

| | |
|--------|--------------------|
| 申 报 | 系列：教师系列教 学科研并重型 |
| | 专业：草学 |
| | 职称：副教授 |

业绩成果材料

(申报人的业绩成果材料包括论文、科研项目、获奖以及其他成果等)

单 位 (二级单位) 林学与风景园林学院

姓 名 董朝霞

材料核对人：

单位盖章：

核对时间：

华南农业大学制

目 录

一、教学研究业绩

| | |
|--|----|
| 1.教学研究项目..... | 1 |
| 1.1 关于草业科学专业大学生就业综合能力培养模式研究项目的立项通知及有关佐证材料 | 1 |
| 1.2 关于校企结合模式下应用型草业科学专业人才培养方案改革研究项目的立项通知及有关佐证材料 | 5 |
| 1.3 关于精品资源共享课《草坪学》项目的立项通知及有关佐证材料..... | 11 |
| 2.教改论文..... | 16 |
| 2.1 华南农业大学草业科学专业大学生就业面临的问题及对策..... | 16 |
| 2.2 校企结合模式下应用型草业人才培养方案改革研究..... | 24 |
| 2.3 草业科学专业开设草资源学课程的必要性及教学体会..... | 32 |
| 3.教学成果奖证书：草学专业特色课程“草资源学”的教材建设与改革..... | 40 |
| 4.编写教材：高等院校环境实践类系列教材《生态学野外综合实习指导》 | 42 |

二、科研项目

| | |
|--|----|
| 1.主持..... | 48 |
| 1.1 关于尖角突脐胞菌附着胞形成的影响因子研究项目的立项通知（合同）及有关佐证材料 | 48 |
| 1.2 关于大湾镇农产品品牌打造及电商销售平台建立与示范项目的立项通知（合同）及有关佐证材料 | 50 |
| 1.3 关于佛山市顺德区均安镇河堤草坪杂草的调查与防治项目的立项通知（合同）及有关佐证材料 | 55 |

| | |
|--|----|
| 2.主参..... | 63 |
| 2.1 关于多胺及转运体基因在牛筋草对百草枯抗性中的功能验证项目的立项通知（合同）及有关佐证材料..... | 63 |
| 2.2 关于结缕草入侵真菌及其生防功能研究项目的立项通知（合同）及有关佐证材料..... | 65 |
| 2.3 关于牛筋草对 PS II、EPSPS 和 GS 抑制剂的多抗性及其蛋白质组学研究项目的立项通知（合同）及有关佐证材料.... | 67 |
| 2.4 关于乳酸菌有氧环境快速生长的机制及在青贮中的应用项目的立项通知（合同）及有关佐证材料..... | 69 |

三、论文、著作等

| | |
|--|-----|
| 1.检索证明..... | 77 |
| 2.以第一作者发表本专业论文情况..... | 81 |
| 2.1 Silicon effect on growth, nutrient uptake and yield of peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L.) under aluminum stress..... | 81 |
| 2.2 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 油剂剂型研究..... | 90 |
| 2.3 尖角突脐孢菌紫外光诱变及高致病力菌株的筛选..... | 105 |
| 2.4 生育期和品种对大豆全株产量和营养价值的影响..... | 122 |
| 2.5 甘薯藤和甘薯皮山羊瘤胃降解率的动态变化..... | 134 |
| 2.6 草坪中外来入侵杂草的化感作用及其利用..... | 146 |
| 3.以通讯作者发表本专业论文情况..... | 155 |
| 3.1 添加菜籽壳对甜玉米秸秆青贮品质的影响..... | 155 |
| 3.2 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发的化感作用研究..... | 167 |
| 3.3 溪黄草浸提液对 2 种杂草种子萌发和幼苗生长的化感作用..... | 179 |
| 4.学术专著..... | 193 |
| 4.1 草业大辞典..... | 193 |

| | |
|-------------------|-----|
| 4.2 农业标准化体系 | 199 |
|-------------------|-----|

四、科研成果

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 1.科技奖励证书..... | 208 |
| 2. 知识产权..... | 209 |
| 2.1 发明专利授权证书 | 209 |
| 2.1.1 不同辣椒品种间作缓解连作障碍和控制病虫害的种植方法..... | 209 |
| 2.1.2 水稻B3转录因子家族基因RAV2的应用 | 210 |
| 2.1.3 一株诱变尖角突脐孢菌及其在防治稗草中的应用 ... | 211 |
| 2.1.4 一株嘴突凸脐蠕孢菌及其在防治水田杂草千金子中的应用..... | 213 |
| 2.1.5 一种自动蓄水装置 | 215 |
| 2.2 实用新型专利授权证书 | 216 |
| 2.2.1 一种越野组织轮 | 216 |
| 2.2.2 一种自动蓄水装置 | 217 |
| 2.2.3 一种移动升降装置 | 218 |
| 2.2.4 一种手机支架 | 219 |

五、其他业绩

| | |
|---|-----|
| 1.指导学生学科竞赛 | 220 |
| 1.1 第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛二等奖“草类植物腊叶标本制作” | 220 |
| 1.2 第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛二等奖“草类植物种子识别与净度分析” | 221 |
| 2.个人荣誉..... | 226 |
| 2.1 校级“华南农业大学优秀共产党”证书 | 226 |
| 2.2 校级“华南农业大学庆祝建党100周年优秀共产党员”证书..... | 227 |

| | |
|------------------------|-----|
| 3.科技推广专家..... | 228 |
| 3.1 广东省农村科技特派员证书 | 228 |
| 3.2 河源市农村科技特派员证书 | 229 |

1. 教学研究项目

1.1 关于草业科学专业大学生就业综合能力培养模式研究项目的立项通知及有关佐证材料

华南农业大学文件

华南农教〔2009〕52号

关于公布华南农业大学 2009 年度 教育教学改革与研究立项项目的通知

各学院、部处、各单位：

为贯彻落实教育部、财政部《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》（教高〔2007〕1号）的精神，推进学校教育教学改革与研究，提高人才培养质量，根据我国高等教育教学发展形势，结合我校实际，学校组织开展了 2009 年度教育教学改革与研究项目的立项工作。

经各单位推荐申报，学校教学指导委员会专家评审，报经学校主管校长同意，决定对“传统农科专业创新型人才培养模式研究与实践”等 20 项重点项目、“关于强化大型仪器精细化管理，促进大型仪器共享的研究”等 82 项一般项目，共 102 项予以立项资助（见附件 1）；决定对“《植物学》课程实习优化与植物数

—1—

码图库的构建”等 50 项自筹项目予以立项（见附件 2），现予公布。

为提高我校教育教学改革与研究项目质量，要求校级教育教学改革与研究项目在结题时必须发表正式的相关论文，其中校级重点项目 2 篇，一般项目 1 篇。项目资助经费分两期拨付，先拨付 70%，结题合格后再拨付其余的 30%。自筹项目按一般项目管理，所在单位应为项目的开展提供必要的支持，保证经费按校级教育教学改革与研究立项一般项目数额资助，并督促项目实施。请各项目负责人务必按项目计划要求及时开展研究工作，确保研究工作如期完成，并力争取得高水平的研究成果。

- 附件：1、华南农业大学 2009 年度教育教学改革与研究立项项目一览表
- 2、华南农业大学 2009 年度教育教学改革与研究立项自筹项目一览表



主题词：教育 教学 改革 项目 立项 通知

华南农业大学校长办公室

2009 年 8 月 5 日印发

附件 2

华南农业大学 2009 年度教育教学改革与研究立项自筹项目一览表

| 编号 | 单位 | 项目名称 | 项目类别 | 主持人 | 职称 | 经费 |
|---------|-----------|-------------------------------|------|-----|-------|------|
| JG09103 | 生命科学学院 | 《植物学》课程实习优化与植物数码图库的构建 | 一般项目 | 谢建光 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09104 | 生命科学学院 | “导生制”在生物类实验教学中的应用研究 | 一般项目 | 黄九九 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09105 | 兽医学院 | 兽医药动学与生物药剂学课程教学内容体系改革与建设 | 一般项目 | 丁焕中 | 副教授 | 单位自筹 |
| JG09106 | 兽医学院 | 《体内药物分析》教学内容改革初探 | 一般项目 | 陈红 | 高级兽医师 | 单位自筹 |
| JG09107 | 公共基础实验课中心 | 基于研究型的遗传学综合性实验教学改革 | 一般项目 | 李亚娟 | 实验师 | 单位自筹 |
| JG09108 | 公共基础实验课中心 | 以小型农业项目为载体的农科大学生实践型创业教育模式研究 | 一般项目 | 羊海军 | 实验师 | 单位自筹 |
| JG09109 | 资源环境学院 | 《普通植物病理学》精品课程建设的研究与实践 | 一般项目 | 邓晓玲 | 教授 | 单位自筹 |
| JG09110 | 资源环境学院 | 校企联合、科教融合促进植物保护专业人才的产需对接 | 一般项目 | 江定心 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09111 | 资源环境学院 | 制药工程一体化实验仿真系统 | 一般项目 | 邓亚利 | 副主任药师 | 单位自筹 |
| JG09112 | 资源环境学院 | 基于应用型人才培养的《环境影响评价》课程教学模式改革与研究 | 一般项目 | 许超 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09113 | 水利与土木工程学院 | 架起传统与现代的桥梁——建筑史课程教学体系改革与实践 | 一般项目 | 屈寒飞 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09114 | 水利与土木工程学院 | 土木工程力学类课程改革与建设研究 | 一般项目 | 唐贵和 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09115 | 水利与土木工程学院 | 华南农业大学建筑类专业大学生职业素质教育改革研究 | 一般项目 | 郭焕宇 | 助教 | 单位自筹 |
| JG09116 | 信息学院 | 非计算机专业开设 Java 程序设计的探讨与实践 | 一般项目 | 肖磊 | 副教授 | 单位自筹 |
| JG09117 | 信息学院 | 基于自主-互助模式的土地资源调查与评价教学改革研究 | 一般项目 | 王璐 | 讲师 | 单位自筹 |

| 编号 | 单位 | 项目名称 | 项目类别 | 主持人 | 职称 | 经费 |
|---------|--------|------------------------------|------|-----|-------|------|
| JG09118 | 信息学院 | 面向制造型中小企业信息服务需求的人才培养方案改革研究 | 一般项目 | 黄文玲 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09119 | 工程学院 | 基于案例教学法和仿真技术的计算机控制技术课程的改革与实践 | 一般项目 | 李明 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09120 | 工程学院 | 基于虚拟现实的工程综合实训平台的研究与开发 | 一般项目 | 王红军 | 副教授 | 单位自筹 |
| JG09121 | 工程学院 | 汽车检测与诊断技术四位一体教学模式研究 | 一般项目 | 毛彩云 | 工程师 | 单位自筹 |
| JG09122 | 工程学院 | 高校实验室信息化管理中 LIMS 的研究与实践 | 一般项目 | 陆健强 | 实验员 | 单位自筹 |
| JG09123 | 工程学院 | 《工程光学》课程和教学内容体系改革和整体优化研究与实践 | 一般项目 | 谢家兴 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09124 | 食品学院 | 《化工原理》启发式教学促进创新人才培养的研究与实践 | 一般项目 | 李璐 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09125 | 农学院 | 农学院农学专业本科毕业论文选题分析及对策研究 | 一般项目 | 刘春燕 | 助理研究员 | 单位自筹 |
| JG09126 | 农学院 | 以就业为导向的《农业标准化体系》课程教学模式的研究与实践 | 一般项目 | 罗明珠 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09127 | 农学院 | 草业科学专业大学生就业综合能力培养模式研究 | 一般项目 | 董朝霞 | 助理研究员 | 单位自筹 |
| JG09128 | 农学院 | 《生态规划》课程的实践教学改革与思考 | 一般项目 | 叶延琼 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09129 | 动物科学学院 | 水产专业《水域环境监测与评价》教学研究和实践 | 一般项目 | 唐汇娟 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09130 | 动物科学学院 | 现代教学媒体在“贝类学与贝类养殖学”课程中的应用研究 | 一般项目 | 付京花 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09131 | 动物科学学院 | 《渔药药理学》课程实施比较教学方法探索 | 一般项目 | 唐雪莲 | 讲师 | 单位自筹 |
| JG09132 | 动物科学学院 | 水产微生物学实验课教学模式的创新探索与实践 | 一般项目 | 刘丽 | 副教授 | 单位自筹 |
| JG09133 | 理学院 | 基础化学实验绿色化的研究 | 一般项目 | 贾金亮 | 讲师 | 单位自筹 |

1.2 关于校企结合模式下应用型草业科学专业人才培养方案 改革研究项目的立项通知及有关佐证材料

华南农业大学文件

华南农教（2017）53号

关于华南农业大学 2017 年度教育教学改革 与研究项目立项的通知

各学院、部处、各单位：

为进一步推进我校教育教学改革与研究，提高人才培养质量，根据教育部、财政部《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》（教高〔2007〕1号）精神，结合我国高等教育发展形势和学校实际，学校组织开展了 2017 年度教育教学改革与研究项目申报工作。经各单位推荐申报、学校教学指导委员会专家评审，主管校领导同意，决定对“‘Presentation（课堂展示）’教学法在《思想道德修养与法律基础》课中的应用研究”等 41 个校级教改重点项目予以立项资助，对“专业课程课堂法治化建设与改革研究”等 50 个校级教改一般项目予以立项资助，对“基于微信群的智能专家教辅系统和课程知识库建设研

- 1 -

究”等 42 个校级教改自筹项目予以立项，对“财务管理”等 4 个校级教改继续教育类项目予以立项资助（详见附件）。

请各项目负责人务必按项目计划要求及时开展研究工作，确保研究工作如期完成，并力争取得高水平的研究成果。

附件：华南农业大学 2017 年度教育教学改革与研究项目一览表

华南农业大学
2017 年 8 月 31 日

公开方式：主动公开

华南农业大学校长办公室

2017 年 8 月 31 日印发

附件

华南农业大学 2017 年度教育教学改革 与研究项目一览表

| 编号 | 项目名称 | 项目类别 | 主持人 | 经费（单位：元） |
|---------|--|------|-----|----------|
| JG17001 | “Presentation（课堂展示）”教学法在《思想道德修养与法律基础》课中的应用研究 | 重点项目 | 陈志华 | 10000 |
| JG17002 | “互联网+”工程训练人才培养模式探索与实践 | 重点项目 | 陈海波 | 10000 |
| JG17003 | 农业院校实践教学基地建设长效机制研究 | 重点项目 | 李晨光 | 10000 |
| JG17004 | 学校、教师与学生“利益共享”的学生评教体系构建与实践 | 重点项目 | 姜峰 | 10000 |
| JG17005 | “双一流”背景下高等学校体育信息化建设研究 | 重点项目 | 卢三妹 | 10000 |
| JG17006 | 综合性大学环境设计专业课程中协同教学研究——以展示设计课程为例 | 重点项目 | 冯悦 | 10000 |
| JG17007 | 新国标视域下日语专业人才培养模式改革优化研究 | 重点项目 | 唐丽燕 | 10000 |
| JG17008 | 创新创业导向下工商管理专业核心课程“公司战略管理”教学改革研究 | 重点项目 | 汪凤桂 | 10000 |
| JG17009 | “互联网+”智能化模式下实验室管理与开放策略研究 | 重点项目 | 卢少然 | 10000 |
| JG17010 | 岭南民间音乐高校传承的教学改革研究 | 重点项目 | 方晓青 | 10000 |
| JG17011 | 以实践精神培育为目标的《创业教育》课程改革研究 | 重点项目 | 李胜文 | 10000 |
| JG17012 | 大学生学业指导模式重构研究——华南农业大学学业互助中心探索与实践 | 重点项目 | 王成树 | 10000 |
| JG17013 | 华南地区风景园林专业数字景观培养方向教学改革研究 | 重点项目 | 郭迪杰 | 10000 |
| JG17014 | 面向工程教育认证的应用型车辆工程专业人才模式探索与实践 | 重点项目 | 李君 | 10000 |
| JG17015 | 公共基础课《物理化学实验》的改革与实践 | 重点项目 | 刘海峰 | 10000 |
| JG17016 | 包装工程专业实践教学体系建设与实践 | 重点项目 | 范小平 | 10000 |

| 编号 | 项目名称 | 项目类别 | 主持人 | 经费(单位:元) |
|---------|---|------|-----|----------|
| JG17055 | 交互式视频在计算机软件类课程教学中的应用研究 | 一般项目 | 张芸 | 4000 |
| JG17056 | 大数据背景下金融实验教学方法与模式创新研究 | 一般项目 | 蔡键 | 4000 |
| JG17057 | 传统文化类课程教学体系改革和整体优化研究与实践——以华南农业大学非人文类专业为中心 | 一般项目 | 白海英 | 4000 |
| JG17058 | 高校艺术类创新创业人才实践教育培养模式研究 | 一般项目 | 林晓燕 | 4000 |
| JG17059 | 综合班《大学英语》教学多元评价模式研究 | 一般项目 | 张月红 | 4000 |
| JG17060 | 统计学课程引入“SPSS”认证的建设与改革 | 一般项目 | 李宗璋 | 4000 |
| JG17061 | 以智慧教育为导向的VR教学模式研究——以《植物学》为例 | 一般项目 | 何均健 | 4000 |
| JG17062 | 农业院校人文素质训练的探索与实践 | 一般项目 | 刘丽葵 | 4000 |
| JG17063 | 环境设计虚拟仿真实验教学模式的构建与应用 | 一般项目 | 李女仙 | 4000 |
| JG17064 | 农林院校农林经济管理专业实践教学改革研究——基于就业能力提升的视角 | 一般项目 | 刘春桃 | 4000 |
| JG17065 | 电路实验课程的教学内容与方法的改革研究与探索 | 一般项目 | 王建华 | 4000 |
| JG17066 | 《园林生态学》课程建设与实践 | 一般项目 | 刘效东 | 4000 |
| JG17067 | 以“例释”为特色的中外园林史课程改革研究 | 一般项目 | 夏宇 | 4000 |
| JG17068 | 农业院校土木工程专业工程教育认证的可行性研究 | 一般项目 | 杨雨冰 | 4000 |
| JG17069 | “翻转课堂”在农学类专业《气象学》课程教学中的应用探索 | 一般项目 | 王蕾迪 | 4000 |
| JG17070 | 校企合作模式下应用型草业科学专业人才培养方案改革研究 | 一般项目 | 董朝霞 | 4000 |
| JG17071 | 校企合作,强化实践——围绕建筑师注册制和专业认证的建筑学人才培养模式改革研究 | 一般项目 | 吴运江 | 4000 |
| JG17072 | “SCAU-KSU”农业工程人才培养标准与专业认证研究 | 一般项目 | 贾瑞昌 | 4000 |
| JG17073 | 电子信息类多技能综合训练的实践教学模式创新与改革研究 | 一般项目 | 刘勇 | 4000 |

| 编号 | 项目名称 | 项目类别 | 主持人 | 经费（单位：元） |
|---------|---|---------|-----|----------|
| JG17131 | 《水产微生物学》课程的教学内容与方法改革 | 自筹项目 | 孙红岩 | 自筹 |
| JG17132 | 《海洋生物资源》类课程教学体系的建设研究——构建课堂教学、实践教学和科学研究“三位一体”的教学体系 | 自筹项目 | 邹柯妹 | 自筹 |
| JG17133 | 《水产品品质安全与人类健康》微课堂教学设计与应用研究 | 自筹项目 | 周爱国 | 自筹 |
| JG17134 | 财务管理 | 继续教育类项目 | 刘秀琴 | 400/学时 |
| JG17135 | 园林植物栽培与养护 | 继续教育类项目 | 陈红跃 | 400/学时 |
| JG17136 | 园林树木学 | 继续教育类项目 | 秦新生 | 400/学时 |
| JG17137 | 中外风景园林史 | 继续教育类项目 | 邱巧玲 | 400/学时 |

结 题 证 明

编号: JXJT19159

我校教师董朝霞主持的校级教学改革项目“校企结合模式下应用型草业科学专业人才培养方案改革研究”（项目编号: JG17070），经学校组织验收，已于2019年12月结题。

特此证明。

华南农业大学教务处
2020年6月

1.3 关于精品资源共享课《草坪学》项目的立项通知及有关佐证材料



[首页](#)
[机构设置](#)
[专业设置](#)
[管理文件](#)
[办事指南](#)
[资料下载](#)
[教务处邮箱](#)

首页 > 教务处公告 > 教学研究与评估中心 >

关于公示华南农业大学2017年校级质量工程拟立项名单的通知

来源: 2017-10-11 17:27:11 点击量: 863

各学院、部处、各相关单位:

根据《广东省普通本科高校“十三五”教学质量与教学改革工程建设实施方案》(粤教高函[2016]128号)要求,学校组织开展了本年度项目评选工作。经项目负责人申请、学院推荐、学校组织专家评审,拟确定“华南农业大学华阳国际设计公司校外实践教学基地”等42个项目为本年度校级质量工程项目,另认定“竞赛专题实务”等3门2017年省级创新创业教育课程及应用型人才培养课程为校级质量工程项目,现予以公示。

公示期自2017年10月11日至2017年10月17日。如有异议请以书面方式提交,并署真实姓名,否则不予受理。

地址: 行政楼329

电话: 85280052

华南农业大学教务处

2017年10月11日

附: 华南农业大学2017年校级质量工程拟立项名单

附件:

华南农业大学2017年校级质量工程拟立项名单

| 序号 | 项目类别 | 项目名称 | 项目负责人 | 单位名称 |
|----|------------|-----------------------------|-------|-----------|
| 1 | 大学生校外 | 华南农业大学华阳国际设计公司校外实践教学基地 | 陈乃华 | 水利与土木工程学院 |
| 2 | 实践教育基 地 | 华南农业大学广州珠江机床有限公司实践教学基地 | 王红军 | 工程学院 |
| 3 | | 华南农业大学森明公司校外实践教育基地 | 郝丽 | 艺术学院 |
| 4 | | 华南农业大学广东蓝洋科技有限公司实践教学基地 | 袁腾 | 材料与能源学院 |
| 5 | | 华南农业大学广东粤建设计研究院有限公司校外实践教学基地 | 何恩诚 | 水利与土木工程学院 |
| 6 | | 华南农业大学广州德讯阳光青少年体育俱乐部实践教学基地 | 卢三妹 | 体育教学研究部 |

全站搜索

最近更新

- 关于领取2015年度校级教改课题经费卡及项目申报书的通知
- 关于公示华南农业大学2015年教学成果入选名单的通知
- 关于公示我校2016年省级“质量工程”培育项目的通知
- 关于公示我校2017年新增本科专业及专业调整情况的通知
- 关于公示2016年度华南农业大学校级教改项目及拟推荐省级教改项目的通知
- 关于开展广东省“教学质量与教学改革工程”建设项目中期检查工作的通知
- 关于本科生参加跟踪研究答题的通知

