵头创办蚕桑专业合作社,以蚕桑合作社为收购主体,自行组织本社社员进行优质蚕茧的生产和销售,以鲜茧或干茧的方式进行市场交易。

3.3.3 建立产业发展模式 鼓励缫丝企业与全县蚕桑各合作社建立公司+合作社+基地+社员的合作经营关系,实行保护价收购,从收购资金保障、生产资料供应、基地建设等方面为合作社提供便利,形成风险共担、利益均占的联结机制。

3.4 开发功能蚕业,激发大众创业热情

围绕桑、叶、果、枝、茧、丝、蛹等蚕桑资源,拓展延伸蚕桑生产全程产业链,实现“蚕桑产业”向“桑蚕产业”的转型和跨越。

3.4.1 发展高效蚕业 以提供优质蚕茧原料为主要目标,以省力高效安全为重点,以增加农民收入为目的,以集约化、产业化为方向,大力实施“优良品种+先进技术+先进设备+标准化生产+产业化经营=高效蚕业”发展之路,稳步推进专业大户型、特色园区型、规模效益型、科技示范型、绿色生态型等各类独具特色的现代蚕业示范园区,实现传统蚕业的转型升级。

3.4.2 发展多元蚕业 以开发桑、蚕多功能产品为主要目标,以资源利用最大化为重点,以

(下转第11页)

发酵桑饲料对宁乡土杂猪生长性能与屠宰性能及肉品质的影响

李飞鸣¹ 李 霞¹ 黄仁志¹ 艾均文¹ 颜新培¹ 贺 喜² 罗安乐³
刘 耕¹ 龙唐忠¹ 叶添梅¹ 李一平¹

(1湖南省蚕桑科学研究所,长沙410127;2湖南农业大学动物科学技术学院,长沙410128;

3湖南桑叶加农业科技有限公司,410600)

摘要:本试验旨在研究发酵桑饲料(fermented mulberry leaves feed,FMLF)对育肥猪生长性能、屠宰性能及肉品质的影响。选择始重(48.50 ± 5.00)kg的宁乡土杂猪72头,随机分为4组,对照组饲喂基础饲粮,试验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组分别饲喂含10%、13%、16%发酵桑饲料的试验饲粮,试验期75d。结果显示:饲粮中添加FMLF对宁乡土杂猪平均日增重、平均日采食量和料肉比无显著影响($P>0.05$)。与对照组相比,3个试验组板油率显著降低($P<0.05$),随着FMLF水平增加,前腿比例极显著提高($P<0.01$),后腿比例极显著降低($P<0.01$),但不影响总腿率($P>0.05$)。与对照组相比,3个试验组肌肉剪切力显著降低($P<0.05$),失水率极显著降低($P<0.01$)。试验Ⅱ组、Ⅲ组饱和脂肪酸含量显著降低,多不饱和脂肪酸含量显著升高($P<0.05$);3个试验组不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸与对照组间差异达到了极显著水平($P<0.01$)。本研究表明:在饲粮中添加10%~16%发酵桑饲料,不影响宁乡土杂猪生长性能,可改善屠宰性能,有效保持猪肉鲜嫩多汁,优化脂肪酸结构;综合考虑,发酵桑饲料在宁乡土杂猪饲粮中的最适添加量为13%。

关键词:发酵桑饲料;宁乡土杂猪;生长性能;肉品质;脂肪酸含量;氨基酸组成

由于我国畜牧饲料资源短缺,而可利用存量桑资源规模巨大,桑叶作为新型非常规饲料已成为当前研究热点。桑叶营养丰富,干物质粗蛋白质含量20%以上,且氨基酸种类齐全、比例适宜,是一种优质的畜禽蛋白质源^[1]。综合对比,桑叶的饲用价值略低于大豆,优于苜蓿等其他常规饲料作物^[2-4]。国内外研究表

明,桑叶或桑叶粉作为饲料或添加剂在畜禽、水产等动物生产上应用,适口性好、消化率高,可以提高机体免疫能力、改善产品品质和养殖环境、提高经济效益^[5-6]。然而桑叶至今未能规模化应用于畜禽生产,主要原因是其粗纤维含量较高,且含有单宁、植物凝集素等抗营养因子^[7],直接添加桑叶粉到单胃动物饲料中达不到理想效果,因而需要进一步处理消除抗营养作用。宁乡花猪作为我国四大地方名种之一,耐粗饲,肉品质风味好,但育肥周期长,瘦肉率分割率低。本试验选取以宁乡花猪为母本培育的宁乡土杂猪为试验对象,饲喂添加不同水平发酵桑饲料的饲粮,探讨其对育肥猪生

资助项目:湖南省科技计划项目(No.2016NK2168);现代农业产业技术体系建设专项(No.CARS-18)。

第一作者:李飞鸣(1963—),男,农艺师。
E-mail:1160838570@qq.com

通讯作者:李一平,研究员。
E-mail:704032779@qq.com

长性能、屠宰性能、肉品质及风味的影响,研究以桑饲料替代部分蛋白资源,为桑饲料在养猪业中的规模化应用提供科学参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

发酵桑饲料:由湖南省蚕桑科学研究所提供鲜桑枝叶,湖南桑叶加农业科技有限公司制成桑发酵料,水分13.4%,粗蛋白21.1%。基础饲粮由湖南桑叶加农业科技有限公司提供。

1.2 试验动物与试验设计

试验选用胎次、日龄基本一致,初始体重为(48.50 ± 5.00)kg体况健康的宁乡土杂猪(“♀宁乡花猪×♂约克夏”二元杂交后代)去势商品公猪72头,采用单因素试验设计,按初始体重无差异随机分成4个处理组,每组3个重复,每个重复6头猪。基础饲粮为玉米-豆粕型饲粮,其中对照组只饲喂基础饲粮;试验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组分别饲喂在基础饲粮中添加10%、13%、16%发酵桑料的试验饲粮。所有饲粮的能量和蛋白质等营养水平均基本相等,试验饲粮组成及营养水平见表1。试验期75d,预试5d,正试70d。饲养试验结束时,每个重复随机选1头猪,屠宰采样。

1.3 饲养管理

试验于2017年3月初至5月底在宁乡流沙河雪南花猪养殖场进行。在同一栋封闭式猪舍内,试验猪以重复为单位分栏饲养,进栏前一周猪舍彻底清洗并消毒。试验期内每天早上8:00,下午16:00定时投料,提供充足饮水,自由采食、自由饮水。每天准确记录各重复的日投料量、剩余料量和损失料量以及猪淘汰和死亡数量,并观察猪群的采食、饮水、生长发育及其他异常情况。管理、防疫和消毒按照猪场常规程序进行。

1.4 样品采集与处理

试验结束时,每个重复随机选1头猪进行屠宰,取试验猪左侧胴体背最长肌用于肉品质测定,并采集第2~5腰椎处背最长肌处肌肉样品,-20℃保存,待测定肌肉化学指标。

1.5 指标测定与方法

1.5.1 生长性能指标测定 试验开始时,每头猪进行称重得初始体重,在试验结束时(宰前禁食24h)以栏为单位空腹称重,根据统计的耗料量、试验天数计算平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADFI)和料肉比(F/G)。

表1 试验饲粮组成及营养水平

(质量分数/%)

项 目	对照组	试验组		
		I组	II组	III组
原料	玉米	86	79	77
	豆粕	10	7	6
	发酵桑饲料	0	10	13
	预混料 ¹⁾	4	4	4
营养水平 ²⁾	合计	100	100	100
	消化能/(MJ·kg ⁻¹)	13.58	12.82	12.59
	粗蛋白	10.98	10.98	10.98
	钙	0.25	0.26	0.33
	总磷	0.29	0.28	0.27

¹⁾预混料为每千克饲粮提供:维生素A 5512 IU;维生素D₃ 2200 IU;维生素E 64 IU;维生素K₃ 2.2mg;维生素B₁₂ 27.6μg;D-泛酸,13.8mg;核黄素 5.5mg;烟酸 30.3mg;氯化胆碱 551 mg;铜 35 mg;铁 100mg;锰 40mg;锌 100mg;硒 0.3mg;碘 0.3mg。²⁾营养水平为计算值。

1.5.2 屠宰性能指标测定 按照《畜禽生产学实验教程》^[8]中猪的屠宰测定方法进行,称宰前活重,屠宰放血去毛后去头、蹄、尾和内脏(保留板油、肾脏)后取左半边胴体称重,测平均背膘厚和眼肌面积,取前腿、后腿,分别称重,计算屠宰率、板油率、前后腿比例等指标。

1.5.3 肉品质指标测定 取猪左侧胴体胸腰椎结合处至第2腰椎处背最长肌,用便携式pH测定仪测定屠宰后45min和24h的pH值。取第2~5腰椎处背最长肌肉样,测定失水率、

滴水损失和剪切力等指标,测定方法参照NY/T 821—2004《猪肌肉品质测定技术规范》^[9]。

1.5.4 肌肉脂肪酸和氨基酸测定 采用高效液相色谱仪测定,检测方法分别参照GB 5009.168—2016《食品中脂肪酸的测定》^[10]、GB5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》^[11]。

1.6 数据处理和统计

原始数据采用Excel 2007进行初步处理,用SPSS 19.0软件进行单因素方差分析,LSD法进行多重比较。试验结果均采用平均

数±标准差表示,P<0.05为差异显著,P<0.01为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪生长性能的影响

整个试验期间,试验猪生长状况良好,饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪生长性能的影响见表2;由表中数据可以看

表2 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪生长性能的影响

项 目	对照组	试验组		
		I组	II组	III组
初始体质量 / kg	48. 54±3. 72	48. 36±4. 15	48. 52±5. 37	48. 60±4. 99
最终体质量 / kg	108. 82±4. 11	109. 28±6. 55	111. 48±5. 86	110. 26±6. 30
平均日增重质量 / (g·d ⁻¹)	803. 77±14. 19	812. 29±55. 63	839. 40±13. 26	822. 08±39. 86
平均日采食量 / (g·d ⁻¹)	2739. 89±75. 59	2800. 52±134. 49	2924. 51±59. 64	2920. 43±98. 80
料肉比	3. 41±0. 13	3. 45±0. 07	3. 48±0. 17	3. 55±0. 05

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著($P>0.05$),不同字小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),表3~5同。

出,各组试验猪各项生长性能指标差异不显著($P>0.05$)。经过75d的饲养试验,与对照组相比,试验I、II、III组平均日增重、平均日采食量均有所提高,其中试验II组的日增重最快,采食量最多;3个试验组料肉比随着发酵桑料的添加比例提高而有所上升,但未产生显著差异($P>0.05$)。

2.2 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡

土杂猪屠宰性能的影响

屠宰性能指标测定结果见表3。从该表可以看出,3个试验组的屠宰率与对照组差异不显著($P>0.05$);试验I、II、III组的板油率显著低于对照组($P<0.05$),分别降低了14.21%、5.09%、12.06%;3个试验组前腿比例均显著高于对照组($P<0.01$),分别提高了19.98%、26.54%、22.95%,而3个试验组后腿比例均显

表3 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪肌肉屠宰性能的影响

项 目	对照组	试验组		
		I组	II组	III组
屠宰率 / %	75. 27±0. 21	73. 16±2. 09	75. 07±1. 33	73. 87±0. 36
板油率 / %	3. 73±0. 08 ^a	3. 20±0. 21 ^b	3. 54±0. 13 ^c	3. 28±0. 30 ^b
前腿比例 / %	17. 82±2. 59 ^A	21. 38±1. 76 ^B	22. 55±1. 62 ^C	21. 91±0. 71 ^{BC}
后腿比例 / %	17. 02±0. 32 ^A	13. 98±0. 10 ^B	13. 29±0. 21 ^C	13. 17±0. 53 ^C
平均背膘厚 / mm	39. 68±14. 78	34. 24±3. 43	34. 17±5. 31	32. 35±3. 91
皮厚 / mm	5. 41±0. 26	5. 03±0. 41	5. 10±0. 28	4. 94±0. 83
眼肌面积 / cm ²	28. 10±6. 50	28. 66±3. 04	32. 38±5. 72	31. 12±3. 44

著低于对照组($P<0.01$),分别降低了17.86%、21.92%、22.62%。平均背膘厚随着发酵桑料添加水平增加而下降,3个试验组分别比对照组下降了13.71%、13.89%、18.47%;而眼肌面积随着发酵桑料添加水平增加出现了上升趋势,其中试验Ⅱ组眼肌面积最大,Ⅲ组次之,Ⅰ组再次之,对照组最小。

2.3 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪肌肉品质的影响

由表4可知,3个试验组相互之间背最长

肌剪切力、失水率差异不显著($P>0.05$),但与对照组相比,剪切力分别显著降低了16.15%、34.9%、16.76%($P<0.05$),失水率极显著降低了48.71%、46.30%和48.71%($P<0.01$)。添加发酵桑料有降低滴水损失趋势,但差异不显著($P>0.05$);随着桑料添加量的增加肌肉放置24h后pH降低速度有所减小,但无论45min还是24h,4组肌肉的pH值差异都不显著($P>0.05$);大理石纹评分有提高趋势,但未达到显著差异($P>0.05$)。

表4 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪肌肉品质影响

项 目	对照组	试验组		
		I组	II组	III组
剪切力 / N	21.66±4.09 ^a	18.16±0.39 ^b	14.10±3.41 ^b	18.03±1.83 ^b
失水率 / %	35.40±1.54 ^A	18.35±1.30 ^B	19.01±2.41 ^B	18.16±6.08 ^B
滴水损失 / %	3.00±0.40	2.56±0.87	2.64±0.45	2.54±0.27
pH _{45 min}	6.19±0.15	6.19±0.04	6.13±0.05	6.10±0.09
pH _{24 h}	5.65±0.04	5.67±0.03	5.66±0.04	5.67±0.04
ΔpH	0.53±0.16	0.52±0.04	0.46±0.04	0.43±0.05
大理石纹	3.00±0.01	3.33±0.57	3.5±0.50	3.67±0.29

pH_{45min}和pH_{24h}分别表示屠宰后45min和24h的pH测定值。ΔpH表示24h后pH变化。

2.4 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪肌肉风味的影响

肌肉中氨基酸、脂肪酸测定结果见表5。由该表可知,各试验组的肌肉总氨基酸含量、鲜味氨基酸含量与对照组没有显著差异($P>$

0.05),但试验组含量均有一定幅度提高,其中试验Ⅱ、Ⅲ组总氨基酸比对照组分别提高了3.91%、10.50%,鲜味氨基酸含量分别提高了6.12%、10.97%。总脂肪酸含量、单不饱和脂肪酸含量差异均不显著($P>0.05$)。试验Ⅱ组、

表5 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪肌肉氨基酸和脂肪酸含量的影响

项 目	对照组	试验组		
		I组	II组	III组
总氨基酸含量 / %	20.97±0.43	20.84±1.68	21.79±0.82	23.17±2.19
鲜味氨基酸含量 / %	10.12±0.33	10.15±0.90	10.74±0.28	11.23±0.98
总脂肪酸含量 / %	93.12±0.04	91.27±1.48	90.97±0.98	91.14±2.77
饱和脂肪酸含量 / %	47.07±0.11 ^a	44.71±0.62 ^{ab}	43.26±0.71 ^b	43.55±2.41 ^b
不饱和脂肪酸含量 / %	46.05±0.40 ^a	46.57±1.26 ^{ab}	47.72±0.83 ^b	47.59±0.36 ^b
单不饱和脂肪酸含量 / %	44.85±0.86	44.59±1.05	45.22±1.24	45.19±0.81
多不饱和脂肪酸含量 / %	1.20±0.05 ^a	1.98±0.68 ^{ab}	2.5±0.47 ^b	2.40±0.45 ^b
不饱和脂肪酸/饱和氨基酸 UFA / SFA	0.98±0.05 ^A	1.04±0.74 ^B	1.10±0.66 ^B	1.09±1.19 ^B