- 关于组织我校学生参加2016年秋季普通话测试的通知
- 关于报送学校2016年度《本科教学质量报告》、教学基本状态数据库相关工作联系人的通知
- 关于启动2017年本科人才培养方案修订工作的通知
- 关于公示华南农业大学2016年“质量工程”立项建设项目的通知
- 关于开展我校“十三五”重大教学成果培育项目的通知
- 关于召开专业建设与审核评估系列培训会的通知(动科、兽医、海洋类)
- 关于公示我校第三层本科专业主任人选的通知
- 关于本科在校生参加跟踪研究答题的通知
- 关于本科在校生参加跟踪研究答题的通知
- 关于召开审核评估自评报告撰写组第二次工作例会的通知
- 关于开展广东省“教学质量与教学改革工程”建设项目中期检查汇报工作的通知
- 关于校级教育教学改革与研究项目结题的通知
- 关于做好广东省“教学质量与教学改革工程”建设项目2016年度验收工作的通知

| | | | | |
|----|------------------|--------------------------|-----|-------------|
| 7 | | 华南农业大学广州乐庚信息科技有限公司实践教育基地 | 张昕 | 数学与信息学院 |
| 8 | | 华南农业大学中山葡萄农科合作人才培养基地 | 江定心 | 农学院 |
| 9 | 教学团队 | 金融课程教学团队 | 柳松 | 经济管理学院 |
| 10 | | 生态学实验教学团队 | 章家恩 | 资源环境学院 |
| 11 | | 环境生态学教学团队 | 黎华寿 | 资源环境学院 |
| 12 | | 线性代数教学团队 | 魏福义 | 数学与信息学院 |
| 13 | | 能源与环境系统工程主干课程群教学团队 | 蒋恩臣 | 材料与能源学院 |
| 14 | | 刑事实践教学团队 | 杜国明 | 人文与法学学院 |
| 15 | | 园艺专业核心课程教学团队 | 胡桂兵 | 园艺学院 |
| 16 | | 音乐表演专业教学团队 | 郑韻文 | 艺术学院 |
| 17 | | 分析类数学教学团队 | 曹广福 | 数学与信息学院 |
| 18 | | 国际经济与贸易教学团队 | 熊启泉 | 经济管理学院 |
| 19 | 精品视频公开课(选題) | 生活中的数据分析 | 杨德贵 | 数学与信息学院 |
| 20 | 精品资源共享课 | 概率论 | 肖莉 | 数学与信息学院 |
| 21 | | 操作系统 | 王金凤 | 数学与信息学院 |
| 22 | | 草坪学 | 陈曙 | 林学与风景园林学院 |
| 23 | | 嵌入式Linux系统 | 李震 | 电子工程学院 |
| 24 | | 数字电路与逻辑设计 | 黄琼 | 数学与信息学院 |
| 25 | | 工程力学 | 陈海波 | 工程基础教学与训练中心 |
| 26 | | 计算机组成原理 | 黄沛杰 | 数学与信息学院 |
| 27 | | 系统工程 | 俞守华 | 数学与信息学院 |
| 28 | | 林业经济管理学 | 李怡 | 经济管理学院 |
| 29 | | 基础工程 | 何春保 | 水利与土木工程学院 |
| 30 | | 水利计算 | 姜俊红 | 水利与土木工程学院 |
| 31 | | 水工建筑物 | 刘远 | 水利与土木工程学院 |
| 32 | | 公共管理学 | 史传林 | 公共管理学院 |
| 33 | 实验教学示范中心 | 数学建模实验教学示范中心 | 房少梅 | 数学与信息学院 |
| 34 | | 工业设计实验教学示范中心 | 高锐涛 | 工程学院 |
| 35 | 战略新兴产业特色专业及新工科项目 | 木材科学与工程 | 郭垂根 | 材料与能源学院 |
| 36 | | 建筑学 | 郭焱宇 | 水利与土木工程学院 |
| 37 | | 电气工程及其自动化 | 魏博仙 | 工程学院 |
| 38 | | 人工智能 | 李震 | 电子工程学院 |
| 39 | | 智能装备与现代农业 | 周志艳 | 工程学院 |
| 40 | | 新工科专业建设标准研究 | 张永亮 | 教务处 |
| 41 | 工程专业认证 | 水利水电工程 | 韦未 | 水利与土木工程学院 |
| 42 | | 车辆工程 | 李君 | 工程学院 |
| 43 | 创新创业与应用型人才培养课程 | 竞赛专题实务 | 盘湘龙 | 艺术学院 |
| 44 | | 大学生农业创业实务 | 李国章 | 招生就业处 |
| 45 | | 温氏班“校企协同实训” | 谢青梅 | 动物科学学院 |

上一篇: 关于做好本科教学工作审核评估现场考察工作的补充通知

下一篇: 关于领取《本科教学工作审核评估知识手册》的通知

附件5:



華南農業大學

精品资源共享课

申 报 书

推 荐 单 位 _____ 林学与风景园林学院 _____

课 程 名 称 _____ 草坪学 _____

课 程 类 型 公共基础课 专业课 公选课 其他 _____

所属一级学科名称 _____ 草业科学 _____

所属二级学科名称 _____

课 程 负 责 人 _____ 陈 曙 _____

课 程 网 址 _____ <http://202.116.160.98:8000/course/cpx/> _____

二 〇 一 七 年 四 月

二、课程团队

| 课程团队结构 | 姓名 | 性别 | 出生年月 | 职称 | 学科专业 | 在本课程中承担的工作 |
|-----------------|---|----|---------|-------|------|------------|
| | 张巨明 | 男 | 1963/3 | 教授 | 草业科学 | 运动场草坪部分的教学 |
| | 董朝霞 | 女 | 1974/10 | 助理研究员 | 草业科学 | 草坪生态学部分的教学 |
| | 江院 | 男 | 1979/12 | 实验师 | 草业科学 | 草坪生物学部分的教学 |
| | 刘天增 | 男 | 1984/10 | 讲师 | 草业科学 | 草坪保护部分的教学 |
| | 王晓亚 | 女 | 1984/12 | 讲师 | 草业科学 | 草坪生物学部分的教学 |
| | 钟天秀 | 女 | 1986/9 | 讲师 | 草业科学 | 草坪土壤部分的教学 |
| 课程团队整体素质及青年教师培养 | <p>课程团队（含优秀的教育技术骨干和行业背景专家）的知识结构、年龄结构、学缘结构、师资配置情况、近五年培养青年教师的措施与成效：</p> <p>本课程团队共有 7 名成员，其中，教授 1 名，副教授 1 名，讲师 3 名，助理研究员 1 名，实验师 1 名，全部成员均具有博士学位。从年龄结构来看，课程团队由 60、70、80 年次的老中青教师构成，梯度合理，能充分发挥良好的“传帮带”作用。此外，团队呈现了丰富的知识和学缘背景融合交叉，团队成员们分别在运动场草坪建植管理（张巨明）、草坪生态工程（董朝霞）、草坪草育种与生物技术（陈曙）、草坪保护（刘天增）、草坪土壤与营养（钟天秀）、草坪生物学（江院和王晓亚）等不同的领域拥有完整的理论架构和丰富的教学经验，呈现出了教学内容上的多样性和全面性。</p> <p>本课程团队非常重视师资队伍的建设，充分利用学校和学院的鼓励政策，始终把青年教师的培养放在首位。本团队中有三位 80 后青年教师，陈曙、刘天增和钟天秀，均为近年来引进的优秀人才。课程团队为青年教师制定了具体可行的培养计划并采取了有效的管理措施，具体如下：</p> <p>1) 实行青年教师导师制，由导师和青年教师共同制定详细的培养计划。课程团队为陈曙和钟天秀指派了解新明教授，为刘天增指派了张巨明教授作为导师，从听课、批改作业、辅导实验、课程设计等各方面，全方位对青年教师进行指导和培养。</p> | | | | | |

结 题 证 明

编号：JXJT20027

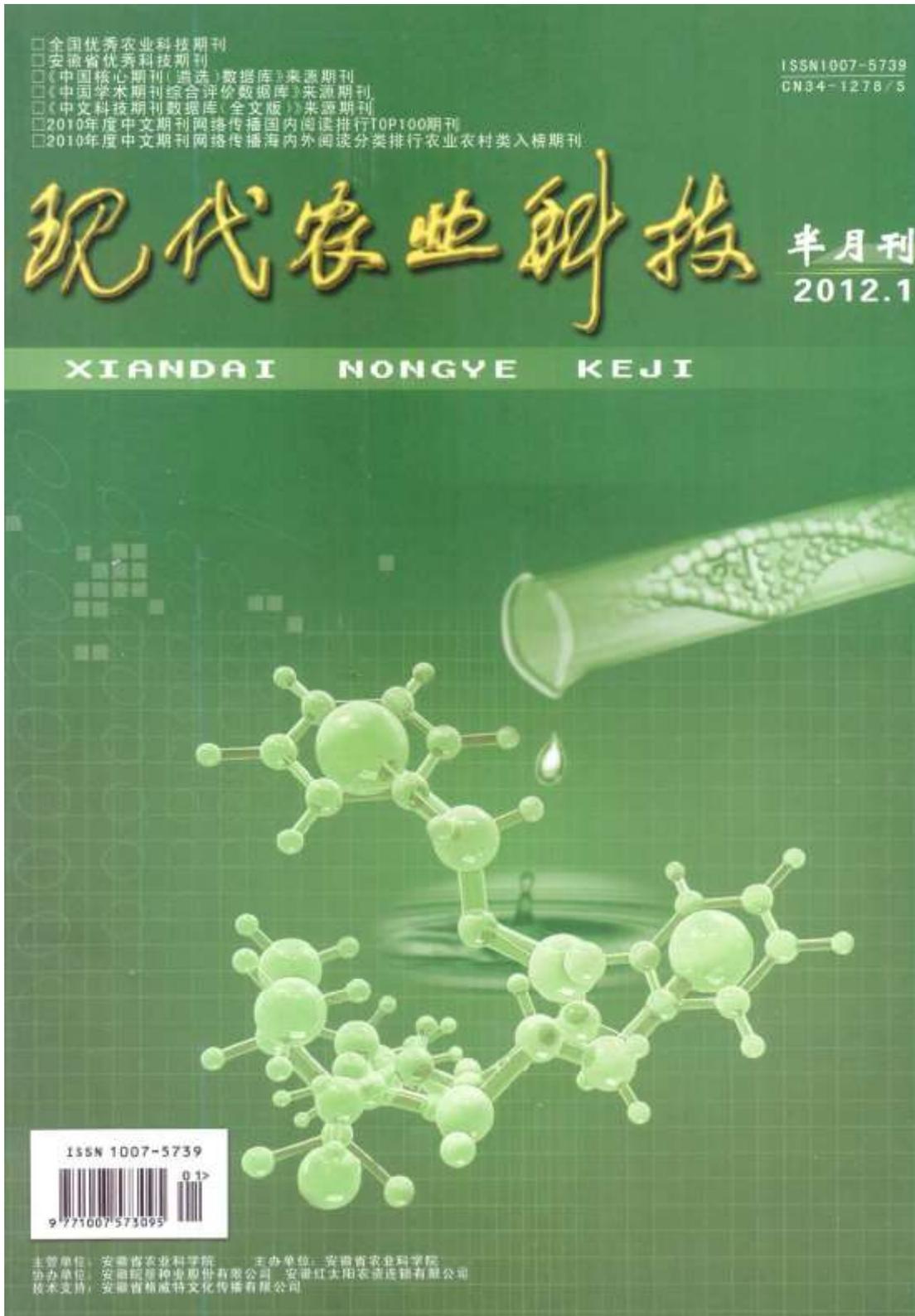
我校教师陈曙主持的校级质量工程项目《草坪学》
(立项文号：华南农教〔2017〕75号)，经学校组织验收，
已于2020年12月结题。

特此证明。



2. 教改论文

2.1 华南农业大学草业科学专业大学生就业面临的问题及对策



现代农业科技 (半月刊)

主管单位:安徽省农业科学院
主办单位:安徽省农业科学院
协办单位:安徽皖垦种业有限公司
安徽红太阳农资连锁有限公司

《现代农业科技》编委会

顾问 方有德 李成荃 程 剑

主任委员 杨剑波

副主任委员 胡宝成 朱永和 (常务)

委 员 (以姓氏笔划为序)

丁增成 马传喜 王洪江

闫晓明 朱永和 朱启升

苏泽胜 李泽福 李晓明

杨剑波 吴跃进 汪留全

张 磊 张长青 张平治

张其安 陈洪俭 陈德胜

范 涛 胡永年 胡宝成

祖朝龙 夏伦志 徐义流

高同春 郭熙盛 陶 立

曹淑华 程福如 廖万有

潘泽义

主 编:王洪江

社 长:徐桂珍

副 主 编:徐桂珍 鲍 勇

副 社 长:蔡正平 鲍 勇

责任编辑:张庆富 朱迎弟 彭小黎

周 静 余蓉蓉 张 瑞

徐 莉 李阿娜 程 程

林翠翠 蒋海燕 李小娟

潘福霞

通联发行:曹忠凡 汪 莹 张晓芳

王 伟

美术编辑:江 珊

编辑部电话:(0551)5160716 5160772

5148797 5148819

5147509 5160883

通联部电话:(0551)5160716 2160267

广告部电话:(0551)5160772

传 真:(0551)2160267 5160772

邮政编码:230031

电子邮箱:xdnykj@188.com

网 址:http://www.xdnykj.com

出版日期:2012-01-10

中国标准连续出版物号:CN34-1278/S

ISSN1007-5739

编辑出版:《现代农业科技》编辑部

地 址:合肥市庐阳区农科南路40号

邮发代号:26-41

总 发 行:安徽省报刊发行局

广告经营许可证:皖工商广字0031号

印 刷:合肥市创新印务有限公司

定 价:16.00元

2012年第1期

1972年创刊 总第567期

目 次

农业基础科学

◆基础研究

种子萌发过程中响应脱落酸与赤霉素的蛋白质组变化研究进展.....刘静静 戴绍军(11)

植物细胞壁逆境响应蛋白质组研究进展.....薛磊 戴绍军(12)

毛细管柱顶空气相色谱法测定棉粕中甲醇残留量.....王兴民 李景超 周延生等(14)

草鱼鱼鳞提取鸟嘌呤的工艺和质量研究.....曾晓丹 张盈娇 夏陈等(15)

农村人力资源开发的影响因素评价.....陈香香 徐红 李振(17)

厄尔尼诺现象年与近年河北省气候变化的关系.....张桂香(18)

阵风锋产生的天气过程及其雷达产品特征分析.....祁雁文 陈云飞 李莉(19)

◆基础方法

都市型农业院校计算机专业人才培养现状及对策.....兰彬(20)

CBL与PBL教学模式在兽医内科学教学中的应用.....孙子龙 牛瑞燕 王俊东(23)

华南农业大学草业科学专业大学生就业面临的问题及对策.....董朝霞 卢小良 解新明等(25)

人性化图书馆构建对策.....张玉锋(27)

高职院校果树栽培学课程教学存在的问题及改革对策.....赵师成 张淼(29)

图书馆电子阅览室的建设措施.....吕秀萍(31)

高校插花艺术课程教学改革对策.....李达 吕长平 陈海霞等(32)

植物保护专业实践教学园地的构建与应用.....张定法 张亚楠 孔凡彬等(34)

本科专业课实验教学与科研相结合模式探析.....石磊 吕丽华 任有蛇等(36)

校园植物信息系统在园林植物学教学中的应用.....周晓果 王道波(38)

应用SCIE和JCR正确选择农业研究领域期刊投稿的方法.....卢奕(39)

基准站地面月报表制作预审方法.....潘艳秋(41)

气象短信的定位与编辑技巧.....陈淑红(43)

参加中国期刊协会“期刊编校无差错承诺”活动

| | |
|--|-------------------|
| 宁蒗县种植业发展现状及产业化经营对策..... | 罗军(350) |
| 巴东县柑桔标准化生产基地建设措施及发展对策..... | 李传维 高龙(352) |
| 景东县锦屏镇蔬菜产业发展现状及对策..... | 张丕雷(354) |
| 邵阳市烟叶结构优化的意义及措施..... | 雷天义(356) |
| 海南省油茶产业存在的问题及对策..... | 李艳 郑亚军 杨伟波等(357) |
| 衢州市衢江区稳定发展粮食生产建议..... | 周爱珠(359) |
| 丽水市莲都区油茶产业发展存在的问题及对策..... | 李观文 杨友平(360) |
| 勐海县西定乡茶叶产业发展现状及对策..... | 李召 谭光荣(362) |
| 蒙城县“十二五”渔业经济发展任务及规划..... | 赵明诚(363) |
| 隆德县加强禁牧封育工作的建议..... | 张选宏(365) |
| 南平地区发展休闲农业存在的问题及对策..... | 汤丽琴(366) |
| 铜梁县农业社会化服务体系建设现状与对策..... | 王友文(368) |
| 济南市以沼气为纽带的循环农业发展现状与对策..... | 徐延熙 袁长波 徐晓琳等(370) |
| 晚町经济开发区反季节蔬菜产业发展现状及对策..... | 张磊 柴霞 段建全(372) |
| 海南岛油茶产业发展历程及展望..... | 陈良秋 杨伟波 李艳等(374) |
| ◆土地资源管理 | |
| 现代农业科技在耕地资源集约利用中的应用研究进展..... | 詹海斌(375) |
| 农村土地资源利用现状及对策..... | 张燕(377) |
| 烟台市农村建设用地整理潜力分析..... | 张中华 李晶晶 井闽(378) |
| ◆财务管理 | |
| 实行村务公开的必要性及措施..... | 苗美荣(380) |
| 加强现代企业内部审计工作的措施..... | 刘艳辉(381) |
| 财务会计的目标理论研究..... | 任延辉(382) |
| ◆市场营销 | |
| 2011年大白菜跌价原因及对策..... | 谢玲 郑燕 鲍继友(386) |
| ◆农村教育 | |
| 新型农民学习科技知识的心理特点与心理期望分析..... | 张娜 马月霞(387) |
| 新形势下城乡就业培训存在的问题及对策..... | 邹义畏 陆建南 陈纪康等(388) |
| ◆新农村建设 | |
| 新农村人居环境优化建设思路及措施..... | 张洪祥(390) |
| 辽宁省农村防雷现状与对策..... | 李斯文(392) |
| 基于规划修编的农村居民点整理研究..... | 柯为民 黄婕 毛德华等(393) |
| 濮阳市文化共享工程服务新农村建设探析..... | 宋美兰(395) |
| 农村防雷工作现状及对策..... | 吴兆安(398) |
| ▲美洲星 | |
| 针对防灾抗逆的迫切需要看新美洲星推广的重要性..... | 夏桂平(400) |
| ▲广告 | |
| 《现代农业科技》杂志创刊40周年系列宣传..... | (封二) |
| 安徽红太阳农资连锁有限公司“敌克”..... | (封三) |
| 2011年度美洲星推广高层论坛..... | (封四) |
| 本刊声明:凡本刊采用的文章,即视为作者同意授权本刊使用其作品,包括电子版信息网络传播权、无线增值业务权(本刊有权授权合作伙伴龙源期刊网增值再使用)。所刊文章稿费中已包括上述使用方式的稿费。 | |

MODERN AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

2012 No.1(Sum No.567)

| | |
|---|----------------------------|
| Research Advances on Abscisic Acid and Gibberellin Responsive Proteomics during Seed Germination··· | LIU Jing-jing et al(11) |
| Research Advances on Stress-responsive Mechanisms in Plant Cell Wall Revealed by Proteomics····· | XUE Lei et al(12) |
| Determination of Methanol Residue in Cottonseed Meal by Headspace Gas Chromatography with Capillary Column····· | WANG Xing-min et al(14) |
| Extraction Process and Quality of Guanine in Scale of Grass Carp····· | ZENG Xiao-dan et al(15) |
| Evaluation of Effect Factors on Rural Human Resources Development····· | CHEN Xiang-xiang et al(17) |
| Relationship between El Nino Phenomenon and Climate Changes in Hebei Province····· | ZHANG Gui-xiang(18) |
| Analysis on Weather Process of Gust Front and Characteristics of Its Radar Product····· | QI Yan-wen et al(19) |
| Status and Countermeasures of Computer Professional Training in Urban Agricultural Universities····· | LAN Bin(20) |
| Proper Cultivation Density for Late-maturing Medium Japonica Rice Yanjing No.10····· | SHAO Feng-kang et al(52) |
| Cultivation Test of Interplanting Rice in Wheat Field without Symbiotic Period····· | LU Ji-yuan et al(53) |
| ‘3414’ Fertilizer Effect Trial of Maize in Jingchuan County····· | YUAN Wei(54) |
| Effects of Different Ecological Conditions on Growth and Development of Waxy Corn in Seedling Stage····· | WANG Bin(56) |
| Macroscopical Balanced Fertilization for All-film Corn in Semiarid Area····· | QI Xiang-hui(58) |
| High-yield Demonstration Test of High Quality New Cotton Variety····· | ZHANG Xiao-xiao et al(60) |
| ‘3414’ Fertilizer Effect Trial of Rice in Fumian District of Yulin City in 2011····· | DENG Sen-xia(62) |
| Effects of Different Densities and Fertilization Levels on Yield and Yield Structure of Tartary Buckwheat··· | MU Lan-hai et al(63) |
| Effects of Different Nitrogen Fertilizer Rates on Yield and Branching Character of Double-low High-oil Rape Suyou No.5····· | WU Zheng-gui et al(65) |
| Fertilizer Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Rice in Brown Purple Soil····· | LI Shi-pei(66) |
| ‘3414’ Fertilizer Effect Trial of Wheat in Haihe County····· | TAO Xi-jun et al(68) |
| Effects of Different Densities on Economic Characters and Yield of Fenghua No.1 Peanut in Donghai County····· | SUN Xin-an et al(70) |
| New Variety Demonstration Comparative Test of Hybrid Late Medium Indica Rice Y II You 689····· | XU Li-xin(71) |
| Yield-increasing Effect of Yongye Shengmingsu on Corn····· | NIU Dao-ping et al(72) |
| Comparison of Application Effects of Different Formula Fertilizers on Summer Maize····· | SUN Zong-xun(74) |
| Effects of Different Sowing Dates on Characters and Yield of Fenghua No.1 Peanut····· | LI Yao-li et al(75) |
| Comparative Test of Planting Densities of Medium Rice····· | ZHA Tai-lai et al(76) |
| Research Advances on Phosphorus Nutrition and Characteristics of Phosphorus Deficiency Tolerance····· | ZHANG Yan et al(77) |
| Plant Performance and Seed Production of New Corn Variety Changdan 506····· | LI Ai-jun et al(101) |
| Characteristics and Cultivation and Seed Production Technology of New Maize Variety Changdan 48··· | DONG Hong-fen et al(103) |
| Screening Experiment of New Varieties of Tea····· | YANG Jie et al(108) |
| Management Techniques of High-yield and High-quality Rice in Prime Field Period····· | GUO Gui-ying et al(115) |
| Importance and Suggestions of Developing of Crop Intercropping Techniques in Guangxi····· | ZHU Qiu-zhen et al(119) |
| Extraction of Pigments in <i>Leccinum extremorientale</i> Mycelia by Ultrasonic-assisted Technology····· | FANG Qiong et al(126) |
| Experiment of Long-season Cultivation of <i>Medicago hispida</i> Gaertn in Greenhouse····· | WANG Hua et al(128) |
| ‘3414’ Fertilizer Effect Trial of Chinese Cabbage····· | WANG Zhi-qiang(129) |
| Study on Ethnobotany of <i>Rosa roxurghii</i> in Leye County····· | SU Shi-lin et al(131) |
| Effect Composition Characteristics and Resource Assessment of Medicinal Seed Plants in Longdi Nature Reserve in Southwestern Hunan····· | YANG Qing-an et al(150) |
| Research on Resource Survey and Isolation Identification of Pathogenic Fungi of Weeds from Hainan Province··· | LU Ying et al(162) |
| Study on Control Effect of Different Pesticides against Maize Rough Dwarf Virus····· | XU Zi-feng(163) |
| Effect of Airplane Sprayed 5% Thiocloprid CS against <i>Monochamus alternatus</i> Hope in Xingzi County··· | LIAO Xiao-chuan et al(164) |
| Effect of 3% Mesosulfuron-methyl and Promoter against <i>Aegilops tauschii</i> in Wheat Field····· | ZHANG Qing-chun(165) |

| | |
|--|----------------------------|
| Effect of Rice Leaf Roller Monitoring by Sex Attractant Method..... | XU Wei(167) |
| Effect of Different Herbicides against Weeds in Maize Field..... | YANG Xiao-nian(168) |
| Effect of Different Agents and Methods against Trunk Borer in <i>Quercus acutissima</i> in Mount Yuntai of Lianyungang City..... | HU Ke-qing et al(169) |
| Effect of Comprehensive Control of Mulberry Sclerotium Disease..... | LV Dao-kun et al(170) |
| Experiment of Toxicity of Avermectins to <i>Corythucha ciliata</i> (Say) in Laboratory..... | HE Bo et al(172) |
| Control Effect of Pesticide Application by Stage against Potato Late Blight..... | TIAN Ming-hua et al(173) |
| Effect Test of 80% Pymetrozine·Nitenpyram WG against <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen)..... | GU Zhi-long et al(174) |
| Phenology Characteristics and Comprehensive Control Measures of <i>Tetradacus Citri</i> | LI Han-yi et al(187) |
| Research Advances and Application Countermeasures of Plant Growth Regulator..... | ZHANG Feng et al(193) |
| Changes of Soluble Protein Contents in Two Poplar Trees under Cadmium Stress..... | GE Wei et al(199) |
| Effect of Different Plant Growth Regulators on Rooting of Cathay Poplar Cutting..... | ZHAO Hui-zhen(201) |
| Effect of Enrichment of Cadmium in Populus 2025(<i>Populus×euramericana</i>)..... | JIAO Yun-qiu et al(202) |
| Analysis on Ecological-economic Benefits of Shelter Forest in Nong'an District of Jilin Province..... | XU Peng et al(204) |
| Young Forest Management Measures of <i>Carya hunanensis</i> Cheng et R.H.Chang in Hunan Province... | YANG Cheng-rong et al(206) |
| Application of Mixed Liana Cultured by Container in Roof Greening..... | ZHUANG Zhi-yong(208) |
| Hard Branch Cutting Propagation Technology of <i>Hippophae rhamnoides</i> linn in Huzhu County..... | WANG Zhi-hu(210) |
| Grafting Rapid Propagation Technology of Colored-leaf Maple..... | WANG Gui-fu et al(211) |
| Investigation of Regional Experiment and Demonstration of New Greening Tree Species in Gansu and Qinghai Areas..... | CAO Jing-li et al(213) |
| Influence of Western Garden Art on Planting Design of Parks in Hangzhou City..... | GAO Yang et al(217) |
| Reforestation Design and Nurturing Management of Flagstone River Water Resource Conservation Forest of Yunlong Reservoir in Kunming City..... | LV Juan et al(226) |
| Market Orientation Screening of Peony Species in Heze City..... | LI Yu-peng et al(232) |
| Hazard of Forest Fire and Prevention Measures..... | CHEN Zhi-hong et al(236) |
| Analysis on Construction of Taoist Temple Garden in Hangzhou City..... | WEI Cai-xia et al(238) |
| Problems and Countermeasures of Urban Greenbelt System in Linfen City..... | DUAN Li-jun et al(242) |
| Construction Technology of Medium Biogas Engineering..... | GAN Fu-ding et al(251) |
| Research on Minimum Ecological Water Requirement in Downstream River of Dahuofang Reservoir..... | LIU Shu-chun et al(261) |
| Correlation Analysis between Chlorophyll-a Concentration and Environmental Factors in Xinghua Bay..... | XU Hua-shan(268) |
| Determination Method of Formaldehyde in Drinking Water..... | ZHAO An-wei(271) |
| Effect of Different pH Value on Content of Clenbuterol Hydrochloride in Pig Urine Detected with Enzyme Linked Immunoassay ... | LI Qian et al(286) |
| Effect of Feeding Silage on Yellow Cattle..... | LIU Jun(289) |
| Sequences Analysis on Mitochondrial Cytochrome b Gene Fragment of <i>Megalobrama</i> spp..... | XIE Nan et al(290) |
| Effects of Different Concentrations of Glycerol as Cryoprotectant and Different Sizes of Straw on Fertilization Rate of <i>Salvelinus fontinalis</i> | DENG Shuang-yi et al(293) |
| Fabrication Process of Composite Tea Drink by <i>Rosa rugosa</i> Thumb and Green Plum..... | HUANG Wei-su et al(315) |
| Thinking about Transfer and Employment of Rural Surplus Labor..... | LU Xiao-xue et al(318) |
| Problem and Countermeasure of Leisure Agriculture Development in Rubber Planting Areas of China..... | ZHANG Xian et al(322) |
| Management Achievement and Developing Suggestions of Xishuangbanna Reserve in Yunnan Province... | WANG Xian-pu et al(331) |
| Development Status and Countermeasures of Industrialization of Black Tartary Buckwheat in Ganluo County... | LUO Rong(340) |
| Problems and Countermeasures of Modern Tobacco Agriculture in Hunan Province..... | PENG Xi-qiao et al(342) |
| Development Satus and Countermeasures of Vegetable Industry in Henan Province..... | WANG Zhi-yong(345) |
| Analysis on Disadvantages of Agricultural Development in Harbin City..... | CUI Song-cen(349) |
| Research Advances on Application of Modern Agricultural Science and Technology in Intensive Utilization of Cultivated Land Resources..... | ZHAN Hai-bin(375) |
| Optimization and Construction Idea and Measures of the New Rural Human Settlements Environment... | ZHANG Hong-xiang(390) |
| Reaserch of Rurul Residential Land Consolidation Based on Planning Modification..... | KE Wei-min et al(393) |