Ⅲ组饱和脂肪酸含量显著低于对照组($P<0.05$),但试验Ⅰ组与对照组差异不显著($P>0.05$);试验组多不饱和脂肪酸含量显著增加($P<0.05$),其中试验Ⅱ组>Ⅲ组>Ⅰ组;各组不饱和脂肪酸含量差异接近显著性,并出现与多不饱和脂肪酸相同的变化趋势。此外,不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸3个试验组与对照组间差异均达到了极显著水平($P<0.01$),其中试验Ⅱ组不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸最大。

3 讨论

3.1 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪生长性能的影响

桑叶营养价值高,但存在较高含量的粗纤维、单宁等抗营养因子,阻碍动物对养分消化利用,当添加比例超出一定范围会影响动物的生长。宋琼莉等^[12]在三元杂交育肥猪饲粮中添加5%~15%桑叶粉,发现添加量为5%和10%对生长性能影响不显著($P>0.05$),当添加到15%时显著降低育肥猪平均日增重和饲料转化率($P<0.05$)。张娜娜等^[13]对比研究添加15%饲料桑粉和15%发酵饲料桑粉的育肥效果,发现15%发酵饲料桑粉组育肥猪的日增重显著高于15%饲料桑粉组和对照组,并指出是由于饲喂经过发酵的桑叶粉抗营养作用减小,提高了猪的采食量,因此会使猪的平均日增重有所提高。本试验结果表明,添加10%~16%发酵桑饲料试验组的平均日采食量、平均日增重与对照组相比均有所提高,这可能跟本试验所用猪品种、发酵菌种以及发酵水平等因素不同有关。

3.2 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪屠宰性能的影响

屠宰性能是衡量猪产肉经济性状的重要指标。李有贵等^[14]在饲粮中添加10%、20%的桑叶粉对育肥猪胴体率没有显著影响,板油率显著降低($P<0.05$)。本试验中3个试验组板油率比对照组亦显著下降($P<0.05$),与前述试

验结果相似,表明发酵桑叶粉具有减少猪胴体脂肪沉积的作用。本试验中试验组前腿比例极显著高于对照组,后腿比例极显著低于对照组($P<0.01$),表明添加发酵桑饲料不仅能减少脂肪沉积,还可以增加肌肉蛋白质沉积,优化调整猪的前、后腿比例。背膘厚、眼肌面积在一定程度上也能反映机体沉积脂肪、蛋白的能力。杨静等^[15]的研究显示,在育肥猪饲粮中添加10%~20%的饲用桑粉,背膘厚随饲用桑粉提高而降低,当添加到15%时显著降低。在本试验中,随着发酵桑饲料水平增加平均背膘厚、皮厚出现下降趋势,眼肌面积呈现上升趋势,同样表明发酵桑饲料具有抑制脂肪沉积、促进蛋白沉积的作用。但背膘厚等未出现显著差异,可能是由于本试验猪含有地方脂肪型猪——宁乡花猪一半的血统,同时在育肥期机体以体肪沉积为主,对试验猪的背膘厚影响不明显。

3.3 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪肌肉品质的影响

评价肉品质主要的指标有肉色、嫩度、系水力、pH值和大理石纹等,其中肌肉嫩度是评定肉品质的决定性指标,平均剪切力值越大表示肉越老,反之越嫩。滴水损失和失水率是反映系水力的指标,肌肉滴水损失和失水率越小,肌肉的保水能力越高,肉品质也就越好。多项研究发现,饲料中添加桑叶(粉)可以改善鸡、猪、牛、羊、鱼等肉的肉色、嫩度、pH值等,从而提高肉品质^[16~20]。本试验结果显示,试验组肌肉剪切力显著降低($P<0.05$),失水率极显著降低($P<0.01$),说明添加发酵桑饲料能够同时提高猪肉的嫩度和保水能力,与何宏亮等^[21]在生长育肥猪中添加桑叶粉的研究结果一致。可能的原因有以下两点,一是与桑叶能双向调控脂质代谢有关,即不仅抑制体脂沉积,降低板油率,而且能促进肌肉中肌内脂肪、磷脂等脂质沉积,维持肌纤维和细胞膜的功能;二是桑叶中的多种生物活性可防止屠宰后大量自由基等有害物质对细胞结构和功能的损坏,防

止细胞内水分外流。此外,本试验大理石纹评分有提高趋势,而大理石纹评分与肌内脂肪含量呈正相关,也反映出发酵桑饲料能促进肌肉脂肪沉积。猪屠宰后因肌糖原酵解、脂肪酸败使pH下降很快,使肌肉蛋白变性,会产生PSE (pale soft exudative meat, 俗称白肌肉)或DFD (dry firm dark meat, 俗称黑干肉)低品质猪肉。本试验各组肌肉pH变化不明显,但随着添加水平的上升,pH下降速率减缓。可能是桑叶含有丰富的黄酮、多糖、生物碱等抗氧化成分,能保护脂质免受氧化,从而抑制猪肉酸败,延长pH下降速率,起到保护猪肉品质的作用^[22]。

3.4 饲粮中添加不同比例发酵桑饲料对宁乡土杂猪肌肉风味成分的影响

肌肉氨基酸、脂肪酸是评价猪肉营养价值的重要指标,也是影响肉质风味的重要因素^[23]。鲜味氨基酸是形成肉香味所必需的前体氨基酸,直接决定了肉的风味,它们不但能形成鲜味还能缓冲酸与咸等特殊味道^[24]。本试验对肌肉氨基酸分析发现,氨基酸总量、鲜味氨基酸含量随发酵桑饲料添加有所提高($P > 0.05$),说明饲料中适量添加发酵桑饲料对肌肉鲜味氨基酸含量有一定提升作用。不饱和脂肪酸尤其是多不饱和脂肪酸是肉食香味的重要前体物质,同时对心脑血管疾病、糖尿病有良好保健和治疗作用^[25]。因此,近年来人们把脂肪酸的研究重点放在如何调整猪肉脂肪酸组成上。本试验发现,随着发酵桑饲料添加水平提高,肌肉饱和脂肪酸含量显著下降,不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸含量显著提高($P < 0.05$)。杨静^[15]的研究与本试验结果基本一致,同时分析指出,桑叶本身多不饱和脂肪酸含量高,猪采食后不经氢化直接在体内沉积,可改变肌肉脂肪酸组成,提高不饱和脂肪酸特别是多不饱和脂肪酸比例^[26]。此外,本试验中试验组与对照组不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸出现了极显著差异($P < 0.01$),这表明添加发酵桑饲料能优化调整饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸结构,当发酵桑料水平添加到13%时,脂

肪酸组成与含量为最优。

4 结论

本试验条件下,在饲粮中添加10%~16%的发酵桑料不影响宁乡土杂猪生长性能,但能够降低板油率,优化前后腿比例,改善屠宰性能;能降低猪肉的剪切力和失水率,有效保持肌肉鲜嫩多汁性;能优化调整肌肉饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸比例,提高鲜味氨基酸含量,从而改善肉质风味,提升营养价值。综合考虑,当发酵桑料添加水平为13%时,提升宁乡土杂猪屠宰性能、肉质风味的效果最好。

参考文献

- [1] 何雪梅,廖森泰,刘吉平.桑树的营养功能性成分及药理作用研究进展[J].蚕业科学,2004,30(4):390-392.
- [2] 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.
- [3] 孟留伟,周逸斌,黄凌霞.桑叶的饲用价值及其在动物生产中的应用和研究现状[J].蚕桑通报,2016,47(3):11-18.
- [4] 黄静,邝哲师,刘吉平,等.桑叶在动物饲料的应用研究现状与发展策略[J].蚕业科学,2014,40(6):1114-1121.
- [5] SUDO M,KURAMOTO H,ISO M. Studies on functional poultry eggs:Effects of mulberry leaves on quantity of eggs[J]. Bull Ibaraki Prefect Poul Exp Stn, 2000, (33):21-34.
- [6] 赵春晓.桑叶粉在蛋鸡饲料添加剂中的应用研究[D].泰安:山东农业大学,2007.
- [7] 邝哲师,黄静,廖森泰,等.桑叶粉和发酵桑叶粉对胡须鸡屠宰性能、肉品质及盲肠菌群的影响[J].中国畜牧兽医,2016,43(8):1989-1997.
- [8] 周贵,王立克,黄瑞华,等.畜禽生产学实验教程[M].北京:中国农业大学出版社,2006:173-177.
- [9] 中华人民共和国农业部.猪肌肉品质测定技术规范:NY/T 821—2004[S].北京:中国标准出版社,2004:4-8.

- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品中脂肪酸的测定:GB 5009.168—2016[S].北京:中国标准出版社,2016:3-8.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品中氨基酸的测定:GB 5009.124—2016[S].北京:中国标准出版社,2016:3-13.
- [12] 宋琼莉,韦启鹏,邹志恒,等.桑叶粉对育肥猪生长性能、肉品质和血清生化标的影响[J].动物营养学报,2016,28(2):541-547.
- [13] 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.
- [14] 李有贵,张雷,钟石,等.饲粮中添加桑叶对育肥猪生长性能、脂肪代谢和肉品质的影响[J].动物营养学报,2012,24(9):1805-1811.
- [15] 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].保定:河北农业大学,2014.
- [16] 吴萍,厉宝林,李龙,等.日粮中添加桑叶粉对黄羽肉鸡生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[J].中国家禽,2007,29(7):13-15.
- [17] 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,2011,44(4):24-28.
- [18] 尧国荣,陈金和,许振华,等.桑叶在蛋鸡与肉鸡生产中应用的研究进展[J].黑龙江畜牧兽医,2015,(23):70-72.
- [19] 吴浩.桑叶和DDGS在反刍动物饲养中的应用研究[D].北京:中国农业大学,2015.
- [20] 梅宁安,李如冲,张雪山,等.桑饲料育肥肉用杂公羔屠宰性能及理化指标测试分析[J].上海畜牧兽医通讯,2010,(5):34-35.
- [21] 何亮宏,陈国顺,权群学,等.桑叶粉对生长肥育猪生长性能、屠宰性能、肉质及风味的影响[J].中国畜牧杂志,2018,54(8):68-74.
- [22] 崔艺燕,马现永.桑叶对猪肉品质影响的研究进展[J].中国饲料,2017,(1):5-9;12.
- [23] 陈国顺,刘孟洲.野猪杂种猪肌肉营养特性的分析[J].养猪,2004,(1):24-27.
- [24] 朱砾,李学伟,帅素容,等.大河猪与大河乌猪的肌肉营养成分分析[J].中国畜牧杂志,2008,44(7):6-9.
- [25] 李强.沼渣源饲料对猪肥育效果和肌内脂肪酸组成及肌纤维类型的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2009.
- [26] 王雯熙,杨红建,薄玉琨,等.不同品种桑叶营养成分分析与代谢能值评定研究[J].中国畜牧杂志,2012,38(3):41-45.

(上接第4页)

提升产业经济效益为目的,以市场化、工厂化为发展方向,出台招商引资优惠政策,吸引外商投资兴业,招商部门要主动出击,积极引进先进企业、资金、科技和人才,大力发展以茧丝绸为龙头的丝绸终端产品,深度开发桑叶、桑枝、桑根、桑椹,蚕沙、蚕蛹、蚕蛾等资源,延伸蚕桑在生物制药、食品加工、建材装饰、保健美容等领域的用途,以项目带动产业,以产品拉动市场,以品质打造品牌,逐渐形成规模,提升蚕桑产业效益和市场竞争力。

3.4.3 发展休闲蚕业 以观光休闲康乐蚕业为突破目标,以政府和社会化组织为主导,结

合阳城全域旅游、中国农业公园建设和农林文旅康田园综合体建设,深度挖掘阳城蚕桑历史底蕴和悠久文化,及时申报世界文化遗产保护,树立蚕旅结合的新理念,推进蚕业与旅游、文化、养生等产业深度融合,让游客有看头、有吃头、有玩头;同时,建立“互联网+旅游+特色产品+现场体验式营销”的现代化营销新模式,把传统的蚕桑产业变成现代人的休闲娱乐项目,提升“阳城蚕桑”品牌市场外向度,让“华北蚕桑第一县”这颗璀璨的明珠重放异彩。

镉铅复合胁迫对桑苗生长与桑叶重金属含量的影响

黄仁志 李一平 蒋勇兵 贾超华 蒋诗梦 颜新培 秦志雄 罗军

(湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127)

摘要:桑树是湖南重金属污染耕地替代种植的代表性植物之一。以桑品种湘桑6号、湘7920、农桑14号、粤桑11号为试验材料,人为添加不同浓度梯度的镉、铅进行盆栽试验,研究镉、铅复合胁迫对桑苗生长及桑叶重金属含量的影响。结果表明:桑苗株高、节距、最大叶幅随土壤中镉和铅含量的提高而降低,桑叶镉、铅含量与土壤镉和铅含量呈正相关;以桑叶产量减少25%时所对应的土壤重金属含量作为桑树对镉、铅胁迫的耐受值,在本试验条件下,桑树对重金属污染土壤中镉、铅的平均耐受阈值分别为40.88mg/kg和527.00mg/kg。

关键词:重金属;胁迫;桑树

2013年,湖南稻米Cd超标事件披露后,引起社会的广泛关注^[1]。越来越多的人开始关注身边的土壤污染问题,发展合理、有效、经济的重金属污染土壤修复技术成为必需^[2]。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 Cd超标农田产业结构调整中就有超过一半的面积已经落实发展蚕桑^[1,3]。桑树作为一种在我国广泛分布的多年生木本植物,根系庞大、生长迅速、生物量大、适应能力强、抗盐碱、耐贫瘠,在pH 4.5~9.0的范围内都能正常生长^[4-5]。桑树对重金属具有一定的富集和耐受能力,栽桑养蚕生产

模式不仅可增加重金属污染区农民的经济收入,同时还可消除土壤中重金属通过食物链进入人体造成累积毒害的危险,可能成为治理和利用我国重金属污染农田,实现农作物种植结构调整的一种经济生态模式^[5-7]。重金属对桑树的胁迫已有许多文献报道,其中涉及的重金属有Cd^[8]、Cr^[9]、Pb^[10]、Co^[11]、Cu^[12]、Zn^[13]、Mn^[14],而Cd、Pb复合胁迫对桑树生长的影响鲜有报道,本课题组承担重度污染区桑树替代种植研究任务,取得了相关基础研究数据。为减少田间试验中不可控因素如水、肥、重金属污染不均等对试验的影响,采用盆栽试验研究Cd、Pb复合胁迫对桑苗生长及桑叶吸收积累Cd、Pb的影响,以期为我省重金属污染耕地桑树替代种植及安全利用提供理论支持。

资助项目:农业部财政部重大专项(No.农办财函[2015]38号);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项目(No.2014-06);蚕桑种质资源多元化应用研发创新团队项目(No.2017XC01)。

第一作者:黄仁志(1975—),男,硕士,副研究员。

E-mail:huang0873@sina.com

通讯作者:李一平,研究员。E-mail:704032779@qq.com

1 材料与方法

1.1 材料

盆栽用土壤取自本所桑园内的熟土,风干、敲碎、过筛备用。选取湖南省常用的4个

桑树品种进行盆栽试验,其中湘7920、农桑14号与湘桑6号为1年生嫁接苗,粤桑11号为1年生实生苗。

$\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 均为分析纯,购自国药集团化学试剂有限公司。预先用去离子水分别配制成 Cd 和 Pb 的浓缩液(质量浓度为 1g/L),保存备用。

1.2 盆栽试验处理

用高 35cm、内径 15cm 的塑料花盆进行盆栽试验,按镉 6 个浓度梯度(0、5、10、25、50、100mg/kg)与铅 6 个浓度梯度(0、150、300、450、600、900mg/kg)两两对应组成 Cd、Pb 复合胁迫处理,如 B1 处理组为对照,即 Cd 质量比 0 mg/kg、Pb 质量比 0 mg/kg, B2 处理组为 Cd 质量比 5mg/kg、Pb 质量比 150mg/kg, 以此类推。每个桑树品种每个处理设置 4 个重复,用事先配制好的重金属浓缩溶液稀释成各设计浓度后喷洒在土样中,并不断搅拌均匀,保持土壤含水率 55%,平衡 2 周后再搅拌均匀,实测 6 个梯度浓度,各留 500g 土样作背景值检测用,每盆装土 12kg。从桑园苗圃中选择健壮、生长状况一致的桑苗移栽于盆中,每盆栽种 1 棵,定干高度 20cm。各处理随机排列,四周放 2 排盆栽苗作保护行。为避免雨水对重金属的冲淋,所有试验塑料盆均放在本所院内阳光棚下进行。

1.3 桑苗生长状况调查

3 月中旬桑苗栽植后,每周观察桑苗的生长状况,按常规方法进行管理,视土壤墒情浇自来水,每次每盆浇水 1L。7 月和 9 月,每盆 5g 尿素溶于 1L 水中,和浇水一同进行。8 月中旬记录各处理区不同品种桑苗的株高、最大叶幅、节距及叶片数。

1.4 桑叶中重金属 Cd、Pb 含量的测定

在 10 月下旬,从每个处理组的 4 个重复中随机选取 3 株桑苗,分别收集每株桑苗的全部桑叶(含已脱落于盆中的桑叶),用水清洗 1 ~ 2 遍,除去叶片表面的灰尘等杂质,再用蒸馏水清洗 2 次,晾干后在鼓风烘箱中 105℃ 杀

青 30min,70℃ 烘干至恒重。烘干样品粉碎后收集保存待测。称取 $0.500\text{g} \pm 0.010\text{g}$ 桑叶样品至专用消解瓶,加入 15mL 混合酸(浓 HNO_3 与 HClO_4 的体积比为 4:1),浸泡过夜后置于电热板上进行消解,温度调节至 $180^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$,待消解完全赶酸至近干,取下冷却至室温后,用去离子水定容至 50mL 并做好标记,采用 ICE-3400 原子吸收分光光度计(美国 Thermo 公司)测定重金属 Cd、Pb 的含量。

土壤样品经自然风干后,采用四分法取样,用研钵磨碎后过 100 目尼龙筛,样品袋中保存备用。检测时,每个土样取 $0.500\text{g} \pm 0.010\text{g}$ 至专用消解瓶,加入 10mL 王水(浓 HCl 与浓 HNO_3 的体积比为 3:1)和 5mL HClO_4 ,浸泡过夜后置于电热板上进行消解,温度调节至 $200 \sim 220^\circ\text{C}$ 。若消解不完全,再加少许 HClO_4 ,直到瓶中溶液透明无色,赶酸至近干,冷却后用去离子水定容至 50mL 并做好标记^[15]。重金属元素用原子吸收分光光度计测定,所有样品均设置 3 个重复样和 1 个空白样,测定过程中用国家标准物质进行定量。

1.5 数据处理

桑树各生长指标值和桑叶中重金属 Cd、Pb 含量表示为平均值 \pm 标准差,使用软件 SPSS 17.0 进行数据分析,并用 Duncan 新复极差法检验平均数的差异显著性($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 盆栽土壤背景值

盆栽土壤基础肥力为 N 质量比 0.27g/kg、P 质量比 0.28g/kg、K 质量比 15.31g/kg, pH 值为 6.87, 有机质质量分数为 5.89%。实测盆栽土壤镉、铅含量如表 1 所示。

2.2 镉、铅胁迫下桑苗的生长特征

2.2.1 镉、铅胁迫下桑苗的形态特征 3 月中旬—10 月中旬定期观察 Cd、Pb 胁迫处理下各品种桑苗的生长状况。桑苗栽植后 1 个月内,各处理的桑苗均能正常生长,无明显差别;2

表1 盆栽试验土壤中镉和铅的含量

[质量比/(mg·kg⁻¹)]

处理组编号	镉含量		铅含量	
	设置值	实测值	设置值	实测值
B1	0	0.42	0	32.37
B2	5	4.50	150	151.96
B3	10	13.27	300	313.50
B4	25	30.47	450	481.69
B5	50	54.00	600	615.91
B6	100	109.29	1 000	1 043.48

个月后能观察到不同浓度重金属 Cd、Pb 胁迫下桑苗长势的差异, B5、B6 处理组桑叶偏黄,

生长缓慢, 节距和叶面积均减小; 随生长时间延长, 差异越明显, 高浓度胁迫处理的桑叶明显发黄, 桑树止芯, 停止生长, 7、8月份高浓度胁迫处理桑叶开始脱落。8月上旬桑苗生长表现如图1所示。B1、B2、B3 处理组桑苗生长正常, 未止芯, 有新芽发出, 叶面深绿色; B4 处理组各桑树品种桑苗均部分止芯, 叶片浅绿色; B5、B6 处理组桑苗全部止芯, 叶片发黄且大部分脱落。其中粤桑 11 号的 B6 处理组 4 株桑苗中有 3 株已干枯。



图1 不同桑品种幼苗在重金属 Cd、Pb 胁迫处理后期(8月上旬)的生长状况

2.2.2 镉、铅胁迫下桑树的株高变化 随着土壤中 Cd、Pb 含量的增加, 桑苗株高呈下降趋势, Cd、Pb 胁迫下各品种桑苗长势具有显著差异(图1、表2)。由表2可以看出, 除湘桑6号

外, 低浓度重金属胁迫处理组(B2)桑苗株高比对照组 B1 高, 只是农桑 14 号的差异不显著; 中等浓度重金属胁迫处理组(B3、B4)桑苗株高比对照组桑苗矮, 而高浓度重金属胁迫处

理组(B5、B6)桑苗株高降幅达68.83%~88.33%。可见,低浓度Cd、Pb胁迫处理会促进桑树生长,而土壤Cd、Pb含量进一步增加,则株高呈逐渐降低的趋势。4个品种间比较,粤

桑11号表现较好,其株高随镉、铅处理浓度增加表现出的降低趋势较为缓慢,可见其耐受重金属的能力较强;而农桑14号整体株高最低(表2)。

表2 镉、铅胁迫下桑树的株高变化

(株高/cm)

桑品种	处理组编号					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
粤桑11号	118.67±11.55 ^b	145.33±15.88 ^a	138.67±7.09 ^a	84.00±3.61 ^c	51.00±4.58 ^d	21.33±5.86 ^e
湘桑6号	115.67±21.57 ^a	111.33±5.86 ^a	99.00±11.36 ^a	62.67±6.66 ^b	58.00±7.55 ^b	11.67±2.89 ^c
农桑14号	80.33±14.72 ^a	82.33±15.31 ^a	60.33±10.21 ^b	45.67±10.41 ^b	12.33±2.31 ^c	13.33±2.08 ^c
湘7920	112.00±6.56 ^b	130.00±8.72 ^a	72.33±5.51 ^c	44.33±4.51 ^d	29.67±5.51 ^e	27.67±2.52 ^e

同行数据不同小写字母表示0.05水平显著差异。表3~4同。

2.2.3 镉、铅胁迫处理对桑苗节距的影响 由表3可见,各桑品种的桑苗节距随土壤Cd、Pb含量的增加而缩短,特别是高浓度Cd、Pb处理组(B6)桑苗节距明显缩短,仅为对照组桑苗的29.80%~71.03%,其中,农桑14号、湘桑6号和湘7920的高浓度处理组(B5、B6)节距较

对照显著缩短。农桑14号和湘桑6号的桑苗节距随土壤Cd、Pb含量的增加而缩短,湘7920的处理组B2比B3的节距小,粤桑11号B1处理(对照)比B2、B3都小,但差异不显著,这与陈朝明等^[16]的研究相一致,即低浓度重金属促进桑树生长。

表3 镉、铅胁迫下桑树的节距变化

(节距/cm)

桑品种	处理组编号					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
粤桑11号	3.48±0.38 ^{ab}	4.45±0.45 ^a	3.79±1.60 ^{ab}	3.34±0.28 ^{ab}	3.02±0.82 ^b	3.16±0.49 ^b
湘桑6号	5.62±1.14 ^a	4.51±0.75 ^b	4.06±0.43 ^b	3.80±0.58 ^b	3.74±0.58 ^b	1.68±0.19 ^c
农桑14号	3.48±0.76 ^a	3.36±0.36 ^a	3.12±0.50 ^a	2.93±0.37 ^a	1.91±0.50 ^b	1.41±0.26 ^b
湘7920	3.16±0.38 ^a	2.80±1.03 ^{abc}	2.96±0.41 ^{ab}	2.49±0.22 ^{abc}	2.19±0.42 ^{bc}	2.10±0.28 ^c

2.2.4 镉、铅胁迫处理对叶片最大叶幅的影响 Cd、Pb复合胁迫对桑苗最大叶幅有直接影响(表4)。B6处理组桑苗的最大叶幅比对照组减小30.08%~45.47%,且每个桑树品种桑苗在高浓度处理(B5、B6)条件下的最大叶幅均较对照组显著下降。

2.3 镉、铅胁迫对桑树桑叶产量的影响及桑树对镉、铅的耐受值

桑叶的生物产量能有效反映桑树的生长

势。本试验中各处理组的桑叶产量见表5。对于粤桑11号,B2处理组的桑叶产量比对照组高28.67%,B4处理组的桑叶产量是对照的56.85%,生物量明显减少,而B5处理组有2株桑苗叶片已经全部凋零,B6处理后期基本上没有叶片,10月份取样时,4株桑苗已有3株枯死。湘桑6号、农桑14号、湘7920桑叶产量随Cd、Pb含量的增加而下降。B6处理后期桑苗止芯,基本上没有叶片,停止生长发育。相对

表4 镉、铅胁迫下桑苗的最大叶幅变化

(最大叶幅/cm)

桑品种	处理组编号					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
粤桑11号	11.45±1.53 ^{abc}	13.15±1.46 ^a	12.63±2.81 ^{ab}	11.08±1.16 ^{abc}	9.20±0.96 ^{bc}	8.70±1.30 ^c
湘桑6号	18.48±2.29 ^a	16.00±1.56 ^a	17.15±1.58 ^a	15.20±2.44 ^a	15.75±1.77 ^a	10.08±1.44 ^b
农桑14号	15.55±2.76 ^a	16.80±1.48 ^a	15.93±1.99 ^a	14.25±0.71 ^{ab}	9.88±0.74 ^b	9.55±4.01 ^b
湘7920	15.38±2.38 ^a	14.18±1.89 ^{ab}	14.10±1.75 ^{ab}	13.35±1.62 ^{abc}	12.15±0.74 ^{bc}	10.75±1.01 ^c

表5 镉、铅胁迫对桑树桑树单株桑叶产量的影响

[产量/(g, m_0)]

桑品种	处理组编号					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
粤桑11号	38.82±14.22	49.95±14.60	38.97±18.91	22.07±1.88	1.25	—
湘桑6号	73.59±19.17	55.50±4.99	38.97±10.17	15.47±2.64	10.71±2.25	2.90
农桑14号	59.51±1.00	48.26±14.12	42.50±3.49	24.23±11.23	3.74	1.71
湘7920	59.32±19.70	52.05±10.21	32.67±12.95	11.48±9.28	6.41±2.96	—

而言,粤桑11号低浓度处理下产量提高而高浓度处理下停止生长或枯死,说明其对重金属Cd、Pb胁迫比其他3个品种更为敏感。

桑树株高、节距、最大叶幅及桑叶产量都有一致性表现,根据以往的研究报道^[17-18],选择桑叶产量减少25%时对应的土壤重金属含量作为桑树对Cd、Pb胁迫的耐受值进行分析。由表6可知,土壤Cd、Pb含量与桑叶产量的回

归分析,相关系数均大于0.87,说明它们之间具有较好的相关性,特别是农桑14号、粤桑11号和湘7920桑叶中Cd含量与土壤Cd含量间的相关系数均大于0.93,而农桑14号超过0.99。与对照相比,以桑叶产量减少25%推算土壤中Cd、Pb的含量,得出在本试验条件下桑树对重金属污染土壤中Cd的平均耐受阈值为40.88mg/kg,对Pb的平均耐受阈值为527.00mg/kg。

表6 土壤镉、铅含量与桑叶产量的相关性分析

重金属	桑品种	回归方程	相关系数	耐受阈值 / (mg·kg ⁻¹)	平均值 / (mg·kg ⁻¹)
镉	农桑14号	$y=-0.017x+0.94$	0.992	$x=40.59$	40.88
	粤桑11号	$y=-0.021x+1.22$	0.959	$x=46.10$	
	湘桑6号	$y=-0.015x+0.84$	0.914	$x=39.00$	
	湘7920	$y=-0.017x+0.89$	0.932	$x=37.82$	
铅	农桑14号	$y=-0.002x+1.08$	0.997	$x=416.50$	527.00
	粤桑11号	$y=-0.002x+1.36$	0.873	$x=552.50$	
	湘桑6号	$y=-0.001x+1.01$	0.988	$x=726.00$	
	湘7920	$y=-0.002x+1.08$	0.989	$x=413.00$	

以桑叶产量(y)减少25%时所对应的土壤重金属含量(x)作为桑树对镉、铅胁迫的耐受阈值。

2.4 镉、铅胁迫下桑叶 Cd、Pb 含量的变化

如表7所示,桑叶镉含量与土壤 Cd 含量具有明显的正相关,土壤 Cd 含量越高,桑叶 Cd 含量也越高。对于饲料桑品种粤桑 11 号,B2 处理组桑叶中 Cd 的质量比只有 0.045mg/

kg,B3、B4 处理组桑叶 Cd 含量有所提高,但质量比仍低于 0.5mg/kg(国家饲料卫生标准 GB13078—2001),而 B5、B6 处理组桑叶 Cd 含量明显提高,质量比高于 1mg/kg,超过国家饲料卫生标准 Cd 限量标准的 1 倍。

表7 镉、铅胁迫下桑叶中的镉含量

[质量比/(mg·kg⁻¹)]