华南农业大学草业科学专业大学生就业面临的问题及对策

董朝霞 卢小良 解新明* 张巨明 张建国

(华南农业大学农学院,广东广州 510642)

摘要 分析了华南农业大学草业科学专业大学生就业中面临的主要问题,并针对问题提出了对策,以期为该专业学生的就业提供参考。

关键词 草业科学专业;大学生就业;问题;对策;华南农业大学

中图分类号 G64 文献标识码 A 文章编号 1007-5739(2012)01-0025-02

Problems and Countermeasures of Employment for College Students in Pratacultural Science in South China Agricultural University

DONG Zhao-xia LU Xiao-liang XIE Xin-ming* ZHANG Ju-ming ZHANG Jian-guo

(College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong 510642)

Abstract The employment problems for college students of pratacultural science in South China Agricultural University were analyzed, and the countermeasures were put forward based on the main employment problems, so as to provide reference for the employment of college students in pratacultural science.

Key words pratacultural science; college students employment; problems; countermeasures; South China Agricultural University

华南农业大学草业科学专业是一个比较年轻的新建专业,从2002年开始招收农学专业草业方向的本科生,直到2005年才开始招收第1届草业科学专业本科生。目前从毕业的6届学生来看,就业形势不容乐观,大部分学生都从事与该专业无关的工作,造成了人才的错位流失。由于大部分学生并非出于热爱草业而填报志愿,因此进入学校后,学生专业思想不稳定,对前途和专业没有信心,上课提不起兴趣,存在厌学情绪,严重影响其在整个大学阶段的学习和生活。虽然有部分学生抱着“既来之,则安之”的心态,但其对今后所从事的行业缺乏心理准备,学习目标不明确,得过且过,没有很好地掌握专业知识和技能。

草业科学专业大学生总体表现为综合素质低、知识面窄、动手能力差、承受挫折能力差、缺乏创新能力等,这严重减弱了他们在就业市场上的竞争力。另外,草业科学专业的学生多来自农村,毕业后都想脱离农业,找一份体面、报酬高的职业,以便尽快改变自身和家庭的贫困状况,使其就业期望值过高。

草业科学专业大学生的就业情况直接影响了招生的规模,限制了专业的发展。鉴于这种情况,对华南农业大学草业科学专业大学生就业中面临的主要问题进行调查,分析了其产生的原因,并对就业面临的主要问题提出了对策。

1 就业中面临的主要问题

1.1 学生对草业科学专业不感兴趣

多年来,社会一直存在轻农观念,对农业类院校草业科学专业不甚了解,认为农业院校草业科学专业就是种草,而农民田里的草都拔不完,完全没有必要学种草。正是因为社会的误解,直接影响草业科学专业的招生工作,使得广大考生不愿报考农业院校草业科学专业^[1],成为农业高校草业科

学专业发展的重要障碍。

很多就读华南农业大学草业科学专业的大学生认为只要带上“草”或“农”的专业与学校都是没有前途的,因而在整个大学阶段都没有扎扎实实地学习专业知识和掌握专业技能,毕业后不愿意从事与“草”或“农”有关的工作,更不愿意投身基层,造成就业机会相对减少。即使有部分草业科学专业学生找到了与专业对口的单位,也因为专业能力不能满足需要或吃不了苦而无法胜任本职工作。

1.2 课程设置不合理

草业科学专业是新专业,前几年的课程设置存在较大的盲目性,专业缺乏特色和系统性,难以跟上市场变化的步伐。学生理论功底不扎实全面,动手能力也不强。而用人单位对应聘者的实际操作能力、适应工作环境变化的能力提出了越来越高的要求。

1.3 学生就业渠道不畅

目前学生的就业渠道无非是学校推荐、熟人介绍、校园和社会的招聘会、人才或就业网站、报考公务员、服务西部等。但是,学校推荐一般是学生干部或成绩突出者才有机会;报考公务员受专业、志趣、是否党员及社会关系等限制,这些只适用于特定人群。对大多数人来说,网站和招聘会才是最主要的就业渠道,但还不能满足毕业生的需求。

1.4 学生缺乏就业培训机会和求职技巧

不少企业拒绝承担大学生就业后的“在岗培训”费用,招聘中普遍要求有工作经验。事实上,一个刚毕业的大学生,需要在毕业后的工作岗位经过一定时间的继续学习和锻炼,才能符合用人单位的要求。部分学生由于没有实际工作经验,因此在求职时往往表现得不够自信,过分紧张,回答问题时支支吾吾,表现不出自己的实力。

1.5 学生就业期望值过高

学生就业期望值居高不下,是目前高校学生就业中的最大难题。主要表现在注重薪酬待遇,选择比较发达的城市和地区就业,关注个人发展机会、职位要求、行业要求和假期要求等方面。

基金项目 华南农业大学教改项目(JG09127);华南农业大学校长基金(2006K020)。

作者简介 董朝霞(1974-),女,内蒙古呼和浩特人,硕士,助理研究员,从事草业科学方面的研究工作。

* 通讯作者

收稿日期 2011-11-08

随着城镇绿化、运动场和高尔夫球场的建造管理及畜牧业发展步伐的加快,需要不同层次的草业科学专业的人才。而这些工作场所大都位于比较偏僻的郊区或农村,环境闭塞,条件艰苦,待遇不高,升职需要时间较长(做到一个高尔夫球场的草坪总监最少需要5年的时间),学生觉得前途渺茫,不愿意到这些单位工作。

1.6 学生综合素质低

社会适应能力差、知识不能很好地转化为生产力、对挫折的心理承受能力脆弱、人际交往能力欠缺、开拓精神和创新能力不足、吃苦耐劳精神缺乏等已成为当前大学生的通病。而社会的发展不再是仅仅需要掌握单一技能的高精尖人才,更需要综合素质高、知识面宽、基础雄厚、具人格魅力的高精尖复合型人才,以应付新的挑战。

社会适应能力差、吃苦耐劳精神缺乏是草业科学专业学生就业难的一个主要原因。很多草业科学专业的学生到高尔夫球场工作几个月后,因不能忍受寂寞和辛苦、不能适应工作环境而辞职转行做其他工作。

2 就业对策

2.1 增强华南农业大学与兄弟院校、相关单位之间的交流和沟通

了解更多的兄弟院校草业科学专业学生的就业渠道和经验,为华南农业大学草业科学专业学生提供参考和借鉴。一是加强华南农业大学和兄弟院校的学生交流,开展专业教师研讨。通过建立自己的专业网站论坛,为学生与教师提供相互交流学习的网络平台。这样可以让学生更好更方便地与教师沟通,也方便已经就业的学生与教师交流^[1]。二是聘请一些业内知名专家、学者、教授来校作学术报告,使学生在学术交流中及时了解草业的研究进展和发展方向,更好地引导学生热爱本专业。三是优化课程结构,改革课程内容和教学方法,将科研引入教学,激发学生学习的主动性和创造性,培养学生综合运用知识分析问题和解决问题的能力。

教师在教学方法上要有创新和突破,在传授专业知识的同时,应进行素质教育。在课程设置上作适当的调整,取消相互重复的课程,做到精而简,避免学生抱怨整天有上不完的课,产生厌学情绪。

2.2 加强实践教学,注重能力培养

草业科学专业要求毕业学生具有较高的理论知识综合运用能力和实际动手能力,而生产实习是极为重要的实践性教学环节,所以应加强校外实习基地建设,切实培养草业应用型人才,使学生提前走向社会,接触更为广泛的专业工作^[2]。华南农业大学草业科学专业教师与外界许多相关单位联系密切,能给学生提供较多的机会接触与专业有关的工作。例如,草业科学专业学生参与了2010年第16届广州亚运会足球场和2011年深圳第26届世界大学生夏季运动会足球场等大型赛事的草坪养护工作,通过实践锻炼,学生对运动场草坪有了更深层次的了解和认识。

校外教学实习基地的建设,有助于实验课、课程实习和毕业实习等实践教学环节的完成,锻炼学生的动手操作能力。目前,华南农业大学已建立校外教学实习基地——广

东奥林匹克体育中心,正积极地与珠海金湾高尔夫球场、深圳观澜湖高尔夫球场、顺德君兰高尔夫球场和珠海、广西等地的牧草种植与加工公司协商沟通,以增加草业科学专业的校外教学实习基地。

2.3 形成具有地域性的专业特色

草业科学专业的学科地域特点很明显,不同地区的专业设置也应该具有地域特色。草业科学专业基本可划分为草地畜牧业、草地生态、草坪与绿化等专业方向。广东省地处水热资源丰富、经济发达的亚热带地区,学生的培养除了基础扎实外,要研究课程设置与地域特点的关系、课程设置与全国招生和学生全国就业之间的关系。专业特色体现在课程设置上,必修课设置必须与全国其他院校接轨,有利于学生考取全国各地的研究生和全国就业;专业特色课程主要体现在选修课中,围绕草坪草、园林绿化、水土保持与环境、高能量密度C₄植物4个方面充实课程,如草坪工程学、高尔夫球场的设计与管理、运动场草坪、观赏园艺学、园林草地景观设计、园林制图、水体环境及污染防治、环境科学概论、环境监测与评价、水土保持学、草资源学等^[3]。

另外,草业科学专业可以开设经济类选修课,以适应市场经济体制对草业科学专业学生的要求,适应社会的需要。培养出具有竞争力的通专结合的复合型草业人才,使他们既懂技术,又懂管理;既懂生产,又懂销售,具有较强的市场意识。

2.4 加强师资队伍建设

师资队伍的整体素质影响人才培养的质量,从而影响到学生的就业,因此师资队伍的建设对学生的就业也是一个不容忽视的因素。加强师资队伍建设,主要从以下几方面着手:引进高质量、高学历、科班出身的草业科学专业人才来充实现有的教师队伍,特别是在草坪建植和管理、草坪工程方面具有丰富经验的人才;现有的教师队伍应根据具体情况有计划地分期分批到国内外学校相关专业交流学习、进修;提倡敬业奉献精神,提高教师自身素质修养和教学水平^[4]。

2.5 开展就业指导 and 培训,结合实际引导学生确定就业方向

华南农业大学开设了就业指导课、就业讲座、就业论坛等多样化的就业指导服务工作,同时还邀请校友、人力资源专家及心理专家开展求职技巧培训,传授毕业生求职的经验。通过开展就业指导 and 培训,帮助学生了解国家就业政策和方针,认清就业形势,掌握一定的求职技巧与方法,从而合理规划自己的职业生涯。这样毕业生在就业的过程中,能确定合理的期望值,做出正确的职业选择^[5]。

在开展就业指导 and 培训时,了解不同类型学生的特点是很有必要的,需要从正面和侧面了解其就业方向 and 就业的期望,帮助学生做出正确的判断 and 选择。解决这个问题的措施是模拟面试,根据具体情况实行个别指导 and 集体指导。

受择业期望影响,部分学生“有业不就”的现象较为突出。许多草业科学专业大学生在就业时,放弃本专业而跨行业工作,甚至宁愿进行“暂缓就业”,也不愿意到条件艰苦的基层从事草业工作,造成了草业科技人才的错位流失,不利

现人民群众的根本利益。图书馆员的职业是人文职业,图书馆的服务对象是人,公共图书馆是传播教育、文化和信息的有生力量。因此,现代图书馆的管理与服务必须提倡“以人为本”,这是21世纪社会发展的一个方向。“以人为本”其根本宗旨就是在服务工作中视读者为上帝,读者第一的服务理念,要求实施以人为本的图书馆管理,馆员与读者相互促进、形成互动,读者的需要与利益高于一切。

2.3 以现代化实现“以人为本”管理

社会文明程度的提高,进一步刺激读者产生新的需求。当代社会化表现为知识化和信息化,知识化、信息化是图书馆事业的主体。随着人类社会的不断进步和发展,特别是当今社会的数字化、信息化、网络化的发展,人们的需求领域不断拓展,读者对服务水平和层次的需求也在不断提升,对信息服务的要求越来越高。图书馆适应社会需求的变化,紧跟时代发展的步伐,就必须坚持“以人为本”的管理服务理念,最大限度地满足读者的需求,这是图书馆事业的发展支撑。科学技术的现代化推动着图书馆事业的现代化,科学技术在图书馆业务上的应用,使得读者的需求变为现实。图书馆是以提供知识信息服务为主题的组织,由于信息载体由实体向虚拟转变,在为读者服务的空间、时间、方法和方式上也产生了变革,通过现代科技为支撑,为读者提供了更为便捷和更为人性的服务水平。

2.4 提高管理人员的文化素质是“以人为本”的有效保障

2.4.1 强化图书情报意识和情报能力。情报意识决定人们捕捉判断和利用情报能力的自觉程度。它是对情报在文化、经济、社会发展、科学技术中的地位、性质、功能、价值的认识反映,是构成社会意识的一个组成成分。情报能力是情报意识的继续和功能的延伸,是指检索、判断、收集、吸收、选择和利用情报的能力。情报能力作为工具和手段,是为情报需求服务的。如果图书管理人员对信息的敏感程度高,即情报意识和情报能力较强,则可以更好地满足用户的情报欲望和需求,从而有效提高管理服务水平。

2.4.2 具备较强的信息意识和科研素养。图书管理人员必须强化信息意识,要有一定的科研训练,具备快速准确搜集、分析和传递信息的能力。图书馆,尤其是高校图书馆,强调的是收集知识创新的信息。只有了解服务对象的工作特点,才能与图书馆特有的功能协调一致,为教师的教学科研提供知识服务,产生最佳的服务效果。管理人员掌握基本的

(上接第26页)

于草业的发展。通过开展就业指导,引导和协助学生就业,促进其就业观念的转变,树立“先就业、再择业”的就业观念;鼓励毕业生到基层艰苦奋斗,自主创业。同时,鼓励成绩优秀的学生报考研究生,以缓解就业压力。

3 结语

总之,草业的发展需要不同层次草业科学专业的人才,草业科学专业毕业生有很好的就业前景,这需要草业专业的大学生转变观念,拥有过硬的专业知识,通过加强学习能力及动手操作能力、创新能力、挫折承受能力、人际交往能力及吃苦耐劳的精神来增强综合能力。另外,草业科学专业的本科教育应适应当前的形势变化和市场需求,全面提高草

科研工作方法,才能提高服务质量和水平,在熟悉科研工作的基本过程的基础上找到与服务对象的结合点,发挥图书馆资料信息中心的作用。

2.4.3 提高管理人员的文化素质,完善其知识结构。21世纪是一个信息化、多元化的时代,在网络时代,图书馆不仅提供纸质印刷品资料,还增加了网络出版物和电子出版物等新的载体。图书馆学是一门综合特点的学科,具有多类型、多学科、多层次等特点,因此管理人员必须广学博览,熟练掌握目录学、图书馆学、文献学、情报学等基础知识,在信息服务中承担更多的角色。文化素质是学好专业知识、掌握其他学科知识的前提。随着图书馆学研究对象的逐步丰富,图书管理人员的知识结构应当有坚实的核心、紧凑的相关和广阔的外围3个部分。新时期图书管理人员还要掌握外语阅读、翻译、计算机管理,以及与本学科相关的多种学科知识,以增强服务的针对性。

3 结语

图书馆是服务性质的学习机构,是公共服务教育的重要组成部分,读者就是图书馆的顾客、图书馆的上帝。必须体现以人为本的管理服务理念,切实地为读者服务,坚持科学发展观,想读者所想,忧读者所忧,树立“读者第一”的思想,在管理上体现以人为本,最大限度地满足不同层次、不同读者群的精神文化需求。总之,在图书馆这个知识的宝库中,每个馆员都要树立以人为本的服务理念,努力构建具有人文氛围的读书环境,营造和谐的人文氛围,提升图书馆在读者心目中的地位,扩大图书馆在读者心中的影响。以人为本的服务理念和良好的人文氛围能让读者心情舒畅地利用图书馆的资源,真实地感受到图书馆的亲合力,体会到求知满足感,产生“图书馆好,我要到图书馆学习”的心理暗示和期望,在亲切、和谐、温馨的学习氛围中求知、怡情、养性。图书馆特有的文化氛围和书香气息必然会对读者产生更大的吸引力,激发读者的求知欲望。

4 参考文献

- [1] 王凌.公共图书馆人文环境的评判与优化[J].图书馆理论与实践,2010(9):85-88.
- [2] 钟丽霜.浅谈高职院校图书馆的“以人为本”管理[J].中国教育发展研究杂志,2009(7):78-79.
- [3] 张磊.浅论现代图书馆管理与服务的人本化[J].中小学图书情报世界,2007(1):8-10.
- [4] 任仙姬.网络环境下的高校图书馆人本管理的创新[J].现代情报,2009(6):109-111.

业科学专业毕业生的知识和智能结构,以培养复合型、应用型、创造型的人才,适应当前草业发展的需求^[6]。

4 参考文献

- [1] 周旭丹.就业压力下农业院校园林专业人才培养方式的探索[J].中国林业教育,2010,28(4):21-23.
- [2] 刘香萍,李国良,杜广明,等.加强校外生产实习基地建设,切实培养草业应用型人才[J].黑龙江畜牧,2011(4):24-25.
- [3] 赵祥,董宽虎.草业科学专业学生多元培养模式探讨[J].山西农业大学学报,2005,4(5):16-17.
- [4] 干友民,张新全.四川农业大学草业科学专业本科毕业生就业情况与办学思考[J].草原与草坪,2003(4):84,86.
- [5] 吕磊,黄杨,白晗.农林类大学生就业价值取向的问题与对策探讨[J].当代教育论坛,2009(5):28-29.
- [6] 刘艳,赵波,刘英,等.提高草业科学本科生人才培养质量的研究与实践[J].高等农业教育,2009(4):36-38.