桑品种	处理组编号					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
粤桑 11 号	0.015±0.004	0.045±0.003	0.071±0.017	0.243±0.061	1.207±0.010	—
湘桑 6 号	0.012±0.001	0.023±0.001	0.107±0.004	0.294±0.007	4.321±0.010	4.467±0.011
农桑 14 号	0.002±0	0.011±0.001	0.305±0.006	0.473±0.007	1.035±0.023	2.287±0.039
湘 7920	0.019±0.003	0.056±0.003	0.068±0.006	0.424±0.031	1.528±0.021	—

不同浓度 Pb、Cd 复合胁迫处理后,桑叶中的 Pb 含量不同,低、中浓度胁迫处理组(B1~B4)桑叶 Pb 含量随土壤 Pb 含量的增加而提高,但 B5、B6 处理组桑叶 Pb 含量反而降低,而

且 B6 处理组比 B5 更低(表 8)。分析认为高浓度重金属胁迫处理下桑树长势较差,桑叶变黄,对重金属 Pb 的吸收转运有影响。有关桑树对 Cd、Pb 的吸收转运机制有待进一步研究。

表8 镉、铅胁迫下桑叶中的铅含量

[质量比/(mg·kg⁻¹)]

桑品种	处理组编号					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
粤桑 11 号	6.160±0.142	11.510±0.311	6.388±0.035	6.912±0.069	11.136±0.075	—
湘桑 6 号	5.808±0.017	14.937±0.108	28.664±0.211	37.712±0.099	28.168±0.162	19.285±0.043
农桑 14 号	8.518±0.017	10.682±0.108	21.418±0.211	26.676±0.099	7.437±0.162	5.482±0.043
湘 7920	7.380±0.051	14.815±0.145	27.172±0.114	28.689±0.077	26.674±0.053	—

3 讨论

镉、铅复合胁迫下各品种桑苗的株高、节距、最大叶幅均随镉、铅处理浓度的增加而降低,桑叶中镉、铅含量与土壤中镉、铅含量呈正相关;且高浓度镉、铅胁迫处理桑苗后桑叶发黄,提前止芯。特别是粤桑 11 号,低浓度的镉、铅处理明显促进桑苗生长,高浓度处理组的 4 株桑苗有 3 株枯死,其他 3 个品种桑苗在

高浓度处理下后期停止生长,但没有枯死现象,说明粤桑 11 号对高浓度重金属镉、铅胁迫较敏感,其耐镉、铅机制有待进一步的挖掘研究。在本试验条件下,推算得出桑树对重金属污染土壤中镉和铅的平均耐受阈值分别为 40.88mg/kg 和 527.00mg/kg。

本课题组通过大田试验得知:在镉质量比为 2.93mg/kg 的土壤中栽植桑树,桑树整株富集系数平均为 0.107,桑树对重金属镉的转移系数平均为 0.243^[19]。桑树不是超富集植物,

但是桑树根系庞大、生长迅速、生物量大、适应能力强、抗盐碱、耐贫瘠,在pH 4.5~9.0的范围内都能正常生长,是重金属污染耕地替代种植较好的植物,且能给重金属污染区农户及蚕桑企业带来一定的经济效益,适宜推广。在本试验中,不同品种桑树对重金属表现出不同的吸收积累能力和耐受能力,所获得的数据为今后的研究奠定了部分基础。为了能把试验获得的结论进行有效的推广应用,应根据桑树的不同应用目的加快桑树品种的筛选,在双超污染区进行替代种植,栽种低镉(铅)吸收积累桑树品种,保障桑树应用安全;在低浓度重金属污染区栽植高吸收积累镉的桑树品种,在利用桑叶养蚕和生产饲料桑的同时可为重金属污染耕地的生态修复助力。

参考文献

- [1] 佚名.让老百姓吃上放心粮:2014年国家启动重金属污染耕地修复治理[J].中国农业信息,2014,(10):64.
- [2] 蒋勇兵.低浓度鼠李糖脂作用下铜绿假单胞杆菌在玻璃珠介质中的吸附和传输[D].长沙:湖南大学,2014.
- [3] 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.
- [4] 杜周和,刘俊凤,刘刚,等.桑树作为水土防护林的研究[J].广西蚕业,2001,38(3):10~12.
- [5] 颜新培,龚昕,唐汇清,等.镉超标土壤桑树修复研究进展[J].广东蚕业,2014,(2):20~24.
- [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,1998,18(2):97~101.
- [7] JIANG Y B, HUANG R Z, YAN X P, et al. Mulberry for environmental protection [J]. Pak. J. Bot, 2017, 49 (2): 781~788.
- [8] WANG K. Tolerance of cultivated plants to cadmium and their utilization in polluted farmland soils[J]. Eng Life Sci, 2002, 22 (1/2): 189~198.
- [9] ASHFAQ M, AHMAD S, SAGHEER M, et al. Bioaccumulation of chromium in silkworm in relation to mulberry, soil and wastewater metal concentrations[J]. J Anim Plant Sci, 2012, 22 (3): 627~634.
- [10] ZHOU L, ZHAO Y, WANG S, et al. Lead in the soil-mulberry (*Morus alba* L.)-silkworm (*Bombyx mori*) food chain: translocation and detoxification[J]. Chemosphere, 2015, 128: 171~177.
- [11] ASHFAQ M, ALI S, HANIF M A. Bioaccumulation of cobalt in silkworm (*Bombyx mori* L.) in relation to mulberry, soil and wastewater metal concentrations[J]. Process Biochem, 2009, 44 (10): 1179~1184.
- [12] TEWARI R K, KUMAR P, SHARMA P N. Antioxidant responses to enhanced generation of superoxide anion radical and hydrogen peroxide in the copper-stressed mulberry plants[J]. Planta, 2006, 223 (6): 1145~1153.
- [13] TEWARI R K, KUMAR P, SHARMA P N. Morphology and physiology of zinc-stressed mulberry plants[J]. J Plant Nutr Soil Sci, 2008, 171 (2): 286~294.
- [14] TEWARI R K, KUMAR P, SHARMA P N. Oxidative stress and antioxidant responses of mulberry (*Morus alba*) plants subjected to deficiency and excess of manganese[J]. Acta Physiol Plant, 2013, 35 (12): 3345~3356.
- [15] 贾超华,颜新培,龚昕,等.镉超标耕地蔬菜重金属污染调查与健康风险评价[J].中国农学通报,2016,32(5):106~112.
- [16] 陈朝明,龚惠群,王凯荣. Cd对桑叶品质、生理生特性的影响及其机理研究[J].应用生态学报,1996,7(4):417~423.
- [17] WANG K, GONG H, WANG Y, et al. Toxic effects of cadmium on *Morus alba* L. and *Bombyx mori* L[J]. Plant Soil, 2004, 261 (1): 171~180.
- [18] Kuboi T, Noguchi A, Yazaki J. Relationship between tolerance and accumulation characteristics of cadmium in higher plants[J]. Plant Soil, 1987, 104 (2): 275~280.
- [19] 蒋诗梦,颜新培,龚昕,等.桑树品种间重金属镉的分布与富集规律研究[J].中国农学通报,2016,32(22):76~83.

湖南省主栽桑品种桑叶生物碱含量的测定分析

张俊 颜新培 李一平 黄仁志 邵元元 蒋诗梦 蒋勇兵 邹湘月

(湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127)

摘要:以湖南省具有代表性的15个主栽桑树品种为材料,分别采用雷氏盐比色法及反相高效液相色谱法对不同品种不同叶位桑叶总生物碱和1-脱氧野尻霉素(DNJ)含量进行了测定分析。结果表明,不同桑品种不同叶位间总生物碱和DNJ含量存在极显著差异($P<0.01$)。总生物碱和DNJ平均含量最高的是杂交桑沙2×伦109,是含量最低的三倍体湘桑6号的3倍;各品种从上位叶到下位叶总生物碱和DNJ含量几乎趋向于依次降低,平均质量比变幅分别为1.375~4.273mg/g和0.705~2.149mg/g。在供试品种上位叶和中位叶间,杂交桑沙2×伦109桑叶总生物碱和DNJ含量最高,质量比分别达到5.137mg/g和4.581mg/g、2.612mg/g和2.284mg/g;育2号和嘉陵20号下位叶的总生物碱和DNJ含量最高,质量比分别达3.599mg/g和1.823mg/g。综合评价认为,在湖南省栽培的桑叶生物碱含量较高的桑品种中,沙2×伦109、嘉陵20号、育2号适合作为桑叶生物碱开发专用桑树优势品种。

关键词:桑品种;桑叶;总生物碱;1-脱氧野尻霉素(DNJ);叶位

桑树为多年生木本植物,在中国有15个桑种和4个变种,栽培范围广,用药历史悠久,在历代《本草》中均被称为神木,是一种重要的药用植物资源^[1]。桑叶为桑科植物桑树的叶片,药用始载于《神农本草经》,被称为神仙叶^[2],味甘苦、性寒,具有清肝明目、清肺润燥、疏散风热等功效^[3]。现代医药学和营养学研究证实桑叶中含有丰富的功能活性物质,在抗肿瘤、抗动脉粥样硬化、抗病原微生物等方面

均有显著效果^[4~10],国家卫生部已经批准桑叶为药食两用珍贵资源,正式收入国家药典^[11]。

近年来,随着对桑树提取物综合药用机制研究的深入,桑叶的药用范围也在不断扩大。现代药理研究表明,桑叶活性提取物具有抑制血糖升高,预防、治疗糖尿病的作用,其降血糖活性物质为一类以1-脱氧野尻霉素(1-deoxyojirimycin, DNJ)为主要成分的多羟基哌啶类生物碱,该类生物碱与吡喃糖的结构类似,细胞毒性较低^[12~13],能够与糖类竞争性结合 α -葡萄糖苷酶的活性中心,进一步影响糖类化合物的代谢,起到降血糖功能^[14],尤其是DNJ,是降血糖的主要活性成分之一^[15],在日本、韩国等国家已有DNJ相关产品问世^[16]。桑树是生物碱含量较高的物种之一^[17],不同种质资源桑树中各类生物碱含量有所差异,这也导致了其药用价值的差异^[18]。目前我国对桑树

资助项目:国家科技支撑计划项目(No.2012BAD36B07);湖南省科技支撑计划项目(No.2015NK3054);现代农业产业技术体系建设专项(No.CARS-18)。

第一作者:张俊(1986—),男,助理研究员。
E-mail:zhangjuniswho@163.com

通讯作者:颜新培,研究员。
E-mail:776256205@qq.com

生物碱的开发研究仍处于起步阶段,在高含量资源及品种的选育以及生物碱提取和纯化生产工艺研究等方面还需要进一步深入。本研究通过考察湖南省15个具有代表性的桑树品种桑叶内总生物碱及DNJ含量的差异,以期筛选出可用于药食用的优质桑树资源,为湖南省药食用桑树品种的选育提供科学依据,对不同桑树种质资源多样化应用奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试桑品种

供试的15个桑品种分别是早生桑1号、改良鼠返、澧24×苗33、剑枝桑、育2号、嘉陵20号、荷叶白、农桑14号、湖桑197、伦教40号、湘桑6号、育711号、沙2×伦109、大墨斗、塘10,均栽植于湖南省蚕桑科学研究所桑树种质资源圃,树龄9a以上。于2014年秋季上午采摘供试桑品种的桑叶,分别采摘上位叶(第1~5位叶)、中位叶(第6~15位叶)、下位叶(第15位叶以下)3个部位的叶片。每个品种按上述要求随机采摘3份桑叶样品,室温阴干,粉碎后过60目筛,密封备用。

1.2 主要试剂和仪器

DNJ标准品(1-DNJ-HCl)购自美国Sigma公司,9-芴基氯甲酸甲酯(FMOC-Cl)购自Fluca公司,4-羟基哌啶醇(4-hydroxypiperidine)购自AlfaAesar公司。色谱纯甲醇、色谱纯乙腈、分析纯丙酮、分析纯雷氏铵盐、分析纯乙醚、分析纯浓盐酸、分析纯氢氧化钠、分析纯乙醇等购自上海生工生物工程技术服务有限公司。

KQ-600型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),1200 Series高效液相色谱仪(安捷伦科技有限公司,配备有G1321A FLD荧光检测器),UV-2102PC紫外可见分光光度计(上海尤尼柯仪器有限公司),KS-300E 11型超声波清洗机(宁波海曙科生超声设备有限公司),EYELA N-1001旋转蒸发仪(日本东京理

化器械株氏会社),TDL-5型低速离心机(上海飞鸽磨料磨具有限公司),RE-5LC旋转蒸发仪(巩义市予华仪器设备有限公司)。

1.3 桑叶总生物碱的提取及含量测定

称取供试样品桑叶粉2.000 g,按1:20的质量比加入25%乙醇-0.05mol/L盐酸混合提取液,常温浸提2h,重复提取2次,过滤,合并提取液,浓缩,HPD-100大孔树脂过柱,纯水洗脱,洗脱液减压浓缩,定容至10mL,即得待测样品溶液。

采用雷氏盐比色法^[18-19],以4-羟基哌啶醇为标准物,取2mL待测样品液,加入2%雷氏盐溶液3mL,混匀后置冰浴中放置1.5h,3 500r/min离心10min,弃上清,用蒸馏水洗涤沉淀至洗涤液无色,沉淀用70%丙酮溶液溶解,3 500r/min离心5min,取上清液测定D(523nm)值。

1.4 桑叶1-脱氧野尻霉素的提取及含量测定

精确称取供试样品桑叶粉1.000g,按1:280的质量比加入0.05mol/L盐酸溶液,于72.9℃恒温水浴浸提3h,12 000r/min离心15min,收集上清液,重复提取2次,合并上清液,加蒸馏水定容DNJ提取液至50mL,备用。

取上述提取液10μL,加入0.2mol/L硼酸盐缓冲液(pH 8.5)10μL混合,再加入浓度为5mmol/L的FMOC-Cl的乙腈溶液20μL,迅速混匀,30℃水浴反应30min,之后加入0.1mol/L甘氨酸10μL,中和剩余的衍生化试剂,终止反应。最后加入0.1%乙酸溶液950μL,混匀后生成稳定的DNJ-FMOC,用0.22μm一次性灭菌过滤器过滤,滤液用高效液相色谱荧光检测法^[20-22]分析。色谱条件:Inertsil ODS-SP色谱柱(4.6mm×25mm,5μm);流动相为乙腈-0.1%乙酸混合相(体积比55:45),流速1.0mL/min;柱温28℃;荧光检测器激发波长254nm,发射波长322nm;重复测定3次,取平均值。

1.5 数据处理

试验所得数据采用SPSS 18.0统计软件进

行方差分析及 Tukey($P<0.05$, 显著性水平; $P<0.01$ 极显著性水平)组间方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同桑品种桑叶总生物碱含量的比较分析

对湖南省 15 个桑树品种不同叶位桑叶总生物碱含量的测定结果见表 1。结果显示, 15 个桑树品种间桑叶总生物碱含量存在极显著差异($P<0.01$), 平均质量比变幅为 1.375~4.273mg/g。在 15 个供试桑树品种中, 沙 2×伦 109、嘉陵 20 号、育 2 号 3 个品种的总生物碱平均含量在 0.4% 以上, 桑叶总生物碱含量最高的是杂交桑沙 2×伦 109, 叶位平均质量比达到 4.273mg/g; 湘桑 6 号、荷叶白、大墨斗 3 个品种总生物碱含量在 0.2% 以下, 含量最低的是三倍体桑品种湘桑 6 号, 叶位平均质量比仅为 1.375mg/g, 沙 2×伦 109 总生物碱的含量几乎