2.2 校企结合模式下应用型草业人才培养方案改革研究



草 学 (1980年8月创刊)

2020年增刊
总第252期

主管单位

四川省林业和草原局

主办单位

四川省草原科学研究院

协办单位

国家牧草产业技术创新战略联盟
国家牧草产业技术体系
北京助尔生物科学研究院
青藏高原生态畜牧业协同创新中心主 编 白史且
社 长 董昭林
副 社 长 陈 琴
责任编辑 向 锦 陈 琴 陈 愉
郑群英 毛中丽

英文编辑 陈丽丽 徐昌文

编辑出版 《草学》编辑部

地 址 成都·犀浦·四川省草原科学研究院

电 话 028-87850351

传 真 028-87850351

邮 编 611743

网 址 www.scgrassland.cn
http://scyc.cbpt.cnki.net

E - mail 1686688671@qq.com

国际标准连续出版物号 ISSN 2096-3971 (双月刊)

国内统一连续出版物号 CN 51-1777/S

发行范围 国内外公开发行

国内发行 四川省报刊发行局

邮发代号 62-253

定 价 28.00元

出版日期 双月20日

广告发布登记 5100004000835

印 刷 四川科德彩色数码科技有限公司

| | |
|--|----|
| 冷门小众专业本科生培养改革与实践 /张蕴薇, 杨富裕, 王克华 | 01 |
| 草学学科建设的现状和思考 /韩国栋, 石凤翎, 王明玖 | 04 |
| 草业科学专业创新创业人才培养机制探讨 /沈禹颖, 刘兴元, 岳利军, 等 | 11 |
| 促进云南农业大学草学学科快速发展的举措及其 建设成效/罗富成, 毕玉芬, 黄必志, 等 | 15 |
| 牧草种子学慕课建设探索与实践 /毛培胜, 王显国, 李曼莉, 等 | 19 |
| 四川农业大学草学学科的建设与发展 /马 啸, 张新全, 孙飞达, 等 | 22 |
| 草业科学少数民族人才培养现状与对策 /王铁梅, 苏 静, 徐 伟, 等 | 25 |
| 大数据背景下《牧草生产学》理论课程建设初探 /曾 兵, 梅郝文, 王宝全, 等 | 29 |
| 云南农业大学草学学科博士研究生培养方案 /毕玉芬, 罗富成, 李 元, 等 | 32 |
| 草业科学专业人才培养方案应用实践及成效分析 /孙飞达, 张新全, 马 啸, 等 | 37 |
| 浅析“双一流”建设对青年教师核心素质的要求 /朱海凤, 施海帆, 赵 娜 | 40 |
| 校企合作模式下应用型草业人才培养方案改革研究 /董朝霞, 张巨明, 张建国 | 44 |
| 新形势下南方草业科学人才的培养 /欧阳克蕙, 谢国强, 李德荣 | 47 |
| 园林专业草坪学课程实践教学改革初探 /尹少华, 王文恩, 产祝龙 | 51 |
| 新形势下《草地学》课程教学模式改革 /董乙强, 靳瑰丽, 孙宗玖, 等 | 54 |
| 专业教师在任务型教学中的角色定位探究 /赵 娜, 武昕宇, 施海帆, 等 | 57 |
| 草学创新型高层次人才培养的课程改革与思考 /王 岭, 王德利 | 61 |
| 《草坪学》本科教学的实践与思考 /范吉标, 严学兵, 魏臻武, 等 | 65 |
| 《草地保护学》课程教学改革与思考 /班丽萍 | 69 |
| 关于“草地资源调查规划学”中课程思政建设的 思考/蒲小鹏 | 71 |
| “项目驱动”实践教学模式的探索与创新 /谢开云, 隋晓青, 张树振, 等 | 74 |
| 《草坪学》课堂教学与实践教学改革初探 /秦立刚, 陈雅君, 张 攀, 等 | 80 |

期刊基本参数: CN51-1777/S*1980*m*16*88*zh*P*¥28.00*4 000*30*2020 增刊

草业科学专业本科野外综合实习模式的探索与启示 /李治国, 韩国栋, 王忠武, 等 83

草学硕士研究生《草学综合技能课》的教学改革与实践/徐庆国, 刘红梅, 徐持平 89

从草业科学专业视角探讨高等院校人才培养新模式 /胡国富, 秦立刚, 张 攀, 等 94

甘肃农业大学“草坪学”课程建设成效及开展课程思政的思考/李玉珠, 马晖玲, 白小明, 等 96

关于《草类植物生物技术》课程教学改革的思想 /施海帆, 赵 娜, 朱海凤, 等 99

基于“螺旋升华”理论的《牧草及饲料作物生产学》实践教学改革与实践 /隋晓青, 谢开云, 靳瑰丽, 等 102

牧草种子画制作及在教学中的应用 /张树振, 陈述明, 隋晓青 106

基于过程性评价的草业科学专业植物生理学教学改革/席 溢, 姚红艳, 陈玉连, 等 108

CONTENTS

01 Reform and Practice of Unexpected Specialty Undergraduate Cultivating Zhang Yunwei, et al

04 Situation and Consideration of Pratacultural Science Discipline Construction Han Guodong, et al

11 Discussion on the Training Mechanism of Innovative Entrepreneurial Talent of Pratacultural Science Shen Yuying, et al

15 Measures of Promoting the Rapid Development of Pratacultural Science Discipline and its Construction Results in Yunnan Agricultural University Luo Fucheng, et al

19 Explore and Practice in the Construction of MOOC for Forage Seed Science Mao Peisheng, et al

22 Construction and Development of Pratacultural Science Discipline in Sichuan Agricultural University Ma Xiao, et al

25 Research on Education Model of Minority Students in Grassland Science Wang Tiemei, et al

29 Preliminary on Theory Course Construction of “Grass Production Science” under Large Data Back-ground Zeng Bing, et al

32 Doctoral Students’ Training Plan of Pratacultural Science at Yunnan Agricultural University Bi Yufen, et al

37 Application Practice and Effect Analysis of the Training Program for Grass Science Professionals Sun Feida, et al

40 Analysis on Requirement of Double First-class Construction to Young Teachers’ Core Quality Zhu Haifeng, et al

44 Study on Reform of Training Plan on Applied Grass Science Professionals Under the Pattern of the Cooperation of School and Enterprise Dong Chaoxia, et al

47 Pratacultural Science Talent Cultivating under the New Circumstances in Southern China Ou Yangkehui, et al

51 Research on the Course Practice and Education Reform of Turf Science in Landscape Architecture Yin Shaohua, et al

54 Reform of Teaching Mode of “Grassland Science” under the New Situation Dong Yiqiang, et al

57 Research on the Roles and Literacy Requirements of Specialized Teachers in the Social Practice of College Students Zhao Na, et al

61 Reform and Meditation on the Course Teaching Based on Innovative Talents for Grassland Science Wang Ling, et al

65 Undergraduate Teaching Practice and Reform Suggestions of “Turf Science” Fan Jibiao, et al

69 Reform and Thinking on “Grassland Protection Science” Teaching Ban Liping

71 Thinking about Ideological and Political Constructing during the Courses of “Grassland Resource Inventory and Planning” Pu Xiaopeng

74 Exploration and Innovation of “Project-Driven” Practice Teaching Model Xie Kaiyun, et al

80 The Potential of Classroom and Practical Teaching Techniques of Turf Science Qin Ligang, et al

83 Exploration and Enlightenment of the Field Comprehensive Practice Mode for Undergraduate Student of Pratacultural Science Li Zhiguo, et al

89 The Teaching Reform and Practice on “Comprehensive Skills on Pratacultural Science” of Grassological Graduate Students Xu Qingguo, et al

94 Discussion on the New Mode of Talent Training in Colleges and Universities from Theangle of Pratacultural Science Hu Guofu, et al

96 Thinking about Effectiveness of Course Construction and Ideological and Political Development of the “Turfgrass Science” at Gansu Agricultural University Li Yuzhu, et al

99 Thinking of the Teaching Reform of “Biological Technology of Grass” Shi Haifan, et al

102 Practical Teaching Reform and Practice of Forage Production Science Based on the Theory of “Spiral Sublimation” Sui Xiaqing, et al

106 Production of Herbage Seed Painting and its Application in Teaching Zhang Shuzhen, et al

108 Teaching Reform of Plant Physiology of Grassland Science Specialty Based on Process Assessment Xi Yi, et al

校企结合模式下应用型草业人才培养方案改革研究

董朝霞, 张巨明, 张建国

(华南农业大学林学与风景园林学院草业科学系, 广东 广州 510642)

摘要: 当前普通高校的传统教育模式大多数是重理论轻实践, 培养的人才很难适应当前社会的高速发展。本文通过人才培养方案的改革创新, 建立校企结合模式下具有草业科学特色, 面向行业发展应用的, 具有农林院校独特竞争力的草业人才, 以适应社会与市场的用人需求。

关键词: 校企结合; 应用型; 草业人才; 培养方案

中图分类号: S81

文献标识码: B

文章编号: 2096-3971 (2020) 增刊-0044-03

DOI: 10.3969/j.issn.2096-3971.2020.增刊.012

校企结合是近年来高等院校大力发展的一项新的人才培养模式。通过校企结合, 深化教学改革, 达到锻炼学生的动手能力, 把书本知识转化为实践操作能力, 学生通过熟悉科研、生产过程, 提高实践创造能力, 从而提高教学质量, 既受学生及用人单位的欢迎, 又拓展了就业空间, 缓解了就业压力, 并解决了企业招工难的问题, 对当前的社会稳定有重要的作用。

1 草业专业本科教育的现状分析

1.1 草业专业本科教育培养的人才与市场需求之间的矛盾

在市场经济条件下, 懂技术、会操作是衡量人才优劣的重要标准。实践能力的强弱直接影响人才

的社会价值。过去的人才培养模式仍然不同程度地存在“重理论, 轻实践”的缺陷。高校每年毕业生就业困难, 就业专业不对口, 所学知识派不上用场, 近几年统计信息表明高职院校学生的就业率已经超过本科生^[1]。因此, 重构人才培养方案, 加强社会实践能力的培养, 是实现草业科学专业健康、持续发展的需要。

草业科学专业的本科学生与社会需求存在一定的脱离。高尔夫球场或草业公司、奶牛场发现招聘来的草业科学专业大学生在工作上出现“高不成、低不就”“眼高手低”的问题, 学生具有更多的是理论知识, 而不是工作能力。草业是实践性非常强的行业, 球场或公司需要在对员工的继续教育培训上花费较多的成本, 另一方面, 高尔夫草坪总监的晋升需要较长时间的经验积累, 草业专业的学生在球场工作一段时间后感到不适应, 认为该岗位不能体现自己的所学、不能实现自己的预期目标和人生价值, 因而选择“跳槽”去往其他行业, 致使高尔夫球场或草业公司的大学生员工流动率极高, 用人单位渐渐觉得培养出来的草业专业本科学生“动手能

收稿日期: 2020-01-20

基金项目: 华南农业大学教改课题 (JG17070) 资助

作者简介: 董朝霞 (1974-), 女, 博士, 助研, 教改课题主持人, 研究方向为草业科学。

力不如专科生,理论能力不如研究生”。这实际上反映了草业专业本科教育培养的人才与市场需求之间的严重错位。教学计划的制定和企业对人才的需求标准存在着很大差距,按照教学计划培养的人才只能是大众化的需求,远远不能满足企业的需要。草业专业学生的教育应当着重培养“应用复合型人才”,提高其综合竞争力,只有那些基础厚、知识广、实践操作能力强,并且能具有行业特色的应用型人才才是未来草业专业所需要的高素质人才。

1.2 实践教学环节受实习经费和实习基地的限制,多以参观形式进行

教学实践体系应突出应用性和特色性,草业科学专业现有的教学实践体系分为室内实验和校外实习两部分组成,室内实验由于前期的不断积累,仪器设备和化学药品等实验材料基本能满足教学要求,但校外实习由于实习经费紧张和实习基地不固定,不可能安排较远和较多的地方实习,故学生的实习环节流于表面,用短短几天时间到高尔夫球场或相关公司进行简单的“走马观花”后便草草收场,很少有实际操作的机会。

虽说草业科学系已建立了4个校外实习基地,但基本处于学校主动,企业被动甚至不动,缺乏校企合作的内在动力,一边热一边冷,且无经费保障,难以执行,人才培养脱离实际,校企合作流于形式^[2]。

2 校企合作人才培养模式的必要性

2.1 校企合作适应社会与市场需要

校企合作办学模式的实施,可以培养学生吃苦耐劳的精神,培养学生独立处事的能力和社交沟通能力,提高学生的技能操作能力。校企合作,学校通过企业反馈与需要,有针对性的培养人才,结合市场导向,注重学生实践技能,更能培养出社会需要的人才。

2.2 校企合作,做到了学校与企业信息、资源共享

学校利用企业提供设备,企业也不必为培养人才担心场地问题,实现了让学生在学与企业实践有机结合,让学校和企业的设备、技术实现优势互补,节约了教育与企业成本,是一种“双赢”模

式^[3]。通过校企合作使企业得到人才,学生得到技能,学校得到发展,从而实现学校与企业“优势互补、资源共享、互惠互利、共同发展”的双赢结果。校企合作的开展,能较好地提高校企双方的社会知名度,融合双方的文化,更好地利用双方的社会资源。

2.3 校企合作,有利于提升学生的综合竞争能力

校企合作使教师在指导学生生产的过程中,积累丰富的生产经验,有利于提升学生的综合竞争能力。华南农业大学于2002年开始招收草业科学方向本科生,于2005年正式招收草业科学专业本科生,自2006年首届草业科学方向学生毕业,是一个较年轻的专业,有丰富实践经验的老师相对较少。从历届毕业的学生来看,许多学生工作后都陆续改行或就业时选择了其他行业,就业形势不容乐观。因此,针对行业发展、社会需求,需要对华南农业大学的草业科学专业人才培养模式进行深入改革与实践,培养“厚基础、宽口径、强能力、高素质、能创新”的应用型人才,从而提升华南农业大学草业科学专业的知名度,扩大生源和就业渠道。

3 校企合作模式下应用型草业人才培养方案

3.1 以“行业需求”作为构建课程体系的基本准则,改革相关的教学运行机制

从课程体系、教学内容到教学模式,从教学方法、教学手段到学生综合素质的培养,系统地进行调整、改革和优化,及时将新知识、新理论和新技术充实到教学内容中。大力开展教学方法的改革,积极采用启发式、案例式、研究型等教学方法,注重因材施教,提高教学效果和教学质量,形成知识理论教学(理论课程)——课程综合应用(实验、实习实践、毕业论文)的课程教学内容体系。

课程设置是人才培养的核心,在课程设置中,要注重课程的基础性,尤其要加强公共基础课和专业基础课的教学内容设计,增强学生的分析能力和实践能力,注重应用性。还要根据社会需求对课程进行更新,学校在进行教学计划调整的时候,可以与企业进行沟通,使企业人士参与教学计划的调整,这样可以更有效地提高应用型人才培养的质量^[4]。

在课程教学改革中,改变传统“填鸭式”的教学方法,采取更加具有创造性,能激发学生潜能和求知欲望的教学方式^[5]。将科研引入教学,实行课题研讨式、参与式、案例式、情景模拟式教学,探索针对课程性质与教学内容选择教学的方法,充分调动学生的积极性与主动性,有效地培养学生综合运用知识的能力。

课程教学体系结构和教学内容的改革与完善,既能满足行业发展的草业科学人才需求,又能突出华南农业大学草业科学专业的培养特色。

3.2 立足应用,加强实践环节,研究产学研相结合的实践教学体系

产学研相结合就是指生产、教学、研究为一体,相互服务、相互支持,学生能够真正参与到实际生产中,真正获得实际生产的经验;整个学校教育能够从培养生产实际需要去安排所有的教学活动、教学内容、教学方式;教师的研究工作应体现在为完成培养目标服务,为生产实际服务^[6]。

实践教学是为提升学生专业能力而设计的,在实现草业科学专业本科人才素质教育与创新能力培养的途径上,积极开拓多种途径,充分利用校内外的一切教育资源,加强实践教学环节。利用企业、高校、科研院所的场地、人才和学科优势,同高尔夫球场、足球场、园林绿化公司、奶牛场、科研院所进行产学研合作培养人才,构建“教学、科研、生产”一体化的人才培养实践教学新途径。建立以专业为基础、实践教学为平台,使之有机结合、相互补充,提升实践基地的综合功能,形成一个结构合理、培养层次多样化的产学研人才培养基地^[7]。学校要重视学生实习,要以“校企结合”为基础,加大对学生实习的投入,结合学生专业发展与企业用人需求,定期安排学生去相应企业进行实习,进一步培养学生的实际应用能力,将理论知识与实际工作相结合,使学生能够较快地进入工作状态^[8]。

华南农业大学草业科学专业高尔夫球场草坪管理的人才培养模式在教学环节的设计上,要注意将学生对高尔夫运动的兴趣引导转化为对高尔夫草坪专业的热爱,华南农业大学土地资源充足,应在校内建设高尔夫练习场,以满足实践教学的需要。另外,可聘请企业的专业人士到学校开设讲座或授课,

以提高部分课程的教学效果。同时,华南农业大学也可以为企业员工提供相关的培训,做到资源互补,从而避免流于形式的校企合作,使校企合作逐步走向深层次、多样化,进而提高华南农业大学草业专业教育的水平。

3.3 加强“双师型”教师队伍的建设

针对应用型草业人才培养的要求,构建“双师型”师资队伍的建设,建立符合产学研合作教育要求的双师型师资力量,实现教师的“走出去”和“请进来”^[5]。草业科学是应用性很强的专业,教师除了拥有较高的理论和科研水平外,还应该具有指导学生进行草业的各类岗位操作、业务处理的实际工作能力。“双师型”教师队伍可以从两个途径实现,一方面,企业接受高校专业教师定期到企业挂职锻炼,交流学习,丰富专业经验,另一方面,从企业直接聘请有丰富实践经验且有教学能力的业务骨干和管理人员做兼职教师,走上讲台,深入教学一线,将企业的运行过程搬进大学课堂,可以有力激发学生的学习兴趣^[4]。

3.4 构建科学、可行、有效的创新平台

草业科学专业人才要求具有较强的实际操作能力。因此,应广开渠道,积极与企业 and 科研院所建立稳定的合作关系,拓展实习基地,实现教学实习基地多样化。除了现有的教学实习基地之外,还应积极与多个高尔夫球场、足球场、园林绿化公司、奶牛场、畜牧场等联系,为学生创造与就业岗位密切联系的实习机会。要加强学生课外实践的引导,增加学生的创新体验,丰富学生的创新创业精神和实践技能,使学生的就业具有较强的竞争力。

除了校企合作实践平台的建立,也可以开展以项目为驱动的学生课外科技创新教育,设置科技创新奖励机制,鼓励学生积极参加科技创新项目(包括创新竞赛及参与教师科研项目等),如屋顶绿化、人造草和天然草草坪系统的建设,构建科研创新平台,为学生提供自由、开放的科研环境和应用背景,提高学生的创新和专业知识的应用能力。

(下转第50页)

(上接第46页)

4 结语

草业科学专业要培养出既与行业发展需求相结合,又要突出华南农业大学的草业科学办学特色的应用型人才,则必须要求用全新的理念和方法对草业专业应用型人才培养模式进行构筑。校企结合应用型人才培养有利于改变教育教学与实践相脱节的现象,通过为学生提供丰富的创新与特长展示平台,充分调动学生的积极性与主动性,提高学生的综合素质,实现学生、学校和企业的双赢局面。

参考文献

- [1] 陈立福,马瑞. 深度校企合作模式下应用创新型人才培养研究 [J]. 中国电力教育,2013,(19): 28-30.
- [2] 阳立高,韩峰,刘建江. 基于校企合作的高校高层次、创新型、应用型人才培养模式研究 [J]. 教育教学论坛,2013,(52): 273-274.
- [3] 饶凌平,胡钊,华小梅. 校企结合人才培养模式的探索与实践 [J]. 中国电力教育,2009,(10): 35-36.
- [4] 吴雨静,杨佩月. 对普通本科高校应用型人才培养方案改革的探索——以河北省民办高校为例 [J]. 科学大众(科学教育),2018,(1): 139.
- [5] 陈佩,王伟,孟科,等. 产学研结合培养旅游管理专业创新技能人才浅析 [J]. 陕西广播电视大学学报,2017,19(2): 25-28.
- [6] 李小斌,吴宏岐,李银兴. 应用型人才校企合作产学研结合培养模式研究 [J]. 大学教育,2017,(6): 116-117.
- [7] 高燕,刘永俊,常晋义. 应用型本科校企合作人才培养模式的实践与思考 [J]. 常熟理工学院学报(教育科学),2012,(12): 42-45.
- [8] 李文莲. 基于实践能力的校企合作应用型人才培养模式 [J]. 教育教学论坛,2018,(46): 35-36.

《草学》第一届编辑委员会名单

顾 问：南志标 印遇龙
主 编：白史且
副主编：贺金生 张英俊 杨富裕 吴彦奇
王 永 呼天明 刘汉中 张新全
编 委：安 渊 白史且 白小明 宝音陶格涛 毕玉芬 布 库 产祝龙
陈积山 程积民 崔国文 董世魁 董全民 多吉顿珠 付春祥
傅金民 付茂忠 高清竹 格根图 葛良法 顾洪如 郭振飞
郭旭生 韩国栋 韩烈保 呼天明 侯扶江 侯向阳 姜 华
贾玉山 蒋洪彬 纪宝明 赖志强 李春杰 李达旭 李 键
李向林 李志坚 梁庆伟 梁小玉 林 浩 林超文 刘汉中
刘富渊 刘公社 刘贵波 刘书杰 刘文辉 刘 洋 刘忠宽
刘志鹏 刘贵河 罗富成 罗 鹏 罗晓林 马春晖 马 啸
毛培胜 孟 林 莫本田 尚以顺 邵 涛 沈禹颖 石凤翎
石永红 申宝忠 师尚礼 孙 娟 孙启忠 孙 建 史莹华
王德成 王德利 王国良 王明玖 王 永 王 赞 王兆龙
魏臻武 吴彦奇 徐泽荣 谢应忠 辛国荣 辛晓平 徐安凯
徐丽君 许庆方 薛世明 严学兵 杨富裕 杨培志 杨青川
杨志民 殷国梅 玉 柱 曾 兵 张 博 张福金 张建国
张 健 张金林 张 蓉 张新全 张永亮 张英俊 张泽华
张志飞 钟金城 钟 声 周传恩 周美亮 周青平 周 俗
(编委按拼音首字母排序)

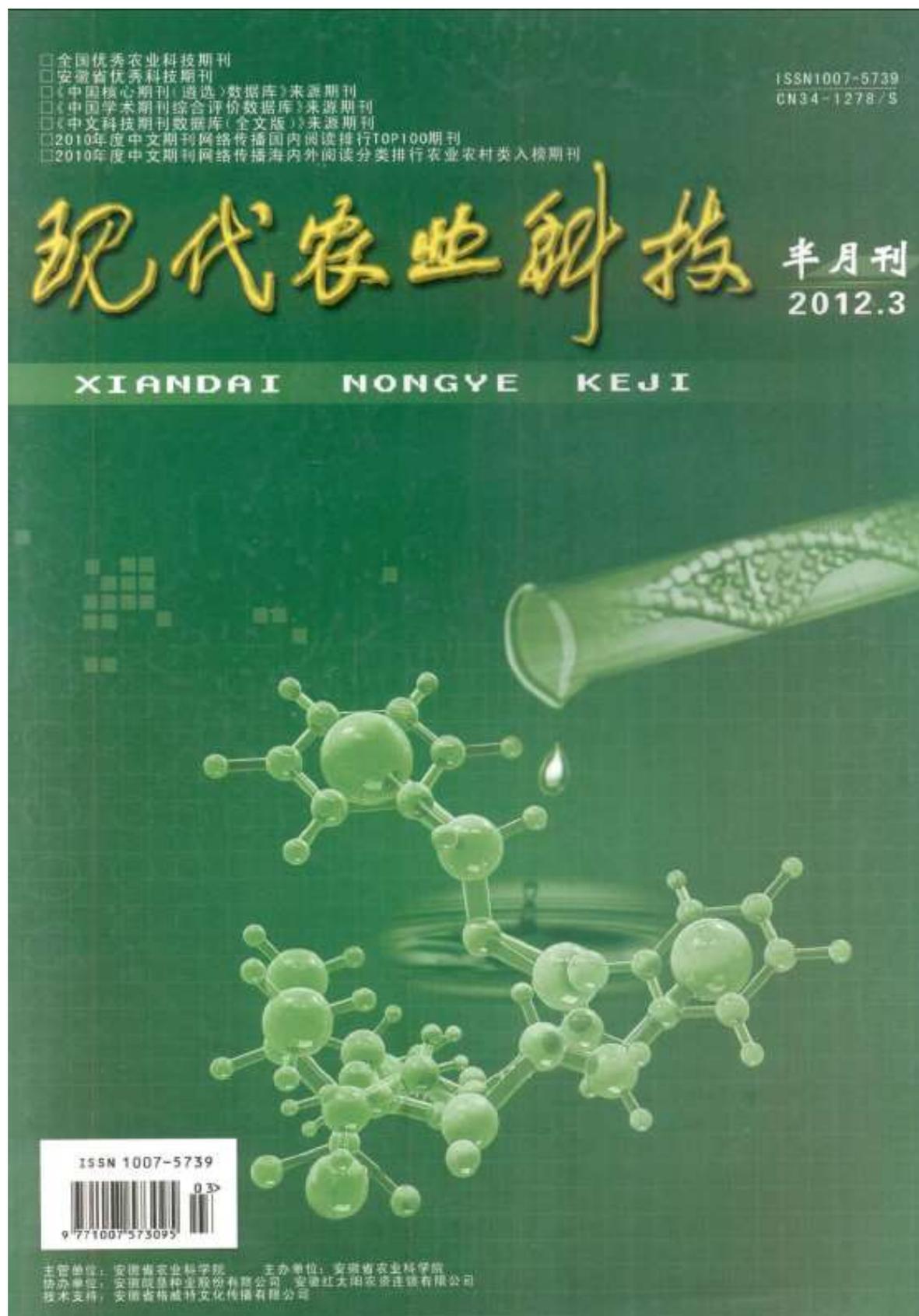
ISSN 2096-3971



9 772096 397203

定价：28.00元

2.3 草业科学专业开设草资源学课程的必要性及教学体会



主管单位:安徽省农业科学院
主办单位:安徽省农业科学院
协办单位:安徽皖垦种业有限公司
安徽红太阳农资连锁有限公司

现代农业科技

(半月刊)

2012年第3期

1972年创刊 总第569期

《现代农业科技》编委会

顾问 方有德 李成荃 程 剑

主任委员 杨剑波

副主任委员 胡宝成 朱永和 (常务)

委 员 (以姓氏笔划为序)

丁增成 马传喜 王洪江

闫晓明 朱永和 朱启升

苏泽胜 李泽福 李晓明

杨剑波 吴跃进 汪留全

张 磊 张长青 张平治

张其安 陈洪俭 陈德胜

范 涛 胡永年 胡宝成

祖朝龙 夏伦志 徐义流

高同春 郭熙盛 陶 立

曹淑华 程福如 廖万有

潘泽义

主 编: 王洪江

社 长: 徐桂珍

副 主 编: 徐桂珍 鲍 勇

副 社 长: 蔡正平 鲍 勇

责任编辑: 张庆富 朱迎弟 彭小黎

周 静 余蓉蓉 张 瑞

徐 莉 李阿娜 程 程

林翠翠 蒋海燕 李小娟

潘福霞

通联发行: 曹忠凡 汪 莹 张晓芳

王 伟

美术编辑: 江 珊

编辑部电话: (0551)5160716 5160772

5148797 5148819

5147509 5160883

通联部电话: (0551)5160716 2160267

广告部电话: (0551)5160772

传 真: (0551)2160267 5160772

邮政编码: 230031

电子邮箱: xdneykj@188.com

网 址: http://www.xdneykj.com

出版日期: 2012-02-10

中国标准连续出版物号: CN34-1278/S

ISSN1007-5739

编辑出版:《现代农业科技》编辑部

地 址: 合肥市庐阳区农科南路40号

邮发代号: 26-41

总 发 行: 安徽省报刊发行局

广告经营许可证: 皖工商广字 0031 号

印 刷: 合肥市创新印务有限公司

定 价: 16.00 元

目 次

农业基础科学

◆基础研究

GIS技术在草地畜牧业的应用研究进展……………段庆伟 辛晓平(11)

植物化感物质释放途径及开发利用研究进展……………

……………裴国平 雷建明 裴建文(13)

1990—2010年我国农业大学技术推广研究情况分析…韩艳玲 夏金星(16)

转基因植物标记基因安全性研究进展……………孙 艳 戴绍军 魏建华等(17)

新民自动站与人工观测数据差异分析……………李 强 陈 明(21)

景洪市基诺族人居环境研究……………秦明一 李慧峰(23)

中小城市发展对气候环境的影响……………苏航月(25)

2001—2010年济南市空气质量特征分析……………尹承美 于丽娟 高 帆(27)

1961—2000年寿光市周降水量变化趋势与空气污染关系分析……………

……………徐风霞 崔建云 王洪良等(29)

1960—2009年塔城盆地冷季降水演变特征分析……………陈莉红(30)

高等植物开花基因 *FT* 研究进展……………张 婧(31)

气相色谱-串联质谱法测定动物组织中6种 β -受体激动剂残留量研究……………

……………蒋万枫 董诗竹 李 钰(33)

粪肠球菌 F71 的增殖培养基优化研究……………周 英 高紫兰 袁凌南等(35)

◆基础方法

植物保护专业实践教学体系的改革与实践……………林巧玲 何 红 易润华(37)

正交试验设计应用要点及其 DPS 实施……………郭新梅(40)

草业科学专业开设草资源学课程的必要性及教学体会……………

……………解新明 张向前 江 院等(42)

农产品理化实验室质谱类仪器设备维护要点……………韩 国(45)

基于大庆市动物资源条件论动物学实验室开放……………

……………袁改霞 殷亚杰 汪 洋等(46)

高职院校学生模拟实际生产教学实习模式内容及建议……………刘 军(48)

我国农业灾害应急处置体系现状及存在的问题……………李昶罕 秦 莹(49)

高职高专森林生态旅游专业教材建设存在的问题及对策……………刘 颖(51)

参加中国期刊协会“期刊编校无差错承诺”活动

| | |
|------------------------|----------|
| 农业科研事业单位思想政治工作存在的问题及对策 | 欧亚峰(349) |
| 农民专业合作社发展存在的问题及构建措施 | 王莲花(351) |
| 我国淮山药产业发展现状及对策 | 韦本辉(352) |

◆农村区域经济

| | |
|-------------------------|------------------|
| 勐海县农业产业化发展现状及对策 | 吴丽霞 吴丽艳 玉苏等(355) |
| 广德县林业科技推广服务体系发展存在的问题及对策 | 丁继华(357) |
| 陕西省农民收入构成特点及增收途径 | 沈新元 李鸿德(359) |
| 旬容市马铃薯生产现状及产业化开发对策 | 王志顺 许柏林 杨光(361) |
| 秀山县平凯街道农村产业结构调整存在的问题及对策 | 龙亚明(362) |
| 枣庄市市中区现代农业发展现状及对策 | 刘冰 王锦峰(364) |
| 乐东县县域特色农业经济发展措施及规划 | 黎兴健(365) |
| 盘锦市农村低碳经济发展现状及对策 | 刘素华(368) |
| 泗县红薯产业发展存在的问题及对策 | 麻建东(369) |
| 镇雄县种子产业发展现状及对策 | 涂云超 杨光杰 吉勇(371) |
| 石屏县渔业生产存在的问题及持续发展对策 | 高子惠 彭绍贤(372) |
| 垫江县现代农业园区建设措施及发展思路 | 昌正华 周正平(374) |
| 盈江县特色畜牧产业发展优势及对策 | 罗在仁(376) |
| 河北省农业科技成果转化与推广现状及对策 | 王书芝 张保军 董静等(379) |
| 南通市专业服务合作社创新工作经验及效益分析 | 吴燕(382) |
| 马龙县马鸣乡蔬菜产业发展存在的问题及建议 | 徐成露(383) |
| 建水县鲜食甘薯产业发展优势及对策 | 杨映健 陈兴友 朱丽(385) |
| 修水县基层农技体系改革探析 | 胡衍华 熊云林 朱玲等(386) |
| 锦州市现代农业园区发展基础及对策 | 马洪哲(388) |
| 2011年砀山县瓜菜生产概况及发展对策 | 杨合情(389) |

◆土地资源管理

| | |
|-------------------|---------|
| 莱芜市凤城街道土地利用动态变化研究 | 亓月(390) |
|-------------------|---------|

◆农村金融

| | |
|----------------------|----------|
| 景谷县农村集体“三资”管理工作现状及对策 | 张玉华(392) |
|----------------------|----------|

◆乡镇企业

| | |
|-------------------|----------|
| 农垦企业人才工作现状及对策 | 郑祖平(394) |
| 德化县陶瓷企业自主创新的作用及对策 | 方章谈(396) |

◆农村教育

| | |
|-----------------|------------------|
| 茶农创业培训现状及创新发展对策 | 王磊 唐海芹 陈新强等(398) |
|-----------------|------------------|

美洲星

| | |
|--------------------------|----------|
| 沿淮淮东北地区 2012 年春季小麦田间管理意见 | 朱永平(400) |
|--------------------------|----------|

广告

| | |
|-----------------------------|------|
| 《现代农业科技》杂志创刊 40 周年宣传 | (封二) |
| 安徽红太阳农资连锁有限公司“万祥” | (封三) |
| 安徽省神农农业技术开发有限公司“新美洲星”、“庄福星” | (封四) |

本刊声明:凡本刊采用的文章,即视为作者同意授权本刊使用其作品,包括电子版信息网络传播权、无线增值业务权(本刊有权授权合作伙伴龙源期刊网增值再使用)。所刊文章稿费中已包括上述使用方式的稿费。

MODERN AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

2012 No.3(Sum No.569)

| | |
|---|---------------------------|
| Research Advances on Application of GIS Technology in Grassland Livestock Husbandry····· | DUAN Qing-wei et al(11) |
| Research Advances on Release Routes and Utilization of Plant Allelochemical····· | PEI Guo-ping et al(13) |
| Research Progress on Selection Marker Genes in Transgenic Plant····· | SUN Yan et al(17) |
| Analysis on Differences between Automatic and Manual Observation Data in Xinmin Station····· | LI Qiang et al(21) |
| Research on Living Environment of Jinuo People in Jinghong City····· | QIN Ming-yi et al(23) |
| Effect of Development of Small and Medium-sized Cities on Climate Environment····· | SU Hang-yue(25) |
| Research Advances on <i>FT</i> Gene in Higher Plant····· | ZHANG Jing(31) |
| Determination of Residues of Six β -Receptor Agonists in Animal Tissues by GC/MS/MS····· | JIANG Wan-feng et al(33) |
| Optimization of Multiplication Medium for <i>Enterococcus faecalis</i> F71····· | ZHOU Ying et al(35) |
| Reformation and Practice of Practice Teaching System for Plant Protection Specialty····· | LIN Qiao-ling et al(37) |
| Key Points on Orthogonal Test Design and Application of DPS····· | GUO Xin-mei(40) |
| Necessity and Teaching Experience of Offering Grass Resource Science Course for Grassland Science Specialty····· | XIE Xin-ming et al(42) |
| Discussion on Opening of Zoology Laboratory Based on the Condition of Animal Resources in Daqing City····· | YUAN Gai-xia et al(46) |
| Status and Problems Emergency Response System of Agricultural Disasters in China····· | LI Chang-han et al(49) |
| Setting and Application of SMIL in Weather MMS····· | ZHANG Chao et al(63) |
| Effect of Organic Fertilizer on Development and Internal Quality of Flue-cured Tobacco····· | ZHANG Wen-jun et al(76) |
| Study on Survival Competitive Ability of Transgenic Cotton Harboring <i>Cry1Ac+Cry2Ab</i> Double <i>Bt</i> Genes in Cultivated Field····· | ZHANG Xing-hua et al(78) |
| '3414' Fertilizer Effect Trial of Rice Field in Susong County····· | LI Gui-yuan(80) |
| '3414' Fertilizer Effect Trial of Sweet Potato in Sediment Plain····· | DING Heng-hu et al(82) |
| High-yield Cultivation Technology for Matching Mechanical Transplanting of Yangjing 4038····· | WANG Bao-jin et al(85) |
| Effects of Different Ridge Aspects on Soybean Yield and Soil Temperature····· | SHI Shao-he et al(87) |
| Comparison of Transplanting Effects of Different Densities and Leaf Ages of Yiyou No.1····· | XIAO Ben-yan et al(89) |
| Application Effect of Different Seed Coatings in Rice Production····· | GU Hong-hua et al(90) |
| Effect of Brassinolide Coating on Seedling Emergence of Corn and Concentration Optimization····· | GONG Yi-gang et al(92) |
| Experimental Study of Deficit Irrigation of Cotton····· | PAN Hong-bin(93) |
| Utilization Rate of N P K Fertilizer for Early Rice····· | YANG Huai-nan(95) |
| '3414' Field Trial of Corn in Anda City in 2011····· | ZHU Hai-bo et al(98) |
| Tow-step Seedling Cultivation Technology of Rice····· | JIANG Ji-zhi(101) |
| Effect of Different Sowing Rates on Character and Yield of Early Mature Rape Qinghai 131····· | LI Su-ming et al(102) |
| Test of Variety Collocation for Mechanical Transplanting of Double Cropping Rice····· | HE Shui-qing et al(103) |
| Application Effect of Controlled-release Fertilizer on Corn in Lingbi County in 2011····· | CHEN Feng(105) |
| Demonstration Test of USA-introduced Flue-cured Tobacco NC55 in Zhucheng County····· | LIU Chang-rong et al(106) |
| Application Effect of Organic-inorganic Compound Fertilizer on Wheat····· | YU Lu(108) |
| Effect of Straw Decomposition Additive on Returning Straw····· | LIN Zhi-nan et al(109) |
| Effect of Drought Resistant Flowable Concentrate Seed Coating on Germination and Seelding of Corn····· | FU Yan et al(110) |

| | |
|---|-----------------------------|
| Screening Experiment of Huanghelou Brand-oriented New Flue-cured Tobacco Varieties (Lines)..... | WANG Jian et al(135) |
| Status and Measures Demonstration of New Black Sesame Variety Ganzhi 7..... | XIAO Guo-bin et al(149) |
| Effect of Different Branch Pruning and Reserve Ratios on Yield of <i>Zanthoxylum planispinum</i> var. <i>dingtanensis</i> (Y.L.Tu)C.Y.Deng | DENG Wei et al(168) |
| Effect of Different Planting Methods and Densities on Yield and Quality of Potato..... | YU Bang-qiang et al(169) |
| Application Effect of Biogas Residue on Pear Tree..... | SUN Zong-xun(170) |
| Application Effect of Straw Bio-reactor Technology on Cucumber Production in Greenhouse..... | ZHAO Hong-yu et al(171) |
| Effect Trial of Water-soluble Fertilizers Contained Humic Acid on Cucumber..... | JIN Li-yun(173) |
| Effect of Densities on Sweet Cherry Gisela No.5 by Full Light and Spraying Cutting..... | CHU Li-li et al(174) |
| Selection Test of Substrates Formula of <i>Tremella fuciformis</i> Germ Bran for <i>Pholiota nameko</i> (T. Itô) S. Ito & S. Imai..... | CHEN Ai-jing et al(175) |
| Effect of Different Bactericides against <i>Alternaria alternariae</i> in Tea Garden..... | DING Zhao-bin et al(200) |
| Effect of 20% Flubendiamide(Longge) WG against Aged and Middle-aged Larva Rice Leaf Roller..... | DONG Ming-zao et al(201) |
| Effect of Different Agents against Rice White-backed Planthopper..... | DENG Wei-hong et al(202) |
| Effect of Two Flowable Concentrate Seed Coatings against Major Diseases and Insect Pests in Wheat | YANG Shi-ling et al(204) |
| Effect of Four Insecticides against Red Spider of Orange Tree..... | YAN Zi-hua(206) |
| Effect of 20% Chlorantraniliprole SC against Rice Leaf Roller and Chilo Suppressalis Walker..... | WANG Xu-dong(207) |
| Field Trail of Effect of 4% Pyrimidine Nucleotide Antibiotics AS against <i>Rhizoctonia solani</i> | DUAN Rui-hua et al(208) |
| Effect of Spraying of Biogas Liquid on Control of Pests in Apple Tree..... | GUO Si-bai(209) |
| Test of Herbicide Selection for Dry Direct-seedling Rice Field..... | HU Dong-bo et al(210) |
| Occurrence Characteristics and Control Measures of Main Tobacco Virus Diseases in Laiwu Area..... | ZHANG Peng-bo et al(218) |
| Main Diseases and Pests Species and Control Technology of Prickly Ash in Wenxian County..... | LIN Pei-lu et al(221) |
| Effect of Different Concentrations of GA ₃ on Growth and Flowering of <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat..... | WANG Wei-dong(232) |
| Effect of Different Concentrations of Hygromycin on Root Growth of <i>Thellungiella halophila</i> | WANG Bing(233) |
| Research on Forest-fire Simulation Based on OGRE..... | NIU Li-hong et al(239) |
| Effect of Irradiation of ⁶⁰ Co-γ Ray on Physiological Indexes of Poplar..... | WANG Rui-jing et al(242) |
| Establishment of Efficiency Callus Regeneration of <i>Anthurium andraeanum</i> Lind..... | ZENG Yan-nan et al(243) |
| Effect of Different Diameters and Lengths of Cutting on Reproduction of Tetraploid Black Locust | DUAN Qing-wei(244) |
| Study on Site Selection and Planning of Garden Center of Hongyue Wuxi Agri-Expo Shop..... | ZHANG Yu-mei et al(249) |
| Analysis on Floristic Composition of Spermatophytes and Characteristics of Monotypic(Oligotypic)Genera in Longdi Protection Zone in Southwest Mountainous Area of Hunan Province..... | LU An-zhong et al(256) |
| Research on Biodiversity in Xiaozhaizigou Natural Reserve of Beichuan County..... | ZHANG Jian et al(261) |
| Analysis on Effect of Household Biogas on Energy Saving and Emission Reduction in Guangxi..... | GAN Fu-ding et al(292) |
| Analysis on Heavy Metal Cadmium in Paddy Soil and Rice of Suburb in Lianyungang City..... | LIANG Ling et al(296) |
| Survey on Status and Utilization of Straw Resource in Huang-huai Plain..... | XU Kang-ming et al(297) |
| Study of Lead in Soil and Vegetables in Vegetable Field in Suburb of Lianyungang City..... | LIANG Ling et al(299) |
| Effect of Liquid Mercuric Sulfate on Determination of COD in Perchlorate Water Sample by Potassium Dichromate Method..... | SHA Ou et al(301) |
| Agricultural Climate Resource Analysis and Utilization of Anlong County..... | CHEN Lin(308) |
| Influencing Factors of Animal Immunity and Research Advances on Immune System..... | ZHANG Min et al(318) |
| Study on Improved Methods of Determination of Crude Fat in Foods..... | ZHANG Jiang-rong et al(333) |
| Limiting Factors and Countermeasures of Development of Rural Economics and Increasing of Farmers' Income..... | LI Hai-xia(348) |
| Development Status and Countermeasures of <i>Dioscorea opposita</i> Thunb Industry in China..... | WEI Ben-hui(352) |
| Dynamic Change of Land Use of Fengcheng Street in Laiwu City | QI Yue(390) |

草业科学专业开设草资源学课程的必要性及教学体会

解新明 张向前 江院 董朝霞*

(华南农业大学农学院草业科学系,广东广州 510642)

摘要 根据草资源学在华南农业大学草业科学专业开设以来的经验与体会,概括总结了草资源及草资源学的概念及含义。指出了草资源分类目前所面临的困境及在植物名称使用方面的不规范和混乱现象。同时,就草资源学教学体系的建立、教学方法改革、有关花序新概念提炼总结,及在教学中需要重视和强调的教学内容进行了探讨,强调了实践教学在草资源学教学中的重要性。

关键词 草业科学;草资源学;必要性;教学体会

中图分类号 G642.0 文献标识码 A 文章编号 1007-5739(2012)03-0042-03

Necessity and Teaching Experience of Offering Grass Resource Science Course for Grassland Science Specialty

XIE Xin-ming ZHANG Xiang-qian JIANG Yuan DONG Zhao-xia*

(Department of Grassland Science, College of Agriculture, South China Agriculture University, Guangzhou Guangdong 510642)

Abstract According to the teaching experiences from Grass Resources Science in grassland science major of South China Agricultural University, the concepts and implications of 'grass resources' and 'grass resource science' were summarized. It was pointed out that there were some difficulties in grass resource classification and the confusions in the use of plant name. Meanwhile, the analysis and discussions, involving the establishment of teaching system, the teaching method reformation, the new inflorescence concept, and the important teaching content were conducted. Finally, the importance of practical teaching was emphasized in the process of teaching this course.

Key words grassland science; grass resource science; necessity; teaching experience

草资源是草地生态系统中植物群落的主体,是初级生产者,可不断地生长、繁殖和更新,具有再利用的特点。其可通过家畜、家禽转化成畜禽产品,来满足人类物质生活的需要,是发展畜牧业的基础。草资源中蕴藏着丰富的优良抗逆性基因,是人类引种驯化和培育优良品种的天然基因库,可为一些作物提供有用的抗逆基因。在实施可持续发展的战略中,草资源也具有不可替代的作用,如水土保持、污水治理、路坡边坡绿化、采石矿及金属矿尾矿的植被恢复,都离不开草资源的参与。随着物质文明的提高,人类的精神需求也日益提高。草地度假旅游,居所环境绿化、美化,高尔夫球场、滑草场、足球场、跑马场等运动场所都离不开优质美观的草种资源。可见,草资源对人类的生产和生活具有重要影响。

1 草资源和草资源学的概念

广义地讲,草资源包括牧草(饲用植物,包括饲用作物)、草坪草、药草(草本药用植物)和观赏草等草本植物,以及具有相应应用价值的小灌木、灌木、藤本和小乔木^[1]。狭义地讲,主要指牧草、草坪草和用于植被恢复、公路边坡防护、污水治理和重金属污染治理的草本植物以及具有相应价值和功能的灌木、藤本和小乔木等。其共同特点是以利用营养体为主体,而不考虑或不强调其生殖器官的利用价值^[2]。就中国的饲用植物而言,涉及的植物种类多达5门、246科、1545属、6704种^[3]。但对人类影响最大、经济价值最高且具有重要生态学和遗传学价值的草资源则主要集中在禾本科和豆科,其次为莎草科、菊科、藜科、百合科、蔷薇科、十字花科、蓼科、伞形科、唇形科和石竹科等的一些植物。

“草资源”如同“植物资源”,是一种传统的称谓方式,随着现代生物学和遗传学的发展,人们认识到任何一种生物都

存在广泛的遗传多样性,这种多样性不仅存在于种内居群间,也存在于居群内个体间;不仅存在于品种间,也存在于品系或株系间。可以说任何一个植株都是一个独特的基因库(gene pool)。因此,目前国际上大都将“植物资源”改称为“植物种质资源”,同样也可将“草资源”改称“草种质资源”。

种质资源(germplasm)又称遗传资源(genetic resources),所谓种质是指亲代传给子代的遗传物质,因而种质资源就是指具有不同种质(遗传物质)的可供研究利用的各种植物、植物类型和任何有遗传差异的突变体^[4]。其中,植物类型包括自然变异类型,如亚种、变种、变型等,也包括人工创造的植物类型,如组培植物、细胞融合植物、转基因植物、种间杂交植物、辐射诱变植物、染色体加倍植物等品种(系);突变体包括器官突变体、组织水平突变体和细胞突变体等。因此,草资源和草种质资源的概念既联系密切,又有所区别。

草资源学是研究草资源的种类、生境、分布、数量、品质特性及经济用途的科学^[2]。种类是指植物物种乃至品种的分类地位、隶属的分类群及相互间的亲缘关系,也包括其形态特征描述和正确的生物发生学命名系统,也就是林奈的生物命名的双名法。生境是指植物生活地域的环境,包括必需的生存条件和其他对植物本身起作用的生态因素,例如平原、山坡、沟谷、水边、路旁、草地、林间、林缘等。数量通常是指草资源的种类数量,也包括各草种资源所隶属的科和属的数量。品质特性所包含的内容比较广泛,如蛋白质、纤维素、脂肪、糖类、维生素、矿物质、木质素等化学成分的含量,以及生育期特性、遗传特性、生理生化特性、抗逆性等内容。经济用途包括农业用、工业用、畜牧业用、药用、运动产业用、民间利用等,其内容也十分广泛。

2 草业科学专业开设草资源学的必要性

许多人对这些资源知之甚少,甚至草业科学专业的学生也不甚了解,或者仅知道为数不多的一些常用的草种。在我国的传统文化中对草类植物也往往存在一些错误的认

基金项目 华南农业大学教改课题(JG09127)。

作者简介 解新明(1963-),男,内蒙古包头人,教授,从事草业科学与科研工作。

* 通讯作者

收稿日期 2011-12-22

识,在许多文学词汇中赋予“草”以贬义,用来形容那些粗糙、低俗甚至被鄙视、践踏的人、事和行为,如“草稿”、“草图”、“草民”、“草鄙”、“草菅人命”、“草台班子”等。因此,作为草业科学专业的学生应该也必须了解草资源对人类的重要性,了解主要草资源的种类、分布、品质特性和经济用途。中国工程院院士任继周教授曾在《草业科学》(2006年)撰文指出:“我们热切盼望饲用植物的新人茁壮成长。不幸的是在我国出现了横扫一切的‘高新’之风,属于‘非高新技术’的植物分类学于是难得立锥之地。分类学家中的年长者在萎缩中不断逝世,中年者在无奈中一一退休,青年者则另寻门路,纷纷转向、改行。现在植物分类和饲用植物分类不是青黄不接,而是完全断档了。一旦我们失去了从植物外形来认识植物的本领,以后我们来到草原上怎么工作?失去了植物分类,无异斩断了饲用植物的命脉。我们呼吁,我国各级有关领导,各个草业科学院所,力所能及地分出一部分滋养,救救植物分类学的教学和研究,千万别再回到“本草”时代去了。”^[5]因此,在草业科学专业开设这样的以植物分类为基础的草资源学课程是相当必要的。

草资源学是华南农业大学草业科学专业的特色课程,既是本科生的专业必修课也是研究生的专业学位课,已有6年的开设历史。从目前来看,我国设有草业科学本、专科专业的院校有30所^[6],除华南农业大学外尚无其他院校开设该课程。从植物分类与识别的角度来说,一些学校开设有植物分类学,一些学校仅在植物学这门课程内介绍一些植物分类学的知识,真正有关草资源分类学的知识却很少涉及。因此,导致草业科学专业的学生,乃至研究生甚至某些教师和研究人員,在草种识别、学名使用、材料交换等方面出现了许多问题。

在汉语植物名称间存在许多同名异物、异名同物现象,例如叫“蜈蚣草”的植物多达9种之多,但它们分属9个不同的科属,分别为禾本科假俭草属(蜈蚣草 *Eremochloa ciliaris* (L.) Merr.)、菊科蓍草属(蓍草 *Achillea alpina* L.)、千屈菜科的千屈菜属(千屈菜 *Lythrum salicaria* L.)、玄参科婆婆纳属(水蔓青 *Veronica linariifolia* Pall. ex Link)、茜草科耳草属(金毛耳草 *Hedyotis chrysotricha* (Palib.) Merr.)、兰科毛兰属(指叶毛兰 *Eria pannea* Lindl.)、凤尾蕨科凤尾蕨属(蜈蚣草 *Pteris vittata* L.)、肾蕨科肾蕨属(肾蕨 *Nephrolepis cordifolia* (L.) Presl.)、鳞毛蕨科耳蕨属(对生耳蕨 *Polystichum deltoodon* (Bak.) Diels.)、这属于同名异物^[7]。再如,狗牙根(*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)、又名铁线草、绊根草、爬根草、爬草、钱丝草、地板根、百慕大草、行仪芝、蟋蟀草,这属于异名同物^[8]。因此,在科学交流中,如果仅使用汉语名称往往会造成理解的混乱。拉丁学名是由属名和种加词2个字所构成,可以反映该物种的隶属和亲缘关系,而许多汉语名称,特别是俗名和地方名往往不具备这样的特点。例如,在南方农田及草坪有1种极常见的杂草,民间俗称水花生,笔者首次听到此名时误认为是豆科花生属(*Arachis*)植物,其实是苋科莲子草属(*Alternanthera*)的空心莲子草(*A. philoxeroides* (Mart.) Griseb.)。可见,准确使用拉丁学名在草业科学研究中相当重要。