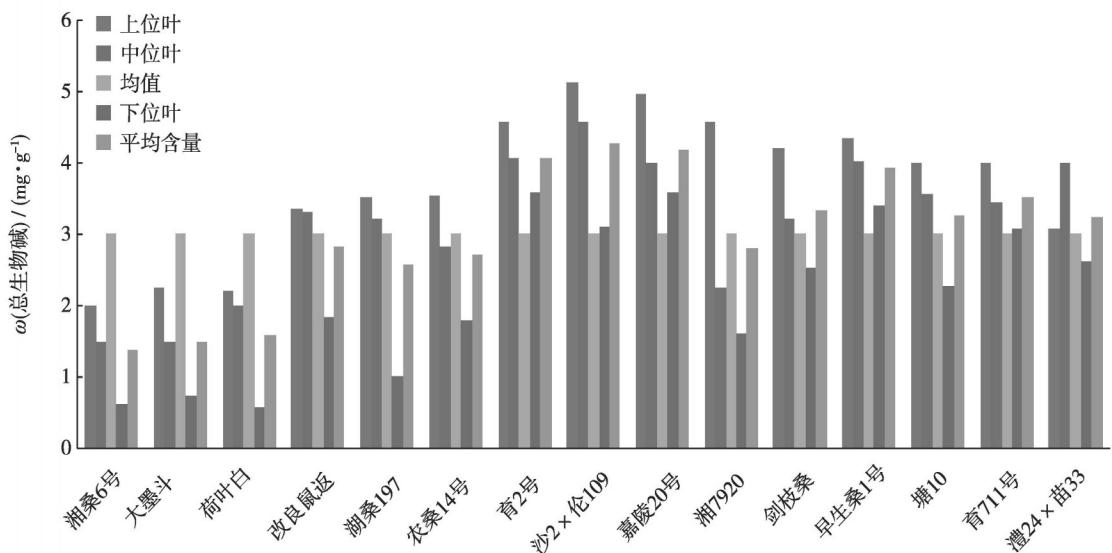
是湘桑 6 号的 3 倍。对不同成熟度桑叶中的总生物碱含量进行比较分析发现, 同一品种不同叶位间活性物质含量差异显著($P<0.01$), 上位叶中总生物碱含量最高, 随着桑叶的发育成熟, 中位叶、下位叶中总生物碱含量依次降低, 荷叶白中上位叶与下位叶中总生物碱含量差异最大($P<0.01$), 前者是后者的 3.9 倍。不同桑品种间相同叶位桑叶内总生物碱含量差异较大, 上位叶总生物碱质量比变幅为 2.001~5.137mg/g, 中位叶总生物碱质量比变幅为 1.491~4.581mg/g, 下位叶总生物碱质量比变幅为 0.565~3.599mg/g。在 15 个桑树栽培品种的上位叶和中位叶中, 沙 2×伦 109 的总生物碱含量最高, 质量比分别达到 5.137mg/g 和 4.581mg/g, 下位叶中育 2 号和嘉陵 20 号的总生物碱含量最高, 质量比分别达到 3.589 mg/g 和 3.599mg/g。

15 个桑树品种桑叶总生物碱平均质量比

表 1 湖南省 15 个桑树品种不同叶位桑叶总生物碱的含量($\bar{x} \pm s, n=3$)

品 种	质量比 / (mg·g ⁻¹ , m_d)			
	上位叶	中位叶	下位叶	平均值
早生桑 1 号	4.003±0.608 ^{dDE}	3.561±0.342 ^{cC}	2.281±0.056 ^{eCD}	3.282±0.472 ^{eCD}
剑枝桑	4.582±0.056 ^{bBC}	2.256±0.922 ^{gF}	1.604±0.063 ^{gF}	2.814±0.826 ^{hEF}
塘 10	4.001±0.508 ^{dDE}	3.466±0.632 ^{cdCD}	3.092±0.038 ^{cB}	3.520±0.285 ^{dC}
育 711 号	4.221±0.205 ^{cCD}	3.225±0.562 ^{eCD}	2.541±0.032 ^{dC}	3.329±0.225 ^{deCD}
荷叶白	2.203±0.362 ^{iH}	2.014±0.450 ^{hF}	0.565±0.161 ^{iH}	1.594±0.480 ^{jG}
嘉陵 20 号	4.967±0.256 ^{aAB}	4.004±0.662 ^{bB}	3.599±0.021 ^{aA}	4.190±0.514 ^{abAB}
湘 7920	4.364±0.065 ^{cCD}	4.024±0.332 ^{bB}	3.406±0.151 ^{bAB}	3.931±0.429 ^{cB}
育 2 号	4.574±0.273 ^{bBC}	4.084±0.462 ^{bB}	3.589±0.060 ^{abA}	4.082±0.463 ^{bcAB}
湘桑 6 号	2.001±0.046 ^{mH}	1.505±0.108 ^{iG}	0.618±0.074 ^{iH}	1.375±0.504 ^{kG}
澧 24×苗 33	3.097±0.442 ^{gG}	4.011±0.538 ^{bB}	2.619±0.018 ^{dC}	3.242±0.537 ^{eCD}
改良鼠返	3.357±0.346 ^{fFG}	3.327±0.294 ^{deCD}	1.838±0.016 ^{ffF}	2.841±0.341 ^{ghEF}
湖桑 197	3.516±0.055 ^{eF}	3.224±0.852 ^{eCDE}	1.019±0.168 ^{hG}	2.587±0.826 ^{iF}
大墨斗	2.267±0.095 ^{hH}	1.491±0.248 ^{iG}	0.726±0.024 ^{iGH}	1.495±0.852 ^{jKG}
农桑 14 号	3.538±0.406 ^{eF}	2.842±0.319 ^{fe}	1.788±0.432 ^{ffF}	2.723±0.405 ^{hiEF}
沙 2×伦 109	5.137±0.093 ^{aA}	4.581±0.502 ^{aA}	3.102±0.161 ^{cB}	4.273±0.259 ^{aA}
平均值	3.722±0.173 ^{eEF}	3.174±0.216 ^{eDE}	2.159±0.057 ^{eDE}	3.018±0.328 ^{fgDE}

Tukey($P=0.05$ 显著性水平)组间方差分析, 不同小写字母表示组间具有显著差异($P<0.05$); Tukey($P=0.01$ 极显著性水平)组间方差分析, 不同大写字母表示该组间具有极显著差异性($P<0.01$)。



均值指15个桑树品种的桑叶总生物碱平均含量(质量比3.018mg·g⁻¹),平均含量指各品种3个叶位的总生物碱平均含量。

图1 湖南省15个桑树品种不同叶位桑叶中总生物碱含量测定值与均值的比较

为3.018mg/g,从图1可以看出,8个桑树品种桑叶总生物碱平均质量比高于平均值,占所测定总样本数量的53.3%。15个桑树品种中12个品种上位叶总生物碱平均质量比高于平均值,占所测定总样本数量的80%,10个品种中位叶总生物碱平均质量比高于平均值,占所测定总样本数量的66.7%,5个品种下位叶总生物碱平均质量比高于平均值,占所测定总样本数量的33.3%。

2.2 不同桑品种桑叶中1-脱氧野尻霉素含量的比较分析

对15个桑树品种资源不同叶位桑叶DNJ含量的测定结果见表2。结果显示,15个桑树品种桑叶DNJ的含量品种间差异显著($P<0.05$),平均质量比变幅为0.705~2.149mg/g。在15个供试品种中,沙2×伦109、嘉陵20号、育2号3个品种DNJ平均含量在0.2%以上,其中杂交桑沙2×伦109的DNJ含量最高,平均质量比达到2.149mg/g;三倍体桑品种湘桑6号含量最低,叶位平均质量比仅为0.705mg/g,沙2×伦109中DNJ的含量是湘桑6号的3倍。对不同成熟度桑叶中DNJ含量比较分析发现,

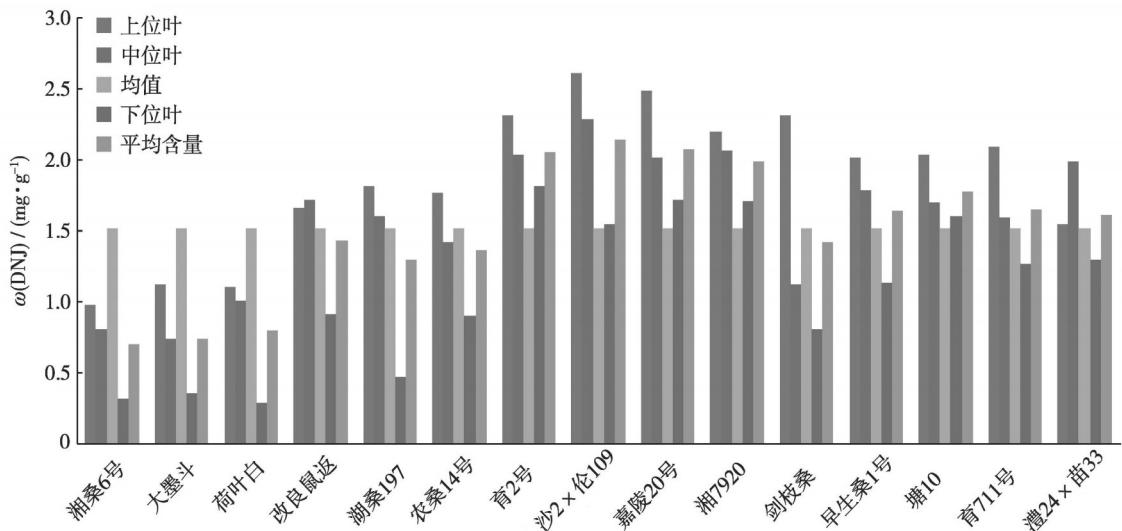
同一品种不同叶位间DNJ含量差异显著($P<0.05$),趋向于上位叶中总生物碱含量最高,随着桑叶的发育成熟,中位叶、下位叶中DNJ含量依次降低,荷叶白和湖桑197中上位叶与下位叶中DNJ含量差异最为显著($P<0.05$),前者是后者的3.79倍和3.82倍。不同桑树品种间相同叶位桑叶内DNJ含量同样差异显著($P<0.05$),上叶位DNJ质量比变幅为0.984~2.612mg/g,中位叶1-脱氧野尻霉素质量比变幅为0.747~2.284mg/g,下位叶DNJ质量比变幅为0.292~1.823mg/g。15个桑树品种上位叶和中位叶中,沙2×伦109的DNJ含量最高,质量比分别达到2.612mg/g和2.284mg/g,下位叶中育2号和嘉陵20号的DNJ含量最高,质量比分别达到1.823mg/g和1.726mg/g。

15个桑树品种桑叶DNJ平均质量比为1.517mg/g,从图2可以看出,8份桑树品种桑叶DNJ平均质量比大于平均值,占所测定总样本数量的53.3%;12个桑树品种上位叶DNJ平均质量比高于平均值,占所测定总样本数量的80%,9个桑树品种中位叶DNJ平均质量比高于平均值,占所测定总样本数量的60%;5个

表2 湖南省15个桑树品种不同叶位桑叶1-脱氧野尻霉素的含量($\bar{x}\pm s, n=3$)[质量比/(mg·g⁻¹ m_d)]

品种名	上位叶	中位叶	下位叶	平均值
早生桑1号	2.017±0.632 ^{dCDE}	1.785±0.086 ^{cBCD}	1.141±0.224 ^{cDE}	1.641±0.454 ^{dCD}
剑枝桑	2.318±0.730 ^{bB}	1.129±0.157 ^{ff}	0.814±0.072 ^{ff}	1.420±0.793 ^{edF}
塘10	2.036±0.737 ^{dCDE}	1.705±0.052 ^{cdCD}	1.611±0.183 ^{bcAB}	1.784±0.223 ^{cBC}
育711号	2.097±0.237 ^{cdBCD}	1.598±0.351 ^{dDE}	1.273±0.168 ^{deCD}	1.656±0.415 ^{cdCD}
荷叶白	1.107±0.249 ^{iH}	1.013±0.344 ^{fFG}	0.292±0.428 ^{hG}	0.804±0.446 ^{gH}
嘉陵20号	2.492±0.053 ^{aA}	2.021±0.165 ^{bB}	1.726±0.068 ^{aAB}	2.080±0.386 ^{abA}
湘7920	2.201±0.080 ^{bcBC}	2.064±0.145 ^{bB}	1.712±0.143 ^{aAB}	1.992±0.252 ^{bAB}
育2号	2.314±0.245 ^{bBC}	2.037±0.214 ^{bB}	1.823±0.263 ^{aA}	2.058±0.246 ^{abAB}
湘桑6号	0.984±0.147 ^{jH}	0.808±0.313 ^{gG}	0.324±0.258 ^{hG}	0.705±0.342 ^{gI}
澧24×苗33	1.551±0.290 ^{hG}	1.989±0.212 ^{bBC}	1.304±0.137 ^{dCD}	1.615±0.347 ^{dCDE}
改良鼠返	1.665±0.451 ^{gFG}	1.721±0.226 ^{cdCD}	0.912±0.084 ^{EF}	1.433±0.452 ^{eDEF}
湖桑197	1.814±0.452 ^{efDEFG}	1.609±0.145 ^{dDE}	0.475±0.163 ^{gG}	1.299±0.721 ^{eFG}
大墨斗	1.128±0.154 ^{iH}	0.747±0.112 ^{gG}	0.358±0.318 ^{ghG}	0.744±0.385 ^{gI}
农桑14号	1.772±0.921 ^{fgEFG}	1.422±0.232 ^{eE}	0.907±0.231 ^{EF}	1.367±0.435 ^{eEF}
沙2×伦109	2.612±0.051 ^{aA}	2.284±0.242 ^{aA}	1.551±0.123 ^{cABC}	2.149±0.543 ^{aA}
平均值	1.874±0.351 ^{eDEF}	1.595±0.109 ^{dDE}	1.517±0.267 ^{bcC}	1.082±0.294 ^{fGH}

Tukey($P=0.05$ 显著性水平)组间方差分析,不同小写字母表示组间具有显著差异($P<0.05$);Tukey($P=0.01$ 极显著性水平)组间方差分析,不同大写字母表示该组间具有极显著差异性($P<0.01$)。



均值指15个桑树品种的桑叶DNJ平均含量(质量比1.517mg·g⁻¹),平均含量指各品种3个叶位的DNJ平均含量。

图2 15个桑树品种各叶位中1-脱氧野尻霉素(DNJ)含量测定值与均值的比较

桑树品种下位叶 DNJ 平均质量比高于平均值, 占所测定总样本数量的 33.3%。

3 讨论

2002 年, 国家卫生部公布桑叶可作为“药食两用”植物原料, 具有较高的营养保健功效^[11], 桑叶生物碱在体内外表现出较强的 α -葡萄糖苷酶抑制活性、改善胰岛素敏感性、上调葡萄糖转运体 4 的表达、抗病毒性感染及肿瘤转移等作用, 可显著降低双糖或多糖负荷后血糖峰值及曲线下面积, 控制餐后血糖的迅速上升^[23-27]。其中 DNJ 在桑叶总生物碱中含量最高, 细胞毒性低、糖苷酶抑制作用高效且桑树生物量大、生长迅速, 自然界中 DNJ 的主要来源是桑树^[28-29]。因此, 探明桑树体内总生物碱和 DNJ 含量的变化规律有利于合理选择品种、采收成熟度等, 这对开发桑树药食资源具有重要指导意义。