不仅民间如此,在许多学术论文中也经常看到植物名

称使用不规范现象,以及错误拼写的拉丁学名,这在草业科学类学报及专著中屡见不鲜^[9],因为无论是论文作者还是学报编辑都不习惯使用拉丁学名或对其根本就不熟悉。这就需要通过草资源的学习来强化对拉丁学名的认识。

3 草资源学教学体会

3.1 教学体系构建

草资源学是一门全新的课程,在过去几年的教学中缺乏可选用的教材。在起初的教学中,主要依据作者读研究生期间的油印课本《禾本科植物学》为基础来开展教学,同时也参考其他一些涉及牧草及草坪草的书志。在6年的教学过程中几乎年年都在对讲义进行修改和完善,最终于2009年编著出版了《草资源学》教材^[2],此时的教学及教材体系才趋于完善。该教材共分7章,内容涉及草资源的概念,中国草资源的研究历史、类型划分及区系组成,牧草及草坪草资源的评价与保护,禾本科、豆科、莎草科及其他科杂类草资源的识别要点、分布、品质特性和经济用途等。课堂教学也主要围绕这些内容展开,其中以禾本科、豆科、莎草科及其他科杂类草资源的识别要点、分布、品质特性和经济用途等为重点教学内容。本科生教学为40学时,其中实验课12学时;研究生教学为60学时,实验课15学时;另有1周的野外实习。

3.2 强调拉丁学名的识别与记忆

植物拉丁学名是全世界唯一通用的名称体系,因此在教学中特别强调拉丁属名及种名的识别与记忆,每当介绍到植物属时,总要先剖析拉丁名的来源、构成、含义,以便学生记忆。例如,冰草属 *Agropyron*,来源于希腊文,其中“*agros*”表示“野生”,“*pyros*”表示“小麦”,因此 *Agropyron* 的原意为“野生小麦”,同时也向学生讲解“*agro-*”的英文前缀表示“土壤、农业、田野”之意,这样剖析后,既提高了学生的学习兴趣 and 英文单词识别能力,又指出了冰草属与小麦属(*Triticum*)之间的亲缘关系。当然也有资料将 *Agropyron* 解释为生于麦田之野草^[9]。同样,剪股颖属 *Agrostis*,来源于希腊文,意为“禾草”,并将这个词与英文单词 *agrostology* (草本学,禾草学)及 *agrostologist* (禾草学家)相联系,这样可不断扩充学生的词汇量。有些植物的拉丁学名与其汉语名称也是相对应的,如三叶草属 *Trifolium*,“*tri-*”的拉丁文含义为“三”,“*folium*”的拉丁文含义为“叶片”,同时告诉学生“*tri-*”也是许多英文单词的前缀,如 *triacid* (三(酸)价的)、*triangular* (三角形的)、*triaxial* (三轴的,三维的)、*tricar* (三轮汽车)、*trichloride* (三氯化物)、*trichord* (三弦乐器,三弦琴)、*tricolor* (三基色,三原色)、*tricycle* (三轮车)等。通过多年的尝试,取得了很好的教学效果,也得到了学生的一致好评。

3.3 突出花序及小穗在禾本科及莎草科植物识别中的重要性

禾本科与莎草科植物不像豆科等其他被子植物那样具有大而鲜艳的花朵。在具有大型花朵的植物中,首先映入人们眼帘的是美丽的花朵,因此在对这些植物分类时,首先采用的是花部特征。对于禾本科及莎草科植物来说,首先被人们所看到的是其花序,因此加强花序特征的识别就显得尤为重要。在目前所有的书著中,对禾草花序描述都比较模糊或不够准确,缺乏统一的花序分类标准和可明确掌握的定义,

因此给学生讲授时就变得十分困难。例如,对于金茅属(*Eulalia*)花序的描述通常为:总状花序数枚呈指状排列于秆顶。而此处的“总状花序”其穗轴的每节上着生有2枚小穗,其中1枚无柄,1枚有柄,这不符合总状花序的定义(穗轴的每1节上只着生1枚具柄小穗为总状花序),同时也不属于穗状花序(穗轴的每1节上着生1至数枚无柄小穗所形成的花序为穗状花序),为此笔者将其定义为“穗总状花序”。为了简单明了,也将金茅属的花序创造性地称为“穗总状分枝式的指状排列花序”。基于这一思路,笔者将禾草的花序总结为11类,即总状花序;穗状花序;圆锥花序;穗总状花序;总状分枝式的总状排列花序,如千金子属(*Leptochloa*);穗状分枝式的总状排列花序,如野牛草(*Buchloe dactyloides*);总状分枝式的指状排列花序,如马唐属(*Digitaria*);穗状分枝式的指状排列花序,如狗牙根属;穗总状分枝式的总状排列花序,如孔颖草属(*Bothriochloa*);穗总状分枝式的圆锥状排列花序,如高粱属(*Sorghum*);穗总状分枝式的指状排列花序,如金茅属;其中第5~11类属于复合型花序,是笔者在研究他人书著的基础上总结出的新类型。这样归类结果,十分有利于学生的理解和记忆。但需要说明的是,禾本科植物的花序构成十分复杂,这样的总结还远不能概括所有的花序类型,需要在今后的教学中不断进行补充。

3.4 充分理清各分类群之间的亲缘关系

理清各分类群之间的亲缘关系对牧草及草坪草的育种及遗传多样性研究极为重要。在玉米、谷子、小麦、水稻等作物中,玉米与谷子亲缘关系最近,这由它们的分类地位和隶属关系所决定。玉米和谷子同属黍亚科,小麦隶属于早熟禾亚科,而水稻属于最原始的稻亚科。在牧草及草坪草的基因克隆、SSR引物开发等分子生物学研究中,搞清楚它们与水稻、玉米或小麦等作物之间的亲缘关系,也可大大提高其研究效率和试验的成功率,因为在GenBank中已有大量水稻、玉米和小麦的DNA信息。这些亲缘关系的知识就需要在草资源学的教学中加以阐明,这在一般的植物分类学课本中未涉及到。

3.5 重视教学方法改进,加强实践教学

草资源是一门以植物分类为核心内容的基础理论课。由于其内容复杂、知识枯燥、形式单调,成了一门“教师讲授起来无劲、学生学起来无趣”的课程。为了提高该门课的教学(上接第41页)

要想进行正确的试验设计需要对文中所述要点充分了解和把握,并根据研究目的和要求确定好因素、水平,选择好指标,权衡好交互作用的取舍、空白列的设计,合理选择和使用正交表,才能得到准确、科学的结论。总之,要做好试验,必须进行合理的正交设计^[11-12]。

3 参考文献

- [1] 邓振伟,于萍,陈玲.SPSS软件在正交试验设计、结果分析中的应用[J].电脑学习,2009(5):15-17.
- [2] 赵坤坤,郭会灿.微生物培养基优化方法概述[J].石家庄职业技术学院学报,2008,20(4):50-52.
- [3] SAUDAGAR P S,SINGHAL R S.Optimization of Nutritional Requirements and Feeding Strategies for Clavulanic Acid Production by *Streptomyces Clavuligerus* [J]. *Bioresour Technol*,2007,98(10):2010-2017.

学效果,通常采用如下教学方法。一是增加当地乡土植物的教学课时数,利用该地区人们熟悉的植物作为代表加以描述。注重直观教学,直接进行现场教学,把学习的课堂由狭小的教室延伸到广阔的自然空间;在不能进行现场教学的情况下,会在上课的前一天采集一些第2天讲课用的植物。利用多媒体课件把植物的一些特点充分地表达出来,便于学习理解、掌握。由于它具有图文并茂、动感性强、信息量大等特点,因而大大弥补了语言描述上的不足。二是开展野外实习^[10-11]。野外实习是草资源学教学中的一个重要环节。因此,开设草资源学课程时一定要设置教学实习环节,在实习中不仅让学生认识植物,同时还要求他们学会使用检索表,并能自行编制简单的检索表。实习时,积极引导引导学生抓住植物的主要特征,找出解决问题的主要办法。例如,在讲解牛筋草(*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)时要告诉学生之所以有这样的称谓,是因为这种植物纤维发达、茎秆韧性强、不易掘断。同时,人们喜欢用其纤维挑逗蟋蟀,因此又称为“蟋蟀草”。另外,该种植物还具有许多其他禾草所不具有的特征,即其叶鞘两侧压扁而具脊。这样,学生在教师的指导下和自己亲身感受后,会牢牢地记住这种植物。在这一环节,要充分利用校园、农场、植物园以及附近山地的植物资源,帮助学生认识身边常见的植物种类,以加深其对课堂知识的理解。鼓励学生课余采集和制作标本,鉴定植物种类。学生在野外实习和室内工作中获得的实践知识,也会对将来从事生产和科学研究产生积极作用。

4 参考文献

- [1] 任继周.草类植物[J].草业科学,2003,20(5):30-31.
- [2] 解新明.草资源学[M].广州:华南理工大学出版社,2009.
- [3] 陈山.中国草地饲用植物资源[M].沈阳:辽宁民族出版社,1994.
- [4] 张新全.草坪草育种学[M].北京:中国农业出版社,2004.
- [5] 任继周.千万别再回到“本草”时代去——从饲用植物学想到植物分类学的衰微[J].草业科学,2006,23(12):87-88.
- [6] 赵祥,董宽虎.草业科学专业学生多元培养模式探讨[J].山西农业大学学报,2005,4(5):16-17.
- [7] 张国栋.中草药同名异物辨[M].长春:吉林人民出版社,1982.
- [8] 夏汉平,赵南先.中国草坪科学发展过程中几个值得注意的问题[J].中国园林,2000(5):13-16.
- [9] 耿以礼.中国主要植物图说禾本科[M].北京:科学出版社,1959.
- [10] 刘香萍,李国良,杜广明.草业科学专业实验教学体系的构建研究[J].黑龙江畜牧兽医,2011(10):155-156.
- [11] 徐华勤,张海清,向佐湘,等.南方高等院校草业科学本科专业实验教学改革与实践[J].教育教学论坛,2011(35):130-131.
- [4] 叶红卫.SPSS实现有交互作用的正交试验设计[J].西安文理学院学报:自然科学版,2009,12(4):118-121.
- [5] 王伟,黄曙荣.一种无空列正交遗传算法的研究[J].科技信息,2009(26):79-80.
- [6] 盖钧镒.试验统计方法[M].1版.北京:中国农业出版社,2000.
- [7] 唐启义.DPS数据处理系统——实验设计、统计分析 & 数据挖掘[M].1版.北京:科学出版社,2010.
- [8] 彭海滨.正交试验设计与数据分析方法[J].计量与测试技术,2009(12):39-40,42.
- [9] 王万中,龚诗松.试验的设计与分析[M].上海:华东师范大学出版社,1997.
- [10] 周晓光,李为民,陈刚,等.一种近正交试验设计方法[J].空军工程大学学报:自然科学版,2010,11(3):84-88.
- [11] 刘瑞江,张业旺,阎崇炜,等.正交试验设计和分析方法研究[J].实验技术与管理,2010,27(9):52-55.
- [12] 杨淑男,刘彦平.谈正交试验设计方法的推广与应用[J].质量春秋,2011(2):48-50.

3.教学成果奖证书：草学专业特色课程“草资源学”的教材建设与改革



草学专业特色课程“草
资源学”的教材建设与
改革

获奖者：解新明 董朝霞
张向前 江 院

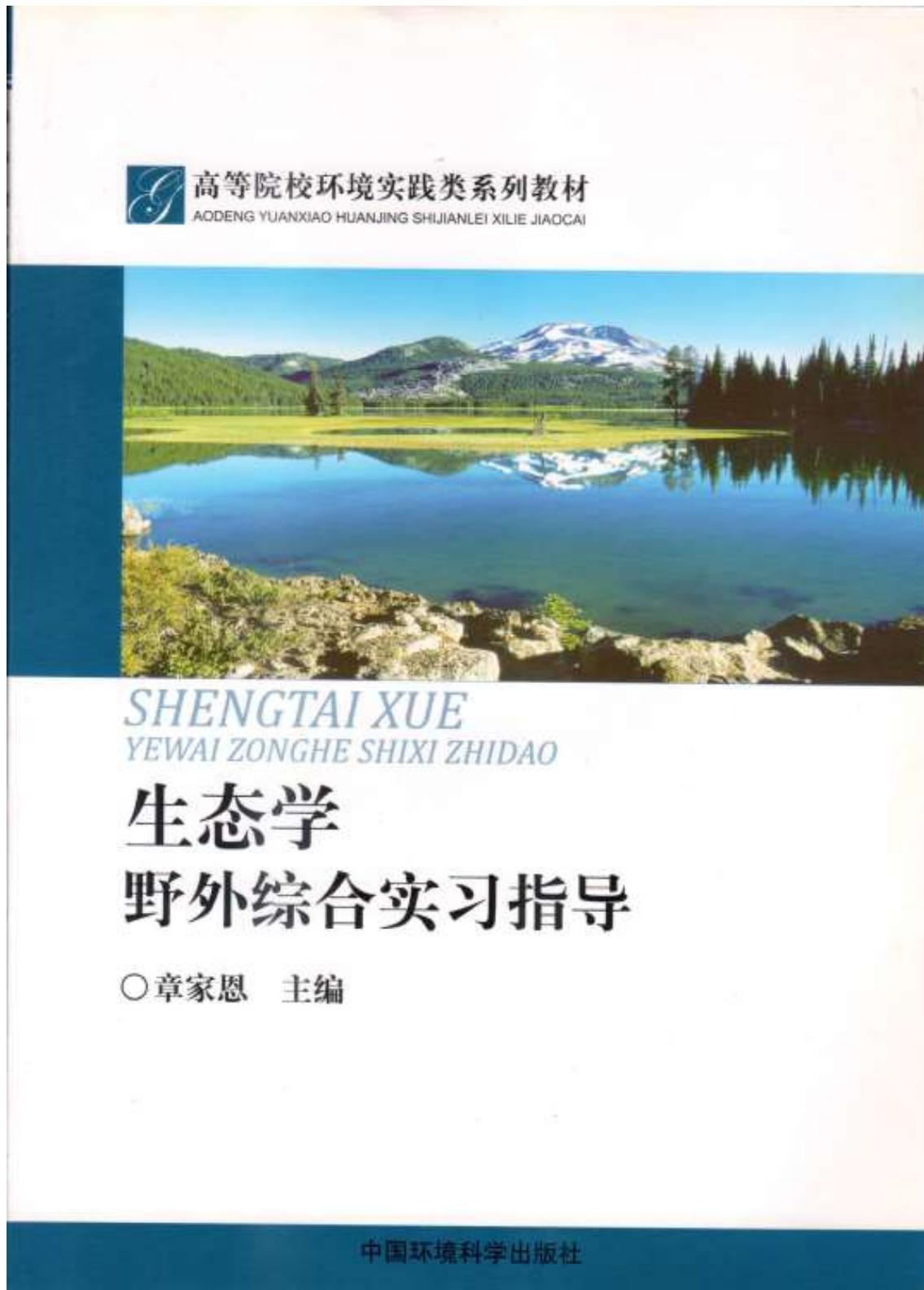
获奖等级：二等奖

证书编号：2012234



二〇一三年一月

4.编写教材：高等院校环境实践类系列教材《生态学野外综合实习指导》



图书在版编目 (CIP) 数据

生态学野外综合实习指导/章家恩主编. —北京: 中国环境
科学出版社, 2012.8

ISBN 978-7-5111-1087-9

I. ①生… II. ①章… III. ①生态学—野外实习—高
等学校—教学参考资料 IV. ①Q14-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 185618 号

责任编辑 付江平
责任校对 唐丽虹
封面设计 马 晓

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 8 月第 1 版
印 次 2012 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 12.25
字 数 280 千字
定 价 36.00 元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究。】

主 编 章家恩

编写人员（排名不分先后）：

章家恩 秦 钟 罗明珠 赵本良 段舜山

陈世清 张巨明 董朝霞 叶延琼 丛艳国

丁绍莲 白文娟 徐华勤 孙凯峰

目 录

| | |
|----------------------------|-----|
| 第一章 绪论..... | 1 |
| 第一节 生态学野外实习的目的与基本类型..... | 1 |
| 第二节 生态学野外实习的实施步骤与基本要求..... | 4 |
| 第三节 实习报告(论文)的撰写..... | 7 |
| 第二章 农业生态学实习..... | 10 |
| 第一节 概述..... | 10 |
| 第二节 实习案例..... | 13 |
| 第三章 作物生态学实习..... | 23 |
| 第一节 概述..... | 23 |
| 第二节 实习案例..... | 24 |
| 第四章 草地生态学实习..... | 36 |
| 第一节 概述..... | 36 |
| 第二节 实习案例..... | 39 |
| 第五章 森林生态学实习..... | 52 |
| 第一节 概述..... | 52 |
| 第二节 实习案例..... | 56 |
| 第六章 土壤生态学实习..... | 66 |
| 第一节 概述..... | 66 |
| 第二节 实习案例..... | 67 |
| 第七章 水域生态学实习..... | 82 |
| 第一节 概述..... | 82 |
| 第二节 实习案例..... | 87 |
| 第八章 工业生态学实习..... | 98 |
| 第一节 概述..... | 98 |
| 第二节 实习案例..... | 100 |

| | |
|------------------------|-----|
| 第九章 城市生态学实习 | 110 |
| 第一节 概述 | 110 |
| 第二节 实习案例 | 112 |
| 第十章 旅游生态学实习 | 121 |
| 第一节 概述 | 121 |
| 第二节 实习案例 | 123 |
| 第十一章 环境生态学实习 | 131 |
| 第一节 概述 | 131 |
| 第二节 实习案例 | 133 |
| 第十二章 景观生态学实习 | 144 |
| 第一节 概述 | 144 |
| 第二节 实习案例 | 146 |
| 第十三章 入户调查与问卷调查实习 | 156 |
| 第一节 概述 | 156 |
| 第二节 实习案例 | 165 |
| 第十四章 生物标本的制作实习 | 177 |
| 第一节 概述 | 177 |
| 第二节 实习案例 | 180 |

高等院校环境实践类系列教材

- 生态学野外综合实习指导
普通生态学实验指导

ISBN 978-7-5111-1087-9



9 787511 110879 >

定价：36.00元

二、科研项目

1.主持

1.1 关于尖角突脐胞菌附着胞形成的影响因子研究项目的立项通知（合同）及有关佐证材料

关于国家自然科学基金资助项目批准及有关事项的通知

董朝霞 先生/女士：

根据《国家自然科学基金条例》的规定和专家评审意见，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）决定批准资助您的申请项目。项目批准号：

31672039，项目名称：尖角突脐胞菌附着胞形成的影响因子研究，直接费用：65.00万元，项目起止年月：2017年01月至2020年12月，有关项目的评审意见及修改意见附后。

请尽早登录科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>），获取《国家自然科学基金资助项目计划书》（以下简称计划书）并按要求填写。对于有修改意见的项目，请按修改意见及时调整计划书相关内容；如对修改意见有异议，须在计划书电子版报送截止日期前提出。**注意：请严格按照《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》填写计划书的资金预算表，其中，劳务费、专家咨询费科目所列金额与申请书相比不得调增。**

计划书电子版通过科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>）上传，由依托单位审核后提交至自然科学基金委进行审核。审核未通过者，返回修改后再行提交；审核通过者，打印为计划书纸质版（一式两份，双面打印），由依托单位审核并加盖单位公章后报送至自然科学基金委项目材料接收工作组。计划书电子版和纸质版内容应当保证一致。

向自然科学基金委提交和报送计划书截止时间节点如下：

- 1、提交计划书电子版截止时间为**2016年9月11日16点**（视为计划书正式提交时间）；
- 2、提交计划书电子修改版截止时间为**2016年9月18日16点**；
- 3、报送计划书纸质版截止时间为**2016年9月26日16点**。

请按照以上规定及时提交计划书电子版，并报送计划书纸质版，未说明理由且逾期不报计划书者，视为自动放弃接受资助。

附件：项目评审意见及修改意见

国家自然科学基金委员会
生命科学部
2016年8月17日



项目组主要成员

| 编号 | 姓名 | 出生年月 | 性别 | 职称 | 学位 | 单位名称 | 电话 | 证件号码 | 项目分工 | 每年工作时间(月) |
|-----|-----|---------|----|-------|----|--------|--------------|--------------------|------------|-----------|
| 1 | 董朝霞 | 1974.10 | 女 | 助理研究员 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38604789 | 15012119741006822X | 项目负责人 | 8 |
| 2 | 陈勇 | 1969.03 | 男 | 教授 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 220104196903242617 | 生理生化指标 | 6 |
| 3 | 沈雪峰 | 1982.05 | 男 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 41232419820525551X | cAMP信号传导途径 | 6 |
| 4 | 刘天增 | 1984.10 | 男 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38604789 | 620321198410193010 | 外源基质诱导 | 6 |
| 5 | 江院 | 1979.12 | 男 | 实验师 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38604789 | 421004197912121232 | 叶片不同表面因子 | 6 |
| 6 | 胡芳 | 1989.02 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 341224198902017942 | cAMP信号传导途径 | 10 |
| 7 | 罗琪宇 | 1993.04 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 52242319930422120X | 叶片不同表面因子 | 10 |
| 8 | 李颜冰 | 1991.01 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 522401199101051222 | 生理生化指标 | 10 |
| 9 | 魏吉平 | 1987.11 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 620522198711173125 | cAMP信号传导途径 | 10 |
| 10 | 董慧荣 | 1991.03 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 370832199103016726 | 外源基质诱导 | 10 |
| 总人数 | | | | 高级 | 中级 | 初级 | 博士后 | 博士生 | 硕士生 | |
| 10 | | | | 1 | 4 | | | | 5 | |

1.2 关于大湾镇农产品品牌打造及电商销售平台建立与示范项目的立项通知（合同）及有关佐证材料

广东省农村科技特派员帮扶工作协议书

甲方：清远市科学技术局

乙方：英德市大湾镇人民政府

丙方：华南农业大学农村科技特派员团队

为贯彻落实党中央实施乡村振兴战略决策部署，落实省委、省政府关于实施“百县千镇万村高质量发展工程”促进城乡区域协调发展有关部署要求，按照《广东省科技支撑“百县千镇万村高质量发展工程”促进城乡区域协调发展实施方案（试行）》《广东省农村科技特派员科技助力百县千镇万村高质量发展行动计划（2023-2026）》等有关规定，经友好协商，就广东省清远市英德市大湾镇农村科技特派员帮扶工作达成如下协议，由各方共同遵守。

一、工作背景

1、乙丙双方已于2024年1月23日进行工作对接，对乙方科技需求进行了充分调研和了解。

2、丙方已于2024年1月-2024年6月在乙方地区开展了水稻产业方面的科技服务，与茅塘村具有较好的合作基础。

二、甲方职责和义务

1、开展农村科技特派员跟踪管理、考核评价、任务验收、培训交流等相关工作。

2、指导和督促农村科技特派员按要求落实有关帮扶任务，协调解决农村科技特派员在基层开展工作遇到的问题和困难。

3、按预算拨付农村科技特派员下乡服务经费到团队负责人派出单位。

三、乙方职责和义务

1、帮扶期间，乙方应协调相关资源，创造良好的科技帮扶工作环境，保障农村科技特派员团队在帮扶期间必要的工作条件。

2、帮扶期间，由乙方对丙方进行统一管理，乙方应指导丙方围绕重点帮扶产业、领域开展科技帮扶，对帮扶内容、时间和成效等进行管理和记录。

四、丙方职责和义务

1、帮扶期间，丙方应认真履行《广东省科学技术厅关于落实“百千万工程”开展新一轮农村科技特派员重点派驻任务（2024-2026）年选派管理工作的通知》工作职责。

2、帮扶期间，丙方应密切联系和协助乙方开展工作，全力完成乙方安排的科技帮扶任务。

3、帮扶期间，丙方应深入基层一线，实地调研、深度挖掘制约乡镇发展的关键科技问题，完成驻镇帮镇扶村重点派驻任务（“大湾镇农产品品牌打造及电商销售平台建立与

示范”），并积极开展资源对接、技术指导、技能培训、成果转化、创业辅导、政策宣传、规划设计等“三农”科技服务，为乡镇产业发展、科技水平提升、关键共性问题解决等提供科技支撑。日常管理中建立必要的工作台账，收集报送农村科技成果和典型案例，开展宣传报道。