本试验比较分析了湖南省具有种植优势的 15 个桑品种桑叶样品中总生物碱和 DNJ 的含量。结果显示, 不同桑品种间, 不同桑品种相同叶位间以及相同桑树品种不同叶位间桑叶中总生物碱和 DNJ 的含量差异极显著 ($P<0.01$)。在供试 15 个桑树品种中, 桑叶总生物碱和 DNJ 平均质量比分别为 3.018mg/g 和 1.517mg/g, 其中沙 2 × 伦 109、嘉陵 20 号、育 2 号 3 个品种总生物碱和 DNJ 含量较高, 平均含量分别在 0.4% 和 0.2% 以上, 检索现有文献资料发现, 桑叶中 DNJ 约占桑叶干质量的 0.1% ~ 0.4% 左右^[17]。相比之下, 本试验测定桑叶中的 DNJ 含量并不突出。本研究中育 711 号不同叶位 DNJ 和总生物碱含量均极显著低于金超等^[8]的研究报道中的含量, 进一步证实相同桑树品种桑叶在不同产地, 即不同环境因素(温度、湿度、光照、降雨量和土壤类型)的影响下, 植物会产生种内次生长代谢产物的多型性, 对桑树桑叶中独特的功能因子的积累影响显著。桑叶总生物碱和 DNJ 平均含量最高的

杂交桑沙 2 × 伦 109, 质量比达到 4.273mg/g, 是含量最低的三倍体桑品种湘桑 6 号(质量比 1.375mg/g)的 3 倍。随着桑叶生长发育成熟, 同一品种不同叶位桑叶中总生物碱和 DNJ 的总含量存在明显梯度, 即上位叶中的含量 > 中位叶中的含量 > 下位叶中的含量, 其中 12 个桑品种上位叶、9 个桑品种中位叶、5 个桑品种下位叶 DNJ 平均含量比高于平均值, 与金超等^[6]的研究报道一致。荷叶白和湖桑 197 上位叶与下位叶中总生物碱和 DNJ 含量差异最为显著。本研究表明, 在湖南省主栽的桑品种桑叶生物碱及 DNJ 含量高的桑品种中, 沙 2 × 伦 109、嘉陵 20 号、育 2 号 3 个桑树品种可以为湖南省桑叶药食用保健产品开发提供优质桑叶原料, 适合直接作为桑叶生物碱开发专用桑树优势品种。进一步综合考虑桑品种的单位面积桑园桑叶产量以及在治理生态环境方面独有的优势等经济性状, 对于选择适合开发桑叶药用及保健产品的桑树品种具有实用指导意义, 在实现生态效益的同时也为湖南省当地百姓赢得可观的经济收入。

参考文献

- [1] SAEDEH A D, ASNA U. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves[J]. Food Chem, 2007, 102(4):1233-1240.
- [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]. J Ethnopharmacol, 2011, 134(3):961-970.
- [3] SUN Y K, CAO J J, LEE W C, et al. Antioxidative flavonoids from the leaves of *Morus alba*[J]. Arch Pharm Res, 1999, 22(1):81-85.
- [4] HIBANO M, TSUKAMOTO D, TANAKA Y, et al. Determination of 1-deoxynojirimycin and 2, 5-dihydroxymethyl 3, 4-dihydroxypyrrrolidine contents of *Commelina communis* var hortensis and the antihyperglycemic activity[J]. Nat Med, 2001, 55 (5): 251-254.

- [5] ENKHMAA B, SHIWAKU K, KATSUBE T. Mulberry (*Morus alba* L.) leaves and their major flavonol quer-cetin 3-(6-malonylglu-coside) attenuate atherosclerotic lesion development in LDL receptor-deficient mice[J]. *J Nutr*, 2005, 135(4):729-734.
- [6] DEEPA M, SURESHKUMAR T, SATHEESHKUMAR P K, et al. Purified mulberry leaf lectin (MLL) induces apoptosis and cell cycle arrest in human breast cancer and colon cancer cells[J]. *Chem Biol Interact*, 2012, 200(1):38-44.
- [7] GENG C A, MA Y B, ZHANG X M, et al. Mulberrofuran G and isomulberrofuran G from *Morus alba* L.: antihepatitis B virus activity and mass spectrometric fragmentation[J]. *J Agric Food Chem*, 2012, 60(33): 8197-8202.
- [8] 金超, 陈成, 李少辉, 等. 华东蚕区5个栽培桑品种叶片中的主要活性物质含量测定[J]. 蚕业科学, 2017, 43(2):288-295.
- [9] 周晋, 李顺祥, 曹亮, 等. 白藜芦醇等芪类合成酶研究进展[J]. 湖南中医药大学学报, 2012, 32(2):76-78.
- [10] ASANO N. Naturally occurring iminosugars and related compounds: structure distribution and biological activity[J]. *Curr Top Med Chem*, 2003, 3(5):471-475.
- [11] 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, 2010: 279-280.
- [12] WANYO P, SIRIAMORN PUN S, MEESO N. Improvement of quality and antioxidant properties of dried mulberry leaves with combined far-infrared radiation and air convection in Thai tea process[J]. *Food Bioprod Process*, 2011, 89(1):22-30.
- [13] CHANG L W, JUANG L J, WANG B S, et al. Antioxidant and antityrosinase activity of mulberry (*Morus alba* L.) twigs and root bark[J]. *Food Chem Toxicol*, 2011, 49(4):785-790.
- [14] KATSUBE T, IMAWAKA N, KAWANO Y, et al. Antioxidant flavonol glycosides in mulberry (*Morus alba* L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity [J]. *Food Chem*, 2006, 97(1):25-31.
- [15] 彭忠田, 申璀, 谭德明, 等. 脱氧野尻霉素衍生物抗乙型肝炎病毒的体外试验研究[J]. 中国药房, 2007, 18(1):22-24.
- [16] TSURUOKA T, FUKUYASU H, ISHII M, et al. Inhibition of mouse tumor metastasis with nojirimycin-related compounds[J]. *J Antibiot*, 1996, 49(2):155-161.
- [17] 陈松, 刘宏程, 储一宁, 等. 12个桑树品种桑叶中的1-脱氧野尻霉素含量测定与分析[J]. 蚕业科学, 2007, 33(4):637-641.
- [18] 李凡, 裴雅渔, 钱文春, 等. 桑叶中总生物碱和1-脱氧野尻霉素的含量考察[J]. 中国药学杂志, 2008, 43(3):176-179.
- [19] 刘凡, 李平平, 廖森泰, 等. 98份不同桑树品种资源的桑叶总生物碱及1-脱氧野尻霉素含量测定[J]. 蚕业科学, 2012, 38(2):185-191.
- [20] 施新琴, 陈传杰, 李峰, 等. 山东省部分桑树栽培品种桑叶中的1-脱氧野尻霉素含量测定[J]. 蚕业科学, 2013, 39(1):177-182.
- [21] LOU D S, ZOU F M, YAN H, et al. Factors influencing the biosynthesis of 1-deoxyojirimycin in *Morus alba* L[J]. *Afr J Agric Res*, 2011, 6(13):2998-3006.
- [22] 欧阳臻, 陈钧. 不同季节桑叶中1-脱氧野尻霉素(DNJ)含量的测定[J]. 食品科学, 2004, 25(10):211-214.
- [23] 杨小蓉, 邢军, 江岩. 桑叶DNJ的分离纯化及其生物活性研究进展[J]. 食品工业, 2015, (9):233-236.
- [24] NIWA T, INOUYE S, TSURUOKA T, et al. "Nojirimycin" as a potent inhibitor of glucosidase[J]. *Agric Biol Chem*, 1970, 34(6):966-968.
- [25] ASANO N, H KIZU. N-alkylated nitrogen in the ring sugars: conformational basis of inhibition of glycosidases and HIV-1 replication[J]. *J Med Chem*, 1995, 38(13):2349-2356.
- [26] KONG H W, OH S H, et al. Antibesity effects and improvement of insulin sensitivity by 1-deoxyojirimycin in animal models[J]. *J Agric Food Chem*, 2008, 56: 2613-2619.
- [27] 徐冰, 刘泉, 刘率南. 桑叶总生物碱的抗糖尿病活性研究[J]. 食品科学, 2015, 38(5):1024-1026.
- [28] 孙长波. 桑叶中有效部位分离工艺研究[D]. 沈阳: 辽宁农业大学, 2012.
- [28] 蒲俊松. 桑叶生物碱的检测提取及含量分析[D]. 重庆: 西南大学, 2016.

夏秋用斑纹全限性家蚕品种锦·绣×潇·湘

艾均文¹ 司马杨虎² 何行健¹ 薛 宏¹ 刘昌文¹ 郑 颖¹ 唐 芸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,苏州 215123)

摘要:锦·绣×潇·湘是湖南省蚕桑科学研究所与苏州大学合作育成的1对强健性夏秋用斑纹全限性家蚕品种。介绍了锦·绣×潇·湘的原种和一代杂交种特性、饲育技术要点与注意事项。国家桑蚕品种鉴定试验在内的历次实验室鉴定试验、农村比较饲养试验以及蚕种繁育试验结果表明:锦·绣×潇·湘作为斑纹全限性四元杂交家蚕品种,其双交原种强健好养,斑纹全限性和日系蚕蛾深色蛾翅分别有利于壮蚕期的雌雄鉴别与蚕蛾的雌雄区分,可提高蚕种质量与蚕种繁育系数;一代杂交种体质强健,高产稳产,耐血液型脓病能力比洞·庭×碧·波明显增强,适合于轻简化饲养;锦·绣×潇·湘的蚕茧解舒丝长长,净度优,是缫制高品位生丝的优质原料,适宜在我国长江流域的夏秋季推广。

关键词:家蚕品种;锦·绣×潇·湘;夏秋用;斑纹限性;深色蛾翅;耐病性;丝质优良

目前,传统蚕桑产业的发展空间正经受着其它农业产业的持续挤压,其比较效益优势越来越不明显^[1],推广省力化养蚕技术已成为实现蚕桑产业转型升级的必然要求。由于家蚕斑纹限性品种在蚕种繁育过程中可减少传统的蛹期人工削茧鉴别雌雄的工序,所以该类品种的推广深受广大蚕种繁育单位的欢迎^[2]。湖南省蚕桑科学研究所“八五”期间选育的夏秋用斑纹全限性品种洞·庭×碧·波先后在长江流域的多个省市大量推广应用^[3],曾位列我国单一家蚕品种年推广量的第3位^[4],是我国目前实用化斑纹限性品种中推广量最大的家

蚕品种^[5];但是,在连续多年的推广过程中,洞·庭×碧·波的强健性与丰产性能及丝质成績均产生了不同程度的变化或下降^[2,6]。为此,在继续保持“洞·庭×碧·波”斑纹全限性特点的基础上,湖南省蚕桑科学研究所与苏州大学合作以提高蚕品种的高产稳产特性和改良丝质为育种目标,采用杂交育种、系统分离与多元组配等方法,并通过多次不完全双列杂交试验,育成了1对强健好养、高产稳产、丝质优良的斑纹全限性四元杂交组合锦·绣×潇·湘^[7],并于2012年10月通过湖南省农作物品种审定委员会审定。2016—2017年连续参加国家农作物品种审定委员会组织的国家桑蚕品种生产鉴定试验,锦·绣×潇·湘盒种产茧量为34.86kg、健蛹率为92.39%,比指定的夏秋用对照品种秋丰×白玉分别高13.61%、4.22个百分点,适合于长江流域的夏秋季推广。现将锦·绣×潇·湘的性状与饲育技术要点介绍如下。

资助项目:现代农业产业技术体系建设专项(No.CARS-18);湖南省自然科学基金项目(No.2017JJ2137);蚕桑种质资源多元化应用研发创新团队(2017XC01);湖南省农业委员会科技重点项目(No.2009-01-05)。

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

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

锦·绣(正、反交):中国系统,二化(含有化性血缘)、四眠、夏秋用斑纹限性品种,化性稳定。越年卵为青灰色及灰绿色,卵壳为淡黄色;孵化齐一,蚁蚕黑褐色,克蚁头数2 300头左右;小蚕期趋密性、趋光性强;壮蚕体色青白,体型粗壮,花蚕为雌,白蚕为雄,幼虫雌雄鉴别容易,入眠快,眠起齐一,食桑快且食下量大;老熟齐快,但雌蚕老熟略慢,茧短椭圆形,间或有球形,缩皱中等,茧色洁白;蛾体白色,发蛾集中,交配性能良好,单蛾产卵量550粒左右。催青期经过10d,幼虫期经过25d,蛰中经过16d。与潇·湘对交,应推迟2d出库,迟1d上簇。

潇·湘(正、反交):日本系统,二化(含有化性血缘)、四眠、夏秋用斑纹限性品种,化性稳定。越年卵为灰紫色,卵壳为白色;孵化齐一,蚁蚕黑褐色,克蚁头数2 400头左右;小蚕期有逸散性,食桑稍慢;壮蚕体型中等,花蚕为雌,白蚕为雄,幼虫雌雄鉴别容易,入眠较快;老熟较齐,但雌蚕老熟略慢,茧形浅束腰,缩皱中等,匀整洁白;蛾体深色花翅,发蛾不太集中,交配性能好,单蛾产卵量530粒左右。催青期经过10d,幼虫期经过26d,蛰中经过17d。与锦·绣对交,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,胚胎前)温度、相对湿度应分别控制在23.0~24.5℃、75%~80%,自然光照;胚胎发育后期(戊,胚胎起)应在高温多湿与长光照条件下催青,温度、相对湿度应分别控制在26.0~27.0℃、85%~90%,光照18h以上。蚕种盛点(蚕种点青达到95%以上)后,需黑暗保护,以促进蚕种孵化齐一。

1.2.2 饲育条件 由于潇·湘蚁蚕逸散性较强,宜偏迟感光,防止早孵化的蚁蚕疲劳饥饿。小

蚕期锦·绣有趋光和趋密性,应注意超前扩座、匀座、常调匾;潇·湘有逸散性,食桑较慢,应注意缩座、整座工作,做到多回薄饲。大蚕期应注意及时分箔、除沙,防止高温。1~2龄全防干育(上盖下垫),饲育温度控制在27.3~28℃,相对湿度控制在90%;3龄半防干育(上盖下不垫),饲育温度控制在26.0~26.7℃,相对湿度控制在80%~85%;4~5龄普通育,饲育温度控制在25.0~26.0℃,相对湿度控制在70%~75%。各龄见起后应加强补湿,防半蜕皮蚕发生,各龄饲食当日饲育温度可偏高0.5℃。

1.2.3 叶质要求 1~2龄小蚕,特别是潇·湘的小蚕,用叶要适熟偏嫩,忌饲过老过嫩叶,减少落小蚕发生,提高家蚕发育的匀整度;4~5龄大蚕用叶要充分成熟,严禁饲喂污染叶和虫口叶,避用偏嫩叶、老黄叶和雨水叶。如果在雨水偏多的春季,要提早给桑树摘芯,加速桑叶成熟,以减少不良卵和不越年卵的产生。