4、三年要开展的主要工作

团队成员分工：项目负责人董朝霞负责农产品品牌打造及电商销售培训指导，项目成员1陈勇负责农产品高产优质栽培，项目成员2刘祎负责电商销售培训组织与协调。

2024—2026年每个工作年度任务及目标：(1)在大湾镇推广新技术或引进新品种不少于1项（种），服务带动企业或农户不少于10家（户），共帮助受援对象增收不少于2万元；(2)在大湾镇开展现场技术指导或专题培训、政策宣讲等活动不少于4场，培训人次不少于100人次。为大湾镇解决三农相关技术问题不少于5个；(3)季度帮扶动态不少于4份，在县级及以上电视台、报刊、公众号等新闻媒体宣传报道不少于1次；(4)配合驻镇帮扶工作队开展科技帮扶工作。

根据大湾镇的农业资源情况，开展麻竹笋高效栽培技术及专用肥研制、丝苗米高效栽培技术集成与示范推广、农产品品牌建设及电商运营。绩效指标和预期取得成效：三年期间服务面积达1000亩以上；通过召开现场观摩会、技术培训会或线上培训会等方式，培训农户1000人以上；提高农产品品质，拓宽农产品销路。通过农产品高产优质栽培技术服务和指导，增加社会、经济和生态效益。通过直播平台宣

传大湾镇农产品，带动学员熟练通过各种互联网平台开展农产品销售，为农户增加经济收入 10%以上。经过三年的帮扶和服务，农产品种植技术和销售水平得到提升，具有良好的推广前景。

5、丙方团队开展科技帮扶服务活动必须覆盖大湾镇的“百县千镇万村高质量发展工程”中所有典型村。

五、协议履行和争议解决

1、三方应积极履行协议条款，如出现一方未按协议履行条款，影响帮扶工作开展的，另两方应督促提醒，以免产生严重后果。

2、乙丙双方在履行协议过程中发生争议的，应通过共同协商方式解决，产生严重后果或重大影响、要求变更或解除协议的，应及时报告甲方，在甲方和省科技管理部门指导和协调下进行争议事项处理。

六、其他

1、本协议应在三方充分沟通、实地调研、细致对接基础之上签订，共一式叁份，三方各执壹份，协议有效期 3 年，自签订之日起生效。

2、其他未尽事宜，由三方友好协商解决。

甲方（盖章）：清远市科学技术局

主要负责人/委托人：

2024年9月30日



陈立

乙方（盖章）：英德市大湾镇人民政府

法定代表人/委托人/工作队长：

2024年9月19日



李朝霞

丙方（盖章）：华南农业大学农村科技特派员团队

主要负责人/委托人：董朝霞

2024年9月19日



刘伟

1.3 关于佛山市顺德区均安镇河堤草坪杂草的调查与防治项目的立项通知（合同）及有关佐证材料

1820110111833

合同编号:

技术服务合同

项目名称: 佛山市顺德区均安镇河堤草坪杂草的调查与防治

委托方: 广东碧然美景观艺术有限公司
(甲方)

受托方: 华南农业大学
(乙方)

签订时间: 2023年6月

签订地点: 广州

有效期限: 2023年6月至2023年9月30日

中华人民共和国科学技术部印制



填写说明

一、本合同为中华人民共和国科学技术部印制的技术服务合同示范文本，各技术合同认定登记机构可推介技术合同当事人参照使用。

二、本合同书适用于一方当事人（受托方）以技术知识为另一方（委托方）解决特定技术问题所订立的合同。

三、签约一方为多个当事人的，可按各自在合同关系中的作用等，在“委托方”、“受托方”项下（增页）分别排列为共同委托人或共同受托人。

四、本合同书未尽事项，可由当事人附页另行约定，并作为本合同的组成部分。

五、当事人使用本合同书时约定无需填写的条款，应在该条款处注明“无”等字样。

技术服务合同

委托方（甲方）： 广东碧然美景观艺术有限公司

住 所 地： 佛山市南海区桂城街道夏南路 58 号方舟建筑
产业中心 1 座 1 栋 409 室

法定代表人： 罗贤惠

项目联系人： 陈显鹏

联系方式： 13922777781

通 讯 地 址： 佛山市南海区桂城街道夏南路 58 号方舟建筑
产业中心 1 座 1 栋 409 室

电 话： 0757-86780201

电子信箱： 33787946@qq.com

受托方（乙方）： 华南农业大学

住 所 地： 广东省广州市天河区五山路 483 号

法定代表人： 刘雅红

项目联系人： 董朝霞

联系方式： 13808891503

通讯地址： 广东省广州市天河区五山路 483 号农学楼

电 话： 020-38294907

电子信箱： dongzhaoxia@scau.edu.cn

景观艺术
设计
有限公司
始

本合同甲方委托乙方就 佛山市顺德区均安镇河堤草坪杂草的调查与防治 项目进行的专项技术服务,并支付相应的技术服务报酬。双方经过平等协商,在真实、充分地表达各自意愿的基础上,根据《中华人民共和国合同法》的规定,达成如下协议,并由双方共同恪守。

第一条:甲方委托乙方进行技术服务的内容如下:

1. 技术服务的目标: 通过对佛山市顺德区均安镇河堤草坪杂草的调查,明确其杂草发生规律,按照杂草危害分级进行综合防控,有效地防除草坪中的杂草,维持良好的草坪景观和使用功能。

2. 技术服务的内容: (1) 对项目范围内草坪杂草发生情况调查;(2) 目标草坪区域杂草防除技术指导。

3. 技术服务的方式: 提供杂草防除方案、化学药剂和技术指导。

第二条:乙方应按下列要求完成技术服务工作:

1. 技术服务地点: 广东佛山

2. 技术服务期限: 至 2023 年 9 月 30 日

3. 技术服务质量要求: 技术推广面积达 20 万 m²。

第三条:甲方向乙方支付技术服务报酬及支付方式为:

1. 技术服务费总额为: 肆万伍佰柒拾贰元(¥40572.00 元)。

其中: (1) 材料费 34810.00 元,用于购买除草剂、分装瓶等实验材料;

(2) 交通费 460.00 元,用于试验调查差旅费;

(3) 劳务费 2868.00 元,用于参与本项目的研究劳务费和技

对方所有的知识产权、商业秘密、技术成果等负保密义务。未经对方书面同意，不得向社会公众或第三方（因工作需要的除外）通过任何途径出示、泄漏。未经许可，不得对上述信息进行复制、传播、销售。

2. 涉密人员范围：本项目参与人员；

3. 保密期限：自本合同生效之日起至国家法定公开之日止。

4. 泄密责任：赔偿对方因泄密所造成的损失。

第五条：本合同的变更必须由双方协商一致，并以书面形式确定。但有下列情形之一的，一方可以向另一方提出变更合同权利与义务的请求，另一方应当在 10 日内予以答复；逾期未予答复的，视为同意。

第六条：双方确定以下列标准和方式对乙方的技术服务工作成果进行验收：

1. 乙方完成技术服务工作的形式：完成技术推广指导。

2. 技术服务工作成果的验收标准：技术推广面积达到 20 万 m²。

3. 技术服务工作成果的验收方法：实地考察。

4. 验收的时间和地点：2023 年 9 月，广东省佛山市。

第七条：双方确定：本项目实施过程中所产生的知识产权：

1. 一方独立完成的所有权归完成方所有，另一方有使用权；

双方共同完成的，按照贡献大小进行分配；

2. 项目成果的转让，须在双方同意的前提下进行，任何一方不得私自开展。

3. 在本合同有效期内，甲方利用乙方提交的技术服务工作成果所完成的新的技术成果，归双（甲、双）方所有。

4. 在本合同有效期内，乙方利用甲方提供的技术资料和工作条件所完成的新的技术成果，归双（乙、双）方所有。

第八条：双方确定，任何一方违反本合同约定，造成损失的，按以下约定承担违约责任：

双方 违反本合同 任一 条约定，应当 按合同总额的20%赔偿支付（支付违约金或损失赔偿额的计算方法）。

第九条：双方确定，在本合同有效期内，甲方指定 陈显鹏 为甲方项目联系人，乙方指定 董朝霞 为乙方项目联系人。项目联系人承担以下责任：

1. 按照约定的联系时间、联系方式和联系地点完成交办的相关工作；
2. 防止因人事变动而使合同难以履行或无法履行；
3. 保证按约定和法律法规，以适当的时间、方式、标准履行本合同。

一方变更项目联系人的，应当及时以书面形式通知另一方，未及时通知并影响本合同履行或造成损失的，应承担相应的责任。

第十条：双方确定，发生不可抗力或技术风险，致使本合同的履行成为不必要或不可能的，可以解除本合同。

第十一条：双方因履行本合同而发生的争议，应协商、调解解决。协商、调解不成的，确定按以下第 2 种方式处理：

1. 提交 广东省 仲裁委员会仲裁；

2. 依法向人民法院起诉。

第十二条：本合同一式四份，具有同等法律效力。

第十三条：本合同经双方签字盖章后生效。



甲方：_____ (盖章)

法定代表人 / 委托代理人：_____ (签名)

2023 年 月 日



乙方：_____ (盖章)

法定代表人 / 委托代理人：_____ (签名)

年 月 日

2.主参

2.1 关于多胺及转运体基因在牛筋草对百草枯抗性中的功能验证项目的立项通知（合同）及有关佐证材料

关于国家自然科学基金资助项目批准及有关事项的通知

华南农业大学 陈勇 先生/女士：

根据《国家自然科学基金条例》的规定和专家评审意见，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）决定批准资助您的申请项目。项目批准号：

31471788，项目名称：多胺及转运体基因在牛筋草对百草枯抗性中的功能验证，资助金额：85.00万元，项目起止年月：2015年01月至2018年 12月，有关项目的评审意见及修改意见附后。

请尽早登录科学基金网络信息系统（<https://isis.nsf.gov.cn>），获取《国家自然科学基金资助项目计划书》（以下简称计划书）并按要求填写。对于有修改意见的项目，请按修改意见及时调整计划书相关内容；如对修改意见有异议，须在计划书电子版报送截止日期前提出。

计划书电子版通过科学基金网络信息系统（<https://isis.nsf.gov.cn>）上传，由依托单位审核后提交至自然科学基金委进行审核。审核未通过者，返回修改后再行提交；审核通过者，打印（建议双面打印）为计划书纸质版（一式两份），由依托单位审核并加盖单位公章后报送至自然科学基金委项目材料接收工作组。计划书电子版和纸质版内容应当保证一致。

向自然科学基金委提交和报送计划书截止时间节点如下：

- 1、提交计划书电子版截止时间为**2014年9月11日16点**（视为计划书正式提交时间）；
- 2、提交计划书电子修改版截止时间为**2014年9月18日16点**；
- 3、报送计划书纸质版截止时间为**2014年9月26日16点**。

请按照以上规定及时提交计划书电子版，并报送计划书纸质版，未说明理由且逾期不报计划书者，视为自动放弃接受资助。

附件：项目评审意见及修改意见

国家自然科学基金委员会
生命科学部
2014年8月15日



项目组主要参与者 (注: 项目组主要参与者不包括项目申请人)

| 编号 | 姓名 | 出生年月 | 性别 | 职称 | 学位 | 单位名称 | 电话 | 电子邮箱 | 项目分工 | 每年工作时间(月) |
|----|-----|------------|----|-----|----|--------|--------------|-------------------------|------------|-----------|
| 1 | 沈雪峰 | 1982-5-25 | 男 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | xuefengshen@126.com | 组培再生体系优化 | 8 |
| 2 | 董朝霞 | 1974-10-6 | 女 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | dongzhaoxia@scau.edu.cn | 转基因抗性水平鉴定 | 8 |
| 3 | 刘天增 | 1984-10-19 | 男 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | tzliu1019@163.com | 侵染愈伤组织条件筛选 | 6 |
| 4 | 刘永柱 | 1974-8-16 | 男 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | lively@scau.edu.cn | 转运体基因克隆及构建 | 6 |
| 5 | 廖慧萍 | 1988-10-2 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | chenyong1969@qq.com | 组培再生体系优化 | 10 |
| 6 | 刘思敏 | 1989-3-24 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | liusiminbwin@163.com | 侵染愈伤组织条件筛选 | 10 |
| 7 | 魏吉平 | 1987-11-17 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | 460506823@qq.com | 转运体基因克隆及构建 | 10 |
| 8 | 赵振华 | 1985-9-6 | 男 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 020-38294907 | zhaoxinwole@163.com | 转基因抗性水平鉴定 | 10 |
| 9 | | | | | | | | | | |

| 总人数 | 高级 | 中级 | 初级 | 博士后 | 博士生 | 硕士生 |
|-----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 9 | 1 | 4 | | | | 4 |

说明: 高级、中级、初级、博士后、博士生、硕士生人员数由申请人负责填报(含申请人), 总人数由各分项自动加和产生。

2.2 关于结缕草入侵真菌及其生防功能研究项目的立项通知 (合同) 及有关佐证材料

关于国家自然科学基金资助项目批准及有关事项的通知

刘天增 先生/女士:

根据《国家自然科学基金条例》的规定和专家评审意见,国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)决定批准资助您的申请项目。项目批准号:

31502011, 项目名称: 结缕草入侵真菌及其生防功能研究, 直接费用: 19.00万元, 项目起止年月: 2016年01月至 2018年 12月, 有关项目的评审意见及修改意见附后。

请尽早登录科学基金网络信息系统(<https://isisn.nsf.gov.cn>), 获取《国家自然科学基金资助项目计划书》(以下简称计划书)并按要求填写。对于有修改意见的项目, 请按修改意见及时调整计划书相关内容; 如对修改意见有异议, 须在计划书电子版报送截止日期前提出。**注意: 请严格按照《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》填写计划书的资金预算表, 其中, 劳务费、专家咨询费科目所列金额与申请书相比不得调增。**

计划书电子版通过科学基金网络信息系统(<https://isisn.nsf.gov.cn>)上传, 由依托单位审核后提交至自然科学基金委进行审核。审核未通过者, 返回修改后再行提交; 审核通过者, 打印为计划书纸质版(一式两份, 双面打印), 由依托单位审核并加盖单位公章后报送至自然科学基金委项目材料接收工作组。计划书电子版和纸质版内容应当保证一致。

向自然科学基金委提交和报送计划书截止时间节点如下:

- 1、提交计划书电子版截止时间为**2015年9月11日16点**(视为计划书正式提交时间);
- 2、提交计划书电子修改版截止时间为**2015年9月18日16点**;
- 3、报送计划书纸质版截止时间为**2015年9月25日16点**。

请按照以上规定及时提交计划书电子版, 并报送计划书纸质版, 未说明理由且逾期不报计划书者, 视为自动放弃接受资助。

附件: 项目评审意见及修改意见

国家自然科学基金委员会
生命科学部
2015年8月17日



项目组主要成员

| 编号 | 姓名 | 出生年月 | 性别 | 职称 | 学位 | 单位名称 | 电话 | 证件号码 | 项目分工 | 每年工作时间(月) | | | | |
|-----|-----|---------|----|-------|----|--------|-------------|--------------------|--------------|-----------|-----|--|-----|--|
| 1 | 刘天增 | 1984.10 | 男 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 620321198410193010 | 项目负责人 | 6 | | | | |
| 2 | 张巨明 | 1963.03 | 男 | 副研究员 | 博士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 620102196303215000 | 入侵真菌区系研究 | 6 | | | | |
| 3 | 董朝霞 | 1974.10 | 女 | 助理研究员 | 博士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 15012119741006822x | 病原真菌与非致病菌的确定 | 6 | | | | |
| 4 | 罗娜 | 1982.04 | 女 | 助理研究员 | 博士 | 华南农业大学 | 13450362148 | 230121198204112028 | 病原真菌的生防菌确定 | 6 | | | | |
| 5 | 刘颖 | 1987.12 | 女 | 博士生 | 硕士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 220521198712140025 | 病害生防效果研究 | 6 | | | | |
| 总人数 | | | 高级 | | 中级 | | 初级 | | 博士后 | | 博士生 | | 硕士生 | |
| 5 | | | 1 | | 3 | | | | | | 1 | | | |

2.3 关于牛筋草对 PS II、EPSPS 和 GS 抑制剂的多抗性及其蛋白质组学研究项目的立项通知（合同）及有关佐证材料

关于国家自然科学基金资助项目批准及有关事项的通知

陈勇 先生/女士：

根据《国家自然科学基金条例》的规定和专家评审意见，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）决定批准资助您的申请项目。项目批准号：

31871980，项目名称：牛筋草对PS II、EPSPS和GS抑制剂的多抗性及其蛋白质组学研究，直接费用：59.00万元，项目起止年月：2019年01月至2022年12月，有关项目的评审意见及修改意见附后。

请尽早登录科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>），获取《国家自然科学基金资助项目计划书》（以下简称计划书）并按要求填写。对于有修改意见的项目，请按修改意见及时调整计划书相关内容；如对修改意见有异议，须在计划书电子版报送截止日期前提出。

计划书电子版通过科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>）上传，由依托单位审核后提交至自然科学基金委进行审核。审核未通过者，返回修改后再行提交；审核通过者，打印为计划书纸质版（一式两份，双面打印），由依托单位审核并加盖单位公章后报送至自然科学基金委项目材料接收工作组。计划书电子版和纸质版内容应当保证一致。向自然科学基金委提交和报送计划书截止时间节点如下：

- 1、提交计划书电子版截止时间为**2018年9月11日16点**（视为计划书正式提交时间）；
- 2、提交计划书电子修改版截止时间为**2018年9月18日16点**；
- 3、报送计划书纸质版截止时间为**2018年9月26日16点**。

请按照以上规定及时提交计划书电子版，并报送计划书纸质版，未说明理由且逾期不报计划书者，视为自动放弃接受资助。

附件：项目评审意见及修改意见表

国家自然科学基金委员会
生命科学部
2018年8月16日



项目组主要参与者（注：项目组主要参与者不包括项目申请人）

| 编号 | 姓名 | 出生年月 | 性别 | 职称 | 学位 | 单位名称 | 电话 | 电子邮箱 | 证件号码 | 每年工作时间（月） |
|----|-----|------------|----|-------|----|--------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------|
| 1 | 陈婷婷 | 1983-05-26 | 女 | 助理研究员 | 博士 | 华南农业大学 | 02085280203 | chentingting7039@126.com | 370303198305266324 | 8 |
| 2 | 董朝霞 | 1974-10-06 | 女 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 02038244907 | dongzhaoxia@scau.edu.cn | 15012119741006822X | 8 |
| 3 | 罗琪宇 | 1993-04-22 | 女 | 博士生 | 学士 | 华南农业大学 | 02038294907 | 1359711536@qq.com | 52242319930422120X | 10 |
| 4 | 钟锦 | 1993-09-20 | 男 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 02038294907 | 28542015@qq.com | 532527199309200013 | 10 |
| 5 | 卢文涛 | 1997-03-03 | 男 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 02038294907 | 370896298@qq.com | 341225199703037917 | 10 |
| 6 | 俞雯雯 | 1995-11-08 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 02038294907 | 1655231463@qq.com | 622323199511080022 | 10 |
| 7 | 傅豪 | 1994-01-09 | 男 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 02038294907 | 724306523@qq.com | 610103199401090414 | 10 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

| 总人数 | 高级 | 中级 | 初级 | 博士后 | 博士生 | 硕士生 |
|-----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 8 | 1 | 2 | | | 1 | 4 |

2.4 关于乳酸菌有氧环境快速生长的机制及在青贮中的应用项目的立项通知（合同）及有关佐证材料



| | |
|--------|--------------------|
| 项目批准号 | 31971764 |
| 申请代码 | C161504 |
| 归口管理部门 | |
| 依托单位代码 | 51064208A0499-0932 |



3 197 1764 1004754

国家自然科学基金委员会 资助项目计划书

资助类别：面上项目

亚类说明：

附注说明：

项目名称：乳酸菌有氧环境快速生长的机制及在青贮中的应用

直接费用：58万元 执行年限：2020.01-2023.12

负责人：张建国

通讯地址：广州市天河区五山路483号

邮政编码：510642 电 话：020-38604789

电子邮件：zhangjg@scau.edu.cn

依托单位：华南农业大学

联系人：倪慧群 电 话：020-85280070

填表日期：2019年08月22日

国家自然科学基金委员会制

Version: 1.004.754



简表

| | | | | | | | | | |
|--------|---------|------------------------|----|------|-------------------------|----------|----|---------------|--|
| 申请者信息 | 姓名 | 张建国 | 性别 | 男 | 出生年月 | 1968年01月 | 民族 | 汉族 | |
| | 学位 | 博士 | | | 职称 | 教授 | | | |
| | 是否在站博士后 | 否 | | 电子邮件 | zhangjg@scau.edu.cn | | | | |
| | 电话 | 020-38604789 | | 个人网页 | | | | | |
| | 工作单位 | 华南农业大学 | | | | | | | |
| | 所在院系所 | 林学与风景园林学院草业科学系 | | | | | | | |
| 依托单位信息 | 名称 | 华南农业大学 | | | | | 代码 | 51064208A0499 | |
| | 联系人 | 倪慧群 | | 电子邮件 | kyc.jhk@scau.edu.cn | | | | |
| | 电话 | 020-85280070 | | 网站地址 | http://kjc.scau.edu.cn/ | | | | |
| 合作单位信息 | 单位名称 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 项目基本信息 | 项目名称 | 乳酸菌有氧环境快速生长的机制及在青贮中的应用 | | | | | | | |
| | 资助类别 | 面上项目 | | | 亚类说明 | | | | |
| | 附注说明 | | | | | | | | |
| | 申请代码 | C161504:牧草生理与栽培加工 | | | | | | | |
| | 基地类别 | | | | | | | | |
| | 执行年限 | 2020.01-2023.12 | | | | | | | |
| | 直接费用 | 58万元 | | | | | | | |



项目摘要

中文摘要:

青贮过程中的厌氧环境和乳酸菌对青贮发酵品质起着主导作用。有研究表明部分乳酸菌可进行有氧生长、繁殖,但这些乳酸菌的有氧生长机制及在青贮中的应用缺乏研究。本项目首先筛选耐氧、耐酸的乳酸菌株,并通过生理生化特性分析及16S rRNA等分子手段鉴定菌种,进而研究不同通气量、营养水平、抗氧化物添加等对其生长、代谢产物及相关酶活性的影响,最后研究在不同厌氧水平下添加筛选的优良菌株对青贮过程微生物组成、各种有机酸含量等的影响。通过本项目研究,不但能阐明部分乳酸菌在空气(氧气)存在条件下快速生长繁殖的机制及影响因素,利用这些乳酸菌在厌氧不充分条件下提高青贮饲料的发酵品质,而且也可提高乳酸菌发酵剂的生产效率和储藏性能,对优质青贮饲料生产、乳酸菌的基础理论研究和发酵剂制备产生较大的推动作用。

Abstract:

During ensiling, the anaerobic environment and lactic acid bacteria (LAB) play a leading role in the silage fermentation quality. The researches have shown that some LAB can grow and produce acids at aerobic condition, but the mechanism is not clear yet. This project will: firstly, select out a few LAB with the strong capacity to grow at aerobic condition and identify them by physiologic analyses and molecule methods; then study the effect of air (oxygen) ratios, nutrition levels and antioxidants addition on the growth, metabolic products and related enzymes; finally, study the effects of adding selected LAB at non-anaerobic condition on the changes of microbes and organic acids during ensiling. Through completing this research, we will not only make the growth mechanism of LAB under aerobic condition and influence factors clear, but also use such LAB to improve the silage fermentation quality at non-anaerobic conditions and production and storage of additives. The obtained achievements will greatly promote the production of good silage, fundamental researches on LAB and preparation of LAB fermenters.

关键词(用分号分开): 半干青贮; 乳酸菌; 发酵品质; 牧草; 饲用作物

Keywords(用分号分开): wilted silage; Lactic acid bacteria; Fermentation quality; Grass; Forage crops



项目组主要成员

| 编号 | 姓名 | 出生年月 | 性别 | 职称 | 学位 | 单位名称 | 电话 | 证件号码 | 项目分工 | 每年工作时间(月) | | | | |
|-----|-----|---------|----|-------|----|--------|--------------|--------------------|------------|-----------|-----|--|-----|--|
| 1 | 张建国 | 1968.01 | 男 | 教授 | 博士 | 华南农业大学 | 020-38604789 | 620105196801012037 | 项目负责人 | 8 | | | | |
| 2 | 王晓亚 | 1984.12 | 女 | 讲师 | 博士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 130928198412202428 | 青贮研究 | 4 | | | | |
| 3 | 董朝霞 | 1974.10 | 女 | 助理研究员 | 博士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 15012119741006822x | 乳酸菌特性研究 | 4 | | | | |
| 4 | 江院 | 1979.12 | 男 | 实验师 | 博士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 421004197912121232 | 乳酸菌鉴定 | 4 | | | | |
| 5 | 田静 | 1994.08 | 女 | 博士生 | 硕士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 341222199408193563 | 有氧生长机制研究 | 10 | | | | |
| 6 | 尹祥 | 1993.01 | 男 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 430521199301118732 | 青贮研究 | 10 | | | | |
| 7 | 胡亚琴 | 1995.02 | 女 | 硕士生 | 学士 | 华南农业大学 | 02038604789 | 342921199502232322 | 乳酸菌筛选、特性分析 | 10 | | | | |
| 总人数 | | | 高级 | | 中级 | | 初级 | | 博士后 | | 博士生 | | 硕士生 | |
| 7 | | | 1 | | 3 | | 0 | | | | 1 | | 2 | |



国家自然科学基金项目直接费用预算表（定额补助）

项目批准号：31971764

项目负责人：张建国

金额单位：万元

| 序号 | 科目名称 | 金额 |
|----|----------------------|---------|
| 1 | 项目直接费用合计 | 58.0000 |
| 2 | 1、设备费 | 3.1000 |
| 3 | (1)设备购置费 | 3.1000 |
| 4 | (2)设备试制费 | 0.0000 |
| 5 | (3)设备升级改造与租赁费 | 0.0000 |
| 6 | 2、材料费 | 26.4000 |
| 7 | 3、测试化验加工费 | 6.2400 |
| 8 | 4、燃料动力费 | 0.0000 |
| 9 | 5、差旅/会议/国际合作与交流费 | 7.1000 |
| 10 | 6、出版/文献/信息传播/知识产权事务费 | 4.2000 |
| 11 | 7、劳务费 | 10.5600 |
| 12 | 8、专家咨询费 | 0.4000 |
| 13 | 9、其他支出 | 0.0000 |



预算说明书（定额补助）

（请按照《国家自然科学基金项目预算表编制说明》等的有关要求，对各项支出的主要用途和测算理由，以及合作研究外拨资金、单价 ≥ 10 万元的设备费等内容进行必要说明。）

预算直接经费58.0000万元，均为国家自然科学基金资助，直接费用具体预算说明如下：

1. 设备费 3.1000万元

生化培养箱1台1.7000万元；
紫外分光光度计1台1.4000万元。

2. 材料费 26.4000万元

微生物培养基1.5200万元（MRS 40瓶 \times 280元/瓶，NA 10瓶 \times 200元/瓶，PDA 10瓶 \times 200元/瓶）；

糖利用测定用API50CH活性试剂条2.3000万元（10盒 \times 2300元/盒）；

发酵产物等测定用色谱柱2.1500万元（糖柱1支9500元，有机酸柱1支12000元）；

糖、有机酸、醇类标样1.2000万元（30种 \times 400元/瓶）；

DNA提取、回收等试剂盒7.6500万元（提取15盒 \times 3500元/盒，回收纯化15盒 \times 1600元/盒）；

塑料培养皿0.6000万元（20箱 \times 300元/箱）；

比色皿0.6000万元（40个 \times 150元/箱）；

离心管0.8000万元（20袋 \times 400元/袋）；

厌氧培养罐0.4800万元（6个 \times 800元/个）；

厌氧产气袋0.4600万元（10袋 \times 460元/袋）；

自动温度记录器0.7200万元（6个 \times 1200元/个）；

一般理化分析试药、试剂、试管等6.6000万元（16500元/年 \times 4年）；

消化管1.3200万元（66支 \times 200元/支）。

3. 测试化验加工费 6.2400万元

青贮过程微生物群落组成分析6.2400万元（52样 \times 1200元/个）。

4. 燃料动力费0.0000万元

无。

5. 差旅/会议/国际合作与交流费 7.1000万元

参加国际学术会议差旅费4.4600万元（1人次内罗毕26000元、1人次韩国18600）；

国内学术会议差旅费2.0000万元（4人次 \times 5000元/次）；

试验材料种植、取样交通费0.64万元（20人次/年 \times 80元/人次 \times 4年）。

6. 出版/文献/信息传播/知识产权事务费 4.2000万元

论文出版费2.4000万元（6篇 \times 4000元/篇）；

专利申请相关费用1.4000万元（2项 \times 7000元/项）；

文献获取、资料打印等费用0.4000万元（1000元/年 \times 4年）。

7. 劳务费 10.5600万元

研究生劳务补助8.4000万元（1博士生 \times 12000元/年 \times 3年+2硕士生 \times 6000元/年 \times 4年）；

牧草种植、收割等零时聘用人员劳务费2.1600万元（45人日 \times 120元/人日 \times 4年）

8. 专家咨询费 0.4000万元

国内外专家咨询费0.4000万元（5人次 \times 800元/人次）。

9. 其他支出 0.0000万元

无。

项目负责人签字：

科研部门公章：

财务部门公章：



报告正文

研究内容和研究目标按照申请书执行。



国家自然科学基金资助项目签批审核表

| <p>我接受国家自然科学基金的资助，将按照申请书、项目批准意见和计划书负责实施本项目（批准号：31971764），严格遵守国家自然科学基金委员会关于资助项目管理、财务等各项规定，切实保证研究工作时间，认真开展研究工作，按时报送有关材料，及时报告重大情况变动，对资助项目发表的论著和取得的研究成果按规定进行标注。</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">项目负责人（签章）： 年 月 日</p> | <p>我单位同意承担上述国家自然科学基金项目，将保证项目负责人及其研究队伍的稳定和研究项目实施所需的条件，严格遵守国家自然科学基金委员会有关资助项目管理、财务等各项规定，并督促实施。</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">依托单位（公章） 年 月 日</p> | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|--|--|--|--|--|
| 本 栏 目 由 基 金 委 填 写 | <p>科学处审查意见：</p> <p>建议年度拨款计划（本栏目为自动生成，单位：万元）：</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th style="width: 10%;">年度</th> <th style="width: 10%;">总额</th> <th style="width: 10%;">第一年</th> <th style="width: 10%;">第二年</th> <th style="width: 10%;">第三年</th> <th style="width: 10%;">第四年</th> <th style="width: 10%;">第五年</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">金额</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | 年度 | 总额 | 第一年 | 第二年 | 第三年 | 第四年 | 第五年 | 金额 | | | | | | |
| | 年度 | 总额 | 第一年 | 第二年 | 第三年 | 第四年 | 第五年 | | | | | | | | |
| | 金额 | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">负责人（签章）： 年 月 日</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 本 栏 目 主 要 用 于 重 大 项 目 等 | <p>科学部审查意见：</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">负责人（签章）： 年 月 日</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>相关局室审核意见：</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">负责人（签章）： 年 月 日</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>委领导审批意见：</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">委领导（签章）： 年 月 日</p> | | | | | | | | | | | | | | | |

三、论文、著作等

1.检索证明



SCAULIB202519388

检索证明

根据委托人提供的论文材料，委托人华南农业大学林学与风景园林学院 董朝霞 13 篇论文收录情况如下表。

| 序号 | 论文名称 | 发表刊物及发表的年月卷期/页码等 | 作者排名 | 论文等级 | 作者文中单位 | 收录情况 | 影响因子 | 中科院大类分区 |
|----|--|---|------|------|-----------------|------|--|-------------------------------|
| 1 | Silicon effect on growth, nutrient uptake, and yield of peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L.) under aluminum stress | JOURNAL OF PLANT NUTRITION 出版年: 2018 卷期: 41 15 页码: 2001-2008 文献类型: Article | 1 | B类 | 华南农业大学林学与风景园林学院 | SCI | IF2-year=0.753 IF5-year=0.864 (2018) | 农林科学 4区 Top期刊: 否 (2018) |
| 2 | 草坪中外来入侵杂草的化感作用及其利用 | 草原与草坪 出版年: 2009 卷期: 4 页码: 73-76+80 文献号: 文献类型: | 1 | 普刊类 | 华南农业大学农学院 | CNKI | 无 | 无 |
| 3 | 甘薯藤和甘薯皮山羊瘤胃降解率的动态变化 | 江苏农业科学 出版年: 2021 卷期: 49 11 页码: 115-119 文献号: 文献类型: | 1 | C类 | 华南农业大学南方草业中心 | 北大核心 | 无 | 无 |

| | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--|------|----|-------------------------|------|---|---|
| 4 | 生育期和品种对大豆全株产量和营养价值的影响 | 饲料研究 出版年：2021 卷期：44 9 页码：94-98 文献号： 文献类型： | 1 | C类 | 华南农业大学 南方草业中心 | 北大核心 | 无 | 无 |
| 5 | 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 油剂剂型研究 | 中国生物防治学报 出版年：2022 卷期：38 4 页码：990-1000 文献号： 文献类型： | 1 | B类 | 华南农业大学 林学与风景园 林学院 | 北大核心 | 无 | 无 |
| 6 | 尖角突脐孢菌紫外光诱变及高致病力菌株的筛选 | 南京农业大学学报 出版年：2022 卷期：45 2 页码：269-279 文献号： 文献类型： | 1 | B类 | 华南农业大学 林学与风景园 林学院 | 北大核心 | 无 | 无 |
| 7 | 添加菜籽壳对甜玉米秸秆青贮品质的影响 | 饲料研究 出版年：2022 卷期： 2 页码：83-87 文献号： 文献类型： | 通讯作者 | C类 | 华南农业大学 林学与风景园 林学院 | 北大核心 | 无 | 无 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------------------|---|------|-----|---------------------|------|---|---|
| 8 | 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发的化感作用研究 | 饲料研究 出版年：2024 卷期：47 22 页码：84-88 文献号： 文献类型： | 通讯作者 | C类 | 华南农业大学 南方草业中心 | 北大核心 | 无 | 无 |
| 9 | 溪黄草浸提液对2种杂草种子萌发和幼苗生长的化感作用 | 草地学报 出版年：2024 卷期：32 7 页码：2118-2127 文献号： 文献类型： | 通讯作者 | C类 | 华南农业大学 南方草业中心 | 北大核心 | 无 | 无 |
| 10 | 3种植物生长调节剂对结缕草耐荫性的影响 | 草业学报 出版年：2025 卷期：34 3 页码：224-232 文献号： 文献类型： | 通讯作者 | A类 | 华南农业大学 林学与风景园林学院 | 北大核心 | 无 | 无 |
| 11 | 华南农业大学草业科学专业大学生就业面临的问题及对策 | 现代农业科技 出版年：2012 卷期：1 页码：25-26+28 文献号： 文献类型： | 1 | 普刊类 | 华南农业大学 农学院 | CNKI | 无 | 无 |

| | | | | | | | | |
|----|-------------------------|--|------|-----|---------------------|------|---|---|
| 12 | 草业科学专业开设草资源学课程的必要性及教学体会 | 现代农业科技 出版年：2012 卷期： 3 页码： 42-44 文献号： 文献类型： | 通讯作者 | 普刊类 | 华南农业大学 农学院 | CNKI | 无 | 无 |
| 13 | 校企合作模式下应用型草业人才培养方案改革研究 | 草学 出版年：2020 卷期： S1 页码： 44-46+50 文献号： 文献类型： | 1 | 普刊类 | 华南农业大学 林学与风景园林学院 | CNKI | 无 | 无 |

说明：论文等级和中科院大类分区按《华南农业大学学术论文评价方案（试行）》划分。

报告免责声明：如未盖章，报告无效

检索员：刘汉忠
华南农业大学图书馆
2025-07-17

2.以第一作者发表本专业论文情况

2.1 Silicon effect on growth, nutrient uptake and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under aluminum stress



Journal of Plant Nutrition



ISSN: 0190-4167 (Print) 1532-4087 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/lpla20>

Silicon effect on growth, nutrient uptake, and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under aluminum stress

Zhaoxia Dong, Yanbing Li, Xueming Xiao, Yong Chen & Xuefeng Shen

To cite this article: Zhaoxia Dong, Yanbing Li, Xueming Xiao, Yong Chen & Xuefeng Shen (2018) Silicon effect on growth, nutrient uptake, and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under aluminum stress, Journal of Plant Nutrition, 41:15, 2001-2008, DOI: [10.1080/01904167.2018.1485163](https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1485163)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1485163>



Published online: 05 Sep 2018.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 6



View Crossmark data [↗](#)

Full Terms & Conditions of access and use can be found at
<http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=lpla20>



Silicon effect on growth, nutrient uptake, and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under aluminum stress

Zhaoxia Dong^a, Yanbing Li^b, Xueming Xiao^b, Yong Chen^b, and Xuefeng Shen^b 

^aCollege of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou, P. R. China;

^bCollege of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou, P. R. China

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of silicon (Si) on growth, nutrient uptake, and yield of peanut under aluminum (Al) stress. Peanut (*Arachis hypogaea* L. cv. Zhonghua 4) raised with or without Si (1.5 mM) in the growth chamber under 0 and toxic Al (0.3 mM) levels. Aluminum stress significantly decreased the biomass and root dry weight by 12.9% and 10.7%, and the pod yield, number of mature pod per plant and seed number of per pod by 16.7%, 10.7%, and 13.9%. The content of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg) was significantly decreased, but that of Al increased markedly in shoots and roots of peanut after Al exposure at seedling, flower-needle and pod-setting stage. Under Al stress condition, Si application protected peanut by improving nutrient uptake at different growth stages and favoring the partitioning of dry mass to pod and the allocation of tissue N, P, K, Ca, and Mg to shoots and pod and decreasing Al uptake and accumulation.

ARTICLE HISTORY

Received 22 June 2017

Accepted 7 February 2018

KEYWORDS

aluminum toxicity;
macronutrients;
peanut; silicon

Introduction

Acid soils currently limit crop production on 30%–40% of total and up to 70% of potentially arable land worldwide. Meanwhile, aluminum (Al) toxicity constraint the crop producing approximately 67% of the total acid soil (Brown et al. 2008). Excess Al causes a rapid inhibition of root growth results in the inhibition of cell division in root tips and lateral roots (Ryan et al. 1993). Al toxicity also causes DNA damage (Rounds and Larsen 2008) and induces programmed cell death (Zhan et al. 2013, 2014). Al interferes with the uptake, transport, and utilization of several essential nutrient elements, including calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), phosphorus (P), and iron (Fe) (Schöll et al. 2005; Liang et al. 2013; Li et al. 2017). Consequently, such roots are inefficient in absorbing nutrients and water, leading to a significant reduction in crop yields on acid soils (Ryan et al. 2001; Brown et al. 2008). In recently, Al toxicity is also a major agricultural problem, and is intensively studied in plant systems.

Silicon (Si), the second most abundant element existing in the earth's crust, has not been proven to be an essential element for plants growth (Epstein 1999), but the beneficial effects of Si have been observed in a wide variety of plant species (Ma 2004). The beneficial effects of Si have been observed in various plant species, including Si-accumulating and non-accumulating species (Adrees et al. 2015; Cooke and Leishman 2016). Silicon accumulates to quite high levels in the tissues of nearly all plants (Ma 2004). Although Si content is low in legumes, recent studies have

shown that Si promoted growth of soybean (Shen et al. 2009) and peanut (Shi et al. 2010; Shen et al. 2014). It has been reported that the role of Si decreased Al toxicity in sorghum (*Sorghum bicolor* L.) (Galvez et al. 1987), tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) (Peaslee and Frink 1969), and barley (*Hordeum vulgare* L.) (Liang 1999). Meanwhile, Si application would enhance tolerance of toxic metals by reducing the uptake and translocation of metals, including Al (Adrees et al. 2015; Cooke and Leishman 2016).

Peanut (*Arachis hypogaea* L.), a legume, is one of the most important edible oil and nutritional crops in the world (Shi et al. 2010; Li et al. 2017). It is grown on many soil types including acidic soil, but the root growth inhibition induced by Al toxicity (Zhan et al. 2013, 2014). Our previous studies have revealed that Si application can improve Al-toxicity tolerance in physiology parameter of peanut (Shen et al. 2014; Li et al. 2017). However, the effect of Si on Al-toxicity tolerance in peanut or any plant of the *Leguminosae* family has been poorly studied (Shen et al. 2014). Therefore, a pot experiment was conducted to determine the effect of Si application on growth, nutrient uptake, and yield in peanut under Al stress. In this study, we sought an understanding of whether and how Si might mediate growth and nutrient uptake in peanut under Al toxicity stress.

Materials and methods

Plant material and growth conditions

The pot experiments were conducted in the greenhouse during March to July 2015 under controlled condition at the Weed Research Laboratory, College of Agriculture of South China Agricultural University (N23°, E113°), Guangzhou, China.

The experimental unit consisted of five pots and there were 20 pots in each replication. The pot were filled with 1.5 kg mixture of soil: peat: sand (dry weight basis, 2:1:1). After germination, eight uniform peanut (*Arachis hypogaea* L., cv. Zhonghua 4) seedlings were selected and transferred per pot. The pots were watered by adding measured amounts of water after weighing a random sample of pots. Pots were fertilized three days after planting with half-strength Hoagland's nutrient solution. The solution contained 4 mM calcium nitrate [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$]; 5 mM potassium nitrate (KNO_3); 2 mM magnesium sulfate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); 1 mM ammonium phosphate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$); 0.1 mM iron sodium ethylenediaminetetraacetic acid ($\text{FeNaEDTA} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$); 0.01 mM manganese chloride ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$); 0.001 mM copper sulfate (CuSO_4); 0.01 mM zinc sulfate (ZnSO_4); 0.033 mM boric acid (H_3BO_3); and 0.0002 mM ammonium molybdate ($\text{NH}_4\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Full strength solution was applied to the pots 3 d later and watered every 2 d; pots were divided into two parts: one without Si; the other with Si at 1.50 mM in the form of sodium metasilicate ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, Sinopharm Chemical Reagent Co., Ltd. Beijing, China). The Si application by 1.50 mM with Hoagland's nutrient solution, which based on previous studies (Shen et al. 2014) as confirmed by our preliminary trial, this concentration of Si was considered optimal for the normal growth of peanut. The seedlings were then exposed to 0.3 mM Al^{3+} ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (pH 5.0) and control solution without Al. Thus, the treatments tested were (i) control – no silicon or Al stress, (ii) + Si, (iii) Al stress, and (iv) + Al + Si. These treatments were arranged into a completely randomized design with four replications. Plant samples were collected at seedling, flower-needle, and pod-setting stages for elemental analyses. At final harvest, total biomass, shoot dry weight, root dry weight, pod yield, and yield components were obtained from four plants selected randomly from each pot.

Elemental analyses

The roots and shoots were sampled and oven-dried (70 °C) for 48 h to constant weight for the determination of dry matter, milled into powder (Shen et al. 2009). For each sample, 0.200 g of

the milled sample was then digested in 8 ml oxidizing solution [15 M nitric acid (HNO₃) and 9 M hydrogen peroxide (H₂O₂), v/v] for 30 min at 2600 kPa (80 psi) in a MDS-2000 microwave oven (CEM Corp., Matthews, NC). The samples were diluted to a final volume of 25 ml with deionized water for further analysis.

Nitrogen (N) was determined in 0.500 g milled samples using the semi-micro-Kjeldahl method (Eastin 1978). Phosphorus (P) in the digested samples was measured colorimetrically at 882 nm using the molybdenum blue method (Allen et al. 1976). The contents of mineral elements [potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg)] in each sample were determined according to the method of Shen et al. (2009). Standard solutions were used for the calibration. All samples were analyzed in duplicate. After fully digested using a HNO₃/HClO₄ mixture, the content of aluminum (Al) in each sample were determined by ICP-MS (Mass Spectroscopy with Inductively Coupled Plasma, model Elan-6000, Perkin Elmer Corp., Norwalk, CO, USA) (Zheng et al. 2005). Nutrient content was calculated as the product of concentration and dry mass.

Biomass and yield components analyses

For the shoot, the data were recorded for stem dry weight and leave dry weight. In underground parts, pod dry weight, root dry was recorded. Fresh weights of the different plant parts were determined immediately after harvest and the samples were oven-dried at 80 °C for 48 h or until a constant weight to determine dry weight of all plant parts. The root shoot ratio was calculated. The pods were separated for air-dried to approximately 8% moisture content and pod dry weight was determined. Yield components such as pod number per plant, seed number per pod, and 100 seed weight were recorded. Seeds number per pod was averaged from mature pods obtained from plants in two pots. Weight of 100 seeds (g) was obtained from 100 seeds.

Statistical analysis

Data were presented as mean ± SE. The data were computed using SPSS program (SPSS Inc., Chicago, IL) and analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA) followed by post-hoc test (Bonferroni) for multiple comparisons of latrunculin concentrations. Significant results were determined as $p < .05$.

Results

Biomass production

Compared with control, the biomass and root dry weight were significantly decreased by 12.9% and 10.7% under Al stress, respectively (Table 1). On average, the leaf dry weight, stem dry weight, and root/shoot ratio were no significant difference between control and treatments (Table 1).

Table 1. Effect of silicon on the biomass, leaf dry weight, stem dry weight, root dry weight and the root/shoot ratio of peanut seedlings under Al stress.

| Treatment | Biomass (g·pot ⁻¹) | Leaf dry weight (g·pot ⁻¹) | Stem dry weight (g·pot ⁻¹) | Root dry weight (g·pot ⁻¹) | Root/shoot ratio |
|-----------|--------------------------------|--|--|--|------------------|
| Control | 29.84 ± 2.12 a | 7.54 ± 0.24 a | 12.42 ± 1.12 a | 4.59 ± 0.19 a | 0.23 ± 0.02 a |
| Si | 30.12 ± 3.23 a | 7.60 ± 0.35 a | 12.52 ± 2.02 a | 4.63 ± 0.20 a | 0.23 ± 0.03 a |
| Al | 25.98 ± 2.31 b | 6.92 ± 0.16 a | 11.68 ± 1.81 a | 4.24 ± 0.15 b | 0.21 ± 0.03 a |
| Al + Si | 28.49 ± 4.24 ab | 7.24 ± 0.23 a | 11.96 ± 1.72 a | 4.39 ± 0.17ab | 0.23 ± 0.04 a |

Note: Different letters within columns indicate a significant difference. Values represent means of four replicates.

Nutrient content in shoots

Compared with control, the content of nitrogen (N) in shoot was significantly decreased by 12.3%, 12.3%, and 13.3% after exposed to Al stress at seedling, flower-needle and flower-needle stages, respectively (Figure 1A). However, compared with Al treatment, N uptake was substantially increased by 10.6%, 10.1%, and 11.9% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively. Compared with control, phosphorus (P) uptake was significantly decreased by 28.6%, 27.2%, and 27.4% under Al stress at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively (Figure 1B). But compared with Al treatment, P uptake was markedly increased by 24.2%, 25.3%, and 26.7% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively. On average, the uptake of potassium (K) was significantly decreased by 13.2%, 14.5%, and 12.1% with Al treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages (Figure 1C). Compared with control, calcium (Ca) uptake was significantly decreased by 40.5%, 37.5%, and 34.7% under Al stress at seedling, flower-needle and pod-setting stages (Figure 1D). However, compared with Al treatment, Ca uptake was markedly increased by 23.5%, 27.4%, and 29.1% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle, and pod-setting stages. Compared with control, magnesium (Mg) uptake was significantly decreased by 32.3%, 25.4%, and 24.0% under Al stresses condition at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively, and decreased by 11.3% with Si treatment at pod-setting stages (Figure 1E). Compared with Al stress, Mg uptake was substantially increased by 17.1%, 15.6%, and 12.8% with Al+Si treatment. Compared with control, the uptake of aluminum (Al) was significantly increased by 98.2%, 109.3%, and 95.8% after exposed to Al toxicity and markedly increased by 65.6%, 67.6%, and 54.0% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively (Figure 1F). However, compared with Al treatment, Al uptake was decreased by 16.4%, 19.9%, and 21.4% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively.