1.2.4 上簇采茧要求 该品种中日系原种老熟齐涌,要提前做好上簇准备与劳动力安排,上簇时做到适熟、均匀、稀上,以防双宫茧过多情况的发生。上簇第1天用26.0~26.7℃的温度,待茧形成后,用25.0~25.6℃的温度保护,避免24.0℃以下的温度,以减少不结茧蚕的产生。早采茧时间以60h为中心,注意及时平铺种茧,以减少缩尾蛹和驼背蛹的发生。蛹期以24.0~25.0℃的温度保护,不宜高于28.0℃,避免30.0℃以上的温度,以防生种和不受精卵增多。

1.2.5 雌雄鉴别注意事项 该品种中日系原种均具有幼虫斑纹限性的特点,从4龄饲食1d后直至家蚕老熟的大蚕期可以根据有斑纹的为雌蚕、无斑纹为雄蚕进行人工区分雌雄,做到分开饲养、分开上簇。各蚕种繁育单位可遵循不增加桑叶使用量与影响蚕种质量的原则,根据养蚕季节的不同与制种设施条件的优劣,在蚕期淘汰一定比例的雄蚕,适度扩大雌蚕的饲育量,以提高蚕种繁育系数与制种效益。实

践经验表明,雄蚕淘汰比例一般以控制在10%~20%为宜^[8]。蛹期可推迟削茧,以减少伤蛹及后期感染发病的机会。此外,锦·绣原蚕蛾为白色花翅,潇·湘原蚕蛾为深色花翅^[7],可根据这种特征在蚕蛾交配时,区分并剔除纯对^[9](图1)。

2 一代杂交种性状及饲养要点

2.1 一代杂交种性状

锦·绣×潇·湘系斑纹全限性四元杂交家蚕品种,二化(含有多化性血缘)、四眠。以锦·绣为母本的杂交种越年卵为青灰色及灰绿色,卵壳浅黄色,克卵粒数1 600粒左右,克蚁头数2 200头左右;以潇·湘为母本的杂交种越年卵为灰紫色,卵壳白色,克卵粒数1 700粒左右,克蚁头数2 300头左右。蚕种孵化齐一,蚁蚕体色呈黑褐色。家蚕各龄食桑较快,行动较为活泼,发育整齐,体质健壮,壮蚕食桑快猛且食下量大,粗壮结实,花蚕为雌,白蚕为雄(图2)。老熟齐一,营茧快,多结中上层茧,茧型大,茧形长椭圆,大小匀正,茧色洁白,缩皱中等(图3),但双宫茧稍多。春季茧层率为23.5%~24.5%,茧丝长1 200~1 300m,解舒丝长900~1 050m;秋季茧层率为22.5%~23.5%,茧丝长1 050~1 200m,解舒丝长800~950m,茧丝纤度适中,洁净优,其耐血液型脓病能力比洞·庭×碧·波明显增强^[10],适合在长江流域的夏秋季推广。

2015年和2016年秋季,锦·绣×潇·湘参加了国家农作物品种审定委员会组织的国家桑蚕品种实验室鉴定试验,综合中国农业科学院蚕业研究所、四川省农业科学院蚕桑研究所、江苏省海安县蚕种场、浙江省农业科



图中上方交配蚕蛾为锦·绣,下方交配蚕蛾为潇·湘

图1 一代杂交种繁育过程中的中日系蚕蛾交配示意图



图2 锦·绣×潇·湘的幼虫

学院蚕桑研究所、山东省蚕业研究所、安徽省农业科学院蚕桑研究所、西北农林科技大学蚕桑丝绸研究所等7家单位的实验室鉴定点连续2年的秋季鉴定成绩,锦·绣×潇·湘的虫蛹



图3 锦·绣×潇·湘的蚕茧

率、万蚕收茧量、万蚕茧层量分别为97.32%、17.34kg、3.953kg,比指定的夏秋用对照品种秋丰×白玉的92.91%、17.21kg、3.689kg分别高4.41个百分点、0.13kg、0.264kg;茧丝长为1 087.7m,解舒丝长911.1m,分别比对照品种的1 011.2m、810.1m长76.5m、101.0m;解舒率83.38%、鲜茧出丝率17.50%、净度95.67分,分别比对照品种的79.69%、16.47%、95.33分高3.69个百分点、1.03个百分点、0.34分;纤度2.926 dtex,比对照品种细。锦·绣×潇·湘表现出了生命力强、出丝率高、丝质好的优良特性。

2016年和2017年秋季,锦·绣×潇·湘参加了国家农作物品种审定委员会组织的国家桑蚕品种生产鉴定试验,综合江苏省海安县、安徽省霍山县、四川省高县、陕西省平利县、云南省楚雄彝族自治州等5个农村鉴定点连续2年秋季的鉴定成绩,锦·绣×潇·湘的盒种产茧量、普通茧率、健蛹率分别为34.86kg、94.69%、92.39%,比指定的夏秋用对照品种秋丰×白玉的30.68kg、94.53%、88.17%分别高13.62%、0.16个百分点、4.22个百分点。锦·绣×潇·湘表现出了强健好养、高产稳产、适应区广的突出优点。

2.2 一代杂交种饲育技术及注意事项

一是蚁蚕行动活泼,收蚁时不宜过早感光,收蚁用叶要新鲜偏嫩。二是小蚕期用叶要老嫩均匀,确保环境高温多湿,以避免落小蚕的发生。三是大蚕期家蚕食桑量大,要做到良桑饱食,大眠期遇低温时应注意及时升温。四是一代杂交种老熟齐涌,应注意提前做好上簇准备,在条件许可的情况下,最好选用方格簇上簇,并做到及时稀上,以防双宫茧过多情况的发生。

参考文献

- [1] 于永霞,何国玲,乐波灵,等.广西蚕茧生产的成本与收益实证分析[J].中国蚕业,2016,37(2):67-71.
- [2] 钟兴权,李洪元,章国志,等.斑纹全限性家蚕品种洞·庭×碧·波在垫江的引进与推广[J].蚕丝科技,2012,(4):15-19.
- [3] 郭定国,吴正中,靳永年,等.家蚕夏秋用斑纹全限性品种洞·庭×碧·波的育成[J].蚕业科学,2001,27(1):29-33.
- [4] 冯家新.2005年全国蚕种饲养量及蚕品种的调查[J].中国蚕业,2007,28(1):64-65.
- [5] 刘俊凤,杜周和,张友洪.限性蚕品种及雄蚕品种推广应用前景分析[J].蚕学通讯,2004,24(2):38-40.
- [6] 陈涛,李龙,李桂芳,等.夏秋用家蚕品种9·芙×7·湘和洞·庭×碧·波在推广繁育中的主要经济性状变化[J].蚕业科学,2012,38(3):489-494.
- [7] 艾均文,司马杨虎,何行健,等.夏秋用斑纹全限性家蚕品种“锦·绣×潇·湘”的选育[J].蚕业科学,2013,39(3):486-493.
- [8] 艾均文,贾孟周.桑蚕新品种洞·庭×碧·波一代杂交种的繁育[J].蚕学通讯,2001,(1):13-15.
- [9] 艾均文,司马杨虎,薛宏,等.家蚕遗传育种中深色蛾翅基因的利用方法:2015 10044662.3[P].2018-03-27.
- [10] 刘昌文,艾均文,薛宏,等.湖南省主要现行家蚕品种资源及一代杂交种对血液型脓病的抗性[J].中国蚕业,2016,37(2):47-51.

手摇缫丝车的设计与应用

陈璐 刘昌文 龙唐忠 孙继波 张英 李一平

(湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127)

摘要:手摇缫丝车,由车架、主动轮、手柄和缫丝锭四部分组成。这种车采用开口圆带传动。车架前后设有固定杆,主动轮和被动轮采用榫卯结构。手摇曲柄摇动主动轮旋转,通过圆带带动活连接在被动轮两端木轴上的缫丝锭旋转,完成缫丝工作。手动开车、停车。经过应用,能让青少年学习煮茧缫丝科技知识,也可成为农村微型缫丝厂骨干设备。

关键词:手摇缫丝车;圆带传动

缫丝织绸起源于中国,茧丝绸业也一直是中国的传统产业。通过对夏、商、西周考古^[1],发现这三代的纺纱工具都是用“纺专”^[2],说明在新石器时代,最原始的缫丝方法,是用手抽丝,再将丝卷绕到器具上。1978年山东省临沂金雀山西汉墓出土帛画中清晰的展现出一位妇女用手拨车轮进行纺纱操作^[3],证明从汉代开始出现了拨动绳轮式纺车。此后延续发展,直至宋末元初,手摇曲柄轮辐传动纺车类型逐渐完善^[4]。目前,蚕桑文化科普体验活动已成为青少年儿童深入了解丝绸之路文化和蚕桑发展历史,认识自然、学习科学知识、培养观察能力和爱心的科学体验活动^[5]。由于相关缫丝实验场地、设备的限制和缺乏,蚕桑科普活动在蚕期饲养结束后就会潦草结束,往往忽略掉煮茧缫丝这一重要体验环节,导致科普体验不够完整。为此,设计出一种手摇缫丝车。

1 工作原理

用手摇动曲柄带动主动轮旋转,通过圆带传动缫丝锭旋转,把茧丝交叉缠绕在缫丝锭上,完成缫丝工作。缫丝过程中,传送圆带保

证了卷绕连接丝的松紧度,避免连接丝松散脱落(图1)。

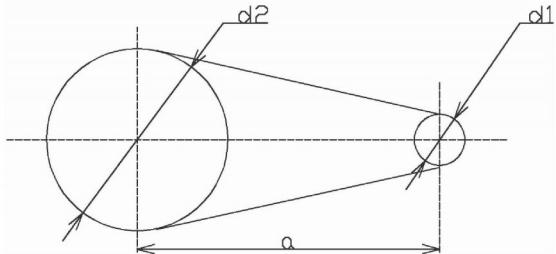


图1 缫丝车工作原理

$$\text{传动比 } i = \frac{d_2}{(1-e)d_1} = 4$$

式中, d_2 主动轮轮辋直径(mm); d_1 被动轴直径(mm); 弹性滑动率设为 $e = 0.02$ 。

$$\text{传动圆带长 } L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{1}{4a}(d_2 - d_1)^2 = 1725(\text{mm})$$

式中, L 基准长度(mm); a 中心距(mm)。

2 结构组成

2.1 结构组成

手摇缫丝车如图2、图3所示,其组成包括:车架1,车架1对称设置有支撑座2,用于连接主动轮6;车架1尾部设置有固定座3,用于连接被动轴8和缫丝锭7;两组支撑座2设有转轴4,转轴4通过支撑座2连接手柄5。主动轮6由左右对称的8根轮齿组成,呈“米”字形排列。轮齿两端设有凹槽,用于栓拉细绳,细绳交叉缠绕在主动轮6的轮齿上,形成一个似圆形的轮辋,轮辋直径约320mm。轮辋中部位置套接有传动圆带9,固定座3前后贯穿设置有被动轴8,传动圆带9的另一端套接在被动轴8的外壁中部,缫丝锭7套接在被动轴8的左右两侧,便于缫丝取丝。考虑缫丝车制作要求和使用环境,选用韧性较好、材质稳定和坚硬耐磨的柳木为制作原材料。

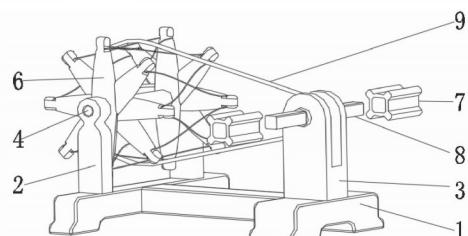


图2 手摇缫丝车结构图

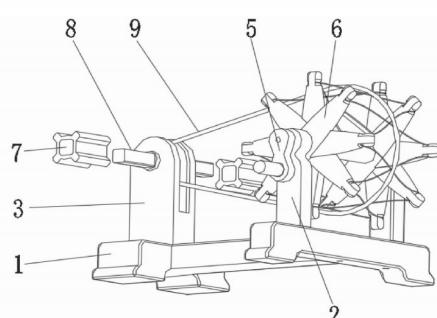


图3 手摇缫丝车结构图

2.2 车架

车架由车身、支撑座和固定座三部分组成。车身如图4所示,前后底座中间采用横梁连接,整体长635mm;主动轮支撑座和被动轴固定座如图5所示,轴心为同一水平高度,轴间距535mm,离地高度325mm。车身底部左右两侧均设有螺栓,支撑座和固定座底部设置有与螺栓匹配的螺孔,支撑座、固定座与车身通过螺栓螺孔连接,便于拆卸维修,保证缫丝车能长时间使用。

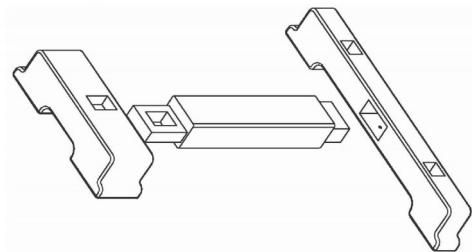


图4 车身结构局部展开图

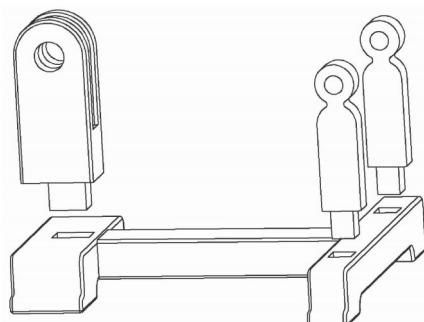


图5 车架整体结构图

2.3 主动轮

主动轮结构如图6所示,由左右对称的8根轮齿组成,呈“米”字形排列。单侧轮齿结构由4根轮骨堆叠组成,轮骨中间宽70mm,两端宽34mm,呈弧形,轮骨间用螺栓连接。主动轮轮齿两端设有凹槽,用于栓拉细绳,细绳交叉缠绕在轮齿上,形成一个似圆形的轮辋,轮辋直径约320mm。主动轮旋转1圈,缫丝长度约为1m。

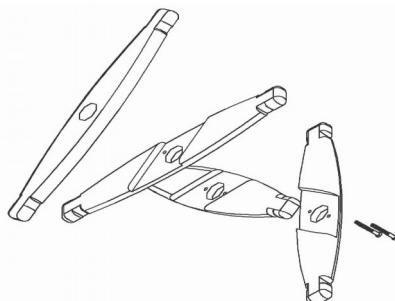


图6 主动轮结构局部展开图

2.4 手柄

手柄含摇杆和曲柄(图7),曲柄靠近支撑座的一侧设螺栓孔,用螺栓与转轴连接。曲柄长度设计以克服缫丝车转动阻力矩($M_{外} > M_{阻}$)和满足青少年平均身高适应的力臂为基线,将摇杆的离地高度设置到操作者手发挥的最佳位置。

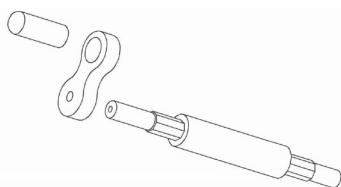


图7 手柄结构展开图

2.5 缫丝锭

缫丝锭套接在被动轴的左右两侧,可同时缫丝和添绪。当蚕茧解完成后,可将缫丝锭替换或直接从缫丝锭侧面取丝。

3 缫丝车的应用

3.1 启迪青少年学习煮茧缫丝科技知识的心灵

煮茧缫丝是蚕桑科普互动体验活动中的重要环节,更是启迪青少年学习煮茧缫丝科技知识心灵的钥匙。通过实际操作,在丰富课堂教学内容的同时,使青少年能掌握一种实验手段和方法,提高学习科学知识的兴趣。这种缫丝车从外观上吸取了传统手摇缫丝车的优点,造型简洁、精美;采用模块化处理,将缫

丝车各个零件逐一拆卸,青少年可按说明书完成拼装,在锻炼动手能力的同时,增强了科普活动的趣味性;缫丝车主动轮旋转1圈,缫丝长约为1m,让青少年在缫丝过程中能直观的感受蚕茧丝质和丝长,提高了活动的科学性。

3.2 成为农村兴办微型缫丝厂的骨干设备

煮茧缫丝是提高蚕桑产业附加值和蚕农收入的重要手段,而传统缫丝厂往往受到环境、人力和原料成本上升等方面的制约,蚕业生产大多集中在农村地区,电力供应也难以保障。这种手摇缫丝车不需电力,只要用手摇动曲柄,蚕丝就可轻绕上缫丝锭,使用简便。缫丝车两边缫丝锭可同时作业和更换,在提高工作效率的同时,也能记录丝长和丝量,缫丝成本极低,适宜在农村蚕农中兴办用手摇缫丝车缫丝的微型缫丝厂。微型手摇缫丝厂在传统产业之余,再结合乡村游和农家乐等旅游活动,以弘扬蚕桑文化为主题,让游客动手采桑养蚕、缫丝纺织,使蚕桑产业成为名副其实的绿色、生态和可循环的朝阳产业,将成为一种精准扶贫的形式。

4 小结

该手摇缫丝车操作方便,制造成本较低,结构简单,造型精美。整体结构设计用榫卯结构和背面螺栓连接方式,外表无螺栓孔位,既安装方便,整体结构牢固且方便拆卸,便于生产和运输。

参考文献

- [1] 李强,李斌,杨小明.中国古代手摇纺车的历史变迁:基于刘仙洲先生《手摇纺车图》的考证[J].丝绸,2011,48(10):41-46.
- [2] 中国国家博物馆.文物夏商周[M].北京:中华书局,2009:27,61,92.
- [3] 陈锦.古代帛画[M].北京:文物出版社,2005:37.
- [4] 史晓雷.再探中国古代手摇纺车的历史变迁[J].丝绸,2012,(8):69.
- [5] 罗尤海,余富中.科普蚕饲养的意义与在中小学生生物学教学中的作用[J].蚕学通讯,2005,3:41-43.

蚕桑知识问答(十五)

180. 如何诊断家蚕壁虱病?

答:壁虱病是一种螨类寄生在家蚕体上,引起蚕死亡的一种蚕病。危害蚕的螨类有10多种。螨类只有针尖大小,肉眼很难看到。寄生蚕体后病蚕皮肤上常有许多粗糙不规则的黑斑,眼中被寄生,多成半蜕皮蚕而死,一般尸体不腐烂。正确判别本病,可将病蚕连同蚕沙放在清洁黑纸上,轻轻抖动数次,如有淡黄色针尖大小的小点蠕动,即用放大镜观察,若能看到雌成螨,即可确诊为本病。

181. 白僵病菌是如何感染蚕体发病的?

答:白僵病菌附着感染蚕体发病过程可分四个阶段,即:分生孢子、营养菌丝、短菌丝、气生菌丝。

白僵分生孢子呈球形,可随空气飘散传播,附着在蚕体上,如温湿度适宜,经10h开始萌发,长出芽管,分泌壳糖酶,水解蚕体皮肤,穿过皮肤进入蚕体血液中,吸收水分和营养,逐渐发育形成很多营养菌丝,营养菌丝不断生长分枝产生短菌丝,短菌丝随血液循环到蚕体各部,菌丝在血液中不断分裂,分泌毒素使血液化学成分发生变化,致使蚕儿死亡。此时尸体大量失水,逐渐变硬,菌丝从尸体皮肤穿出体外生成气生菌丝,这就是蚕尸体上长出的白毛,后来气生菌丝再生出一层白色的分生孢子,分生孢子随空气进行扩散。

182. 怎样预防家蚕僵病发生?

答:(1)彻底消毒,消灭传染源。(2)使用防僵粉进行蚕体蚕座消毒。目前常用的防僵粉有漂白粉防僵粉、优氯净防僵粉等。上一期蚕发生过僵病的,收蚁时使用1次、1龄盛食期用1次、以后每龄起蚕和盛食期各用1次。

上一期蚕未发生僵病的,收蚁及每龄起蚕各用1次即可。养蚕前7天可用毒消散对蚕室、蚕具进行熏烟消毒。(3)降低蚕室蚕座湿度,加强蚕室通风换气,饲养过程中要增加除沙次数,勤撒吸湿材料,保持蚕座干燥。

183. 蚕蝇蛆寄生蚕体后表现哪些症状?

答:蚕雌蝇吸附在蚕体上产卵,大约2~3天后卵孵化成幼蛆,钻入蚕体内寄生,摄取蚕体内营养,被寄生部位开始显现黑斑,病斑呈三角形喇叭状,病斑中央可见白色蝇卵壳,随之有病斑的环节上发生肿胀扭曲;3、4龄蚕被寄生的一般在大眠时不能蜕皮而死,5龄前被寄生的大部分不能上簇结茧,5龄后期被寄生,虽能完成结茧,但不能化蛹,形成蛆孔茧。

184. 怎样使用灭蚕蝇防治蚕蝇蛆?

答:(1)添食法。灭蚕蝇有乳剂或片剂两种(1片相当于1mL)。添食时期和用药量:4龄第三天用灭蚕蝇原液0.5mL,5龄第二天用1mL,5龄第四天用3mL,5龄第五天、第六天(或见熟当天)用4mL,用药时,将原液加清水500倍配成稀释液(即1mL原液加水0.5kg),0.5kg稀释液可喷10kg桑叶,稍晾干后喂蚕。

(2)喷体法。取灭蚕蝇原药加清水300倍配成稀释液;按添食法的用药时期和次数,在给桑前30min喷在蚕体上,喷药要求均匀充分。灭蚕蝇要注意随配随用,否则药效下降。

185. 家蚕农药中毒后有哪些主要症状?

答:蚕儿发生农药中毒后,一般都有乱爬、胸部膨大、昂起摇头、颤抖、吐液及蚕体缩

(下转第36页)

湖南省“222”蚕桑高效种养模式与技术研讨培训班在长沙举办

为助力国家精准扶贫、乡村振兴和一带一路等战略实施,推进湖南省蚕桑产业高质量发展,2019年1月21日,湖南省蚕桑科学研究所联合湖南省茧丝绸行业协会、国家蚕桑产业技术体系长沙综合试验站举办了“222”蚕桑高效种养模式与技术研讨培训班。花垣县、攸县、道县、泸溪县等8个县市农业局、发改委相关领导和47个蚕桑企业负责人、技术人员以及湖南省蚕桑科学研究所专业技术人员共110多人参加培训。

首先,培训班成员参观了国家桑蚕改良中心长沙分中心、蚕宝宝梦工场、桑果果体验园和湖南省蚕桑科技文化中心等蚕桑科普和科研场所。

在开班仪式上,湖南省农业农村厅总农艺师唐建初发表讲话,分析了当前蚕桑产业的发展潜力和“222”模式的发展优势,阐述了此次研讨培训的目的和意义。国家蚕桑产业技术体系首席专家、西南大学教授鲁成以“蚕桑产业发展现状与趋势”为题,介绍了国内外蚕桑产业发展趋势、科技动态,剖析了发展模式与成功经验,湖南省蚕桑科学研究所总农艺师李章宝解读了“222”蚕桑高效种养模式实施方案,副所长艾均文和颜新培先后讲解了“222”蚕桑高效种养模式与技术和蚕桑资源综合利用趋势与技术。

专家授课之后,学员们踊跃发言。花垣县、道县农委到会领导、湘潭县信达茧丝绸有

限公司、湖南桑叶加农业科技有限公司等5家企业负责人及蚕桑种养大户积极发言,认为该模式易被农民接受,指导性强,将积极推广应用,请求湖南省蚕桑科学研究所进行技术指导。

湖南省农业农村厅经作处副处长丁伟平、湖南省商务厅市场调节运行处副处长张刚,在研讨会上就湖南蚕桑产业发展及规模化集约化优质蚕茧基地建设作了重要指示。

最后,湖南省蚕桑科学研究所所长李一平作总结发言,感谢各县市农业局和蚕桑企业(合作社)对“222”蚕桑高效种养模式和技术培训的支持和配合。并提出四点建议:一要抢抓机遇。当前是蚕桑产业发展的关键期,要抓住目前一带一路战略、精准扶贫战略和乡村振兴战略的机遇,迅速作为,投资蚕桑产业发展。二要开拓创新。要在产品、内容和管理模式上创新,以特色高端产品为主,兼顾食药产品,拓展文旅功能;在发展模式上创新,大力推广“222”蚕桑高效种养模式;在蚕桑机械上创新,大力推广省力化、机械化、智能化设备,提高生产效率。三要抱团取暖。蚕桑是小作物,小群体,更要密切配合,才能做强做大。四要真抓实干。只有真抓实干,干出实效,才能得到领导重视和项目支持。

(湖南省蚕桑科学研究所 何小玲 供稿)

《蚕丝科技》2018年度总目录索引

产业发展

- 蚕桑新生态旅游业发展的实践与思考 李景新等(1-1)
 大力推广应用蚕桑机械 助力特色蚕桑产业发展
 ——对四川省蚕桑机械化情况的调研与启示 何君(1-6)
 发展中国蚕业生态旅游的思考 张蒙蒙等(2-1)
 结合湖南发展实际 谈蚕桑产业发展现状与
 趋势 艾均文(4-1)
 推进供给侧改革 创新开发科普蚕 刘昌文等(4-8)

研究报告

- 桑叶茶“散茶发花”工艺研究 李飞鸣等(1-10)
 桑叶茯砖茶“金花”菌的分离鉴定 邵元元等(1-14)
 家蚕翅原基发育关联基因 BmHMCS 的鉴定
 与表达特征分析 蒋诗梦等(2-8)
 引用LAMP技术检测家蚕微孢子虫孢子的
 试验 李丽蓉等(2-15)
 3个桑黄菌株的菌丝特性及培养条件筛选 邹湘月等(2-18)
 黄血高度油蚕全蚕粉对小鼠的急性经口
 毒性试验 何行健等(3-2)
 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 丁鹏等(3-5)
 以桑枝为主要基质的灵芝高效栽培配方
 研究 肖建中等(3-12)

- 不同品种大棚盆栽苗桑叶枯病病情调查 蒋勇兵等(3-16)
 水分胁迫对桑树生理生化特性的影响 莫荣利等(3-21)
 蚕种用双控干热空气设备处理后的即时浸
 酸和冷藏浸酸条件及孵化调查 钟苏苑等(4-10)
 家蚕品种9·美×7·湘粤桂湘三地品系的
 性状比较 薛宏等(4-18)

综述

- 桑饲料在畜禽应用中的研究进展 李一平等(1-19)
 桑树繁殖生物学研究现状与展望 李勇等(1-24)
 桑叶茶加工研究进展 邵元元(2-24)
 桑枝成分提取利用研究进展 孙波(2-28)
 夷陵区发展蚕桑产业促进农旅融合的
 成效与经验 郭云等(3-32)
 鄂西南蚕区桑树栽培现状与发展建议 李勇等(4-22)
 桑树的生态应用前景 蒋勇兵等(4-26)

生产技术

- 夏秋用家蚕品种韶·辉×旭·东 艾均文等(2-21)
 家蚕夏秋用四元杂交天然黄色茧新品种
 湘彩黄1号 艾均文等(3-29)

蚕桑文化

“丝路”考 雷国新(1-29)
 古典诗词与蚕桑文化 雷国新(2-30)
 古典蚕桑诗词之生态审美 ... 雷国新(4-33)

信 息

蚕桑知识问答(十四) 王桃武(1-34)
 《蚕丝科技》2017年度总目录索引 ... (1-35)
 征稿启事 (1-37)
 国家蚕桑技术体系武汉综合试验站工作
 会议在夷陵区召开 郭 云(2-36)

蚕桑产业推进会暨技术培训会在花垣县
 召开 艾均文(2-37)
 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(3-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(3-36)
 何炳乾夫妇创办蚕桑家庭农场年收入20
 余万元 何小玲(3-37)

(上接第33页)

短,倒下后很快死亡。但因农药种类不同,其中毒症状也有区别。有机磷农药中毒,如敌百虫、敌敌畏等,中毒后前半身膨大伸长,后半身皱缩为原体长的1/2;有机氯中毒后尸体大多呈S型;有机氮中毒,如杀虫脒、杀虫双等,中毒后表现为吐丝、拒食、乱爬,慢性死亡,尸体不立即腐烂。

(王桃武 供稿)

186. 桑树为什么要施肥?

答:桑树是多年生的叶用植物,采叶、剪伐将削弱桑树的生长发育能力,还要从土壤中带走大量的营养元素,土壤的生产力受到严重的影响,因此为了维持桑树的正常生长,保持土壤的生产能力,桑园必须要施入足够的肥料,以确保桑叶优质丰产。

187. 桑园常用肥料的种类有哪些?

答:桑园常用肥料的种类主要有粪肥、饼肥、堆肥、蚕沙等有机肥料;尿素、过磷酸钙、氯化钾等无机肥料;复合肥;微量元素及绿肥等。

188. 桑园施用有机肥有何特点?

答:桑园施用的有机肥料是指含有机质的肥料,如厩肥、堆肥、人畜粪尿、饼肥、泥肥

与蚕沙等。施入桑园后,能增加土壤腐殖质,改善土壤结构,提高肥力,富含多种养分,是一种完全肥料,适合桑树生长发育。一般肥效慢而持久,施用后需要较长时间分解,可以就地取材,积制容易,成本低廉。

189. 桑园施用氮肥有什么作用?

答:桑园氮素肥料的主要作用:(1)促进营养生长,延长桑树的营养期,推迟落叶期;(2)可降低植株的C/N比,抑制花芽形成;(3)增强桑树的顶端优势,促进伐条后的再生长;(4)适度施用氮素可使叶内蛋白质态氮增加,改良叶质;施用过多,使桑树C/N比下降,抵抗力减弱,肥数降低,叶质下降。

190. 桑园施用磷肥有什么作用?

答:桑园施用磷肥可使花果增多。果桑可以适当多施磷肥。磷肥在树体内与光合作用、能量代谢有关,磷肥少量施用时可促进氮素的吸收,增强桑树的营养生长,多量施用时助长桑树成熟,致使桑树叶质硬化。

191. 桑园施用钾肥有什么作用?

答:桑园适量施用钾肥可促进桑树的光合作用,机械组织发达,增强对病害的抵抗力。氮肥施用之后有必要施用钾肥。

(王 明 供稿)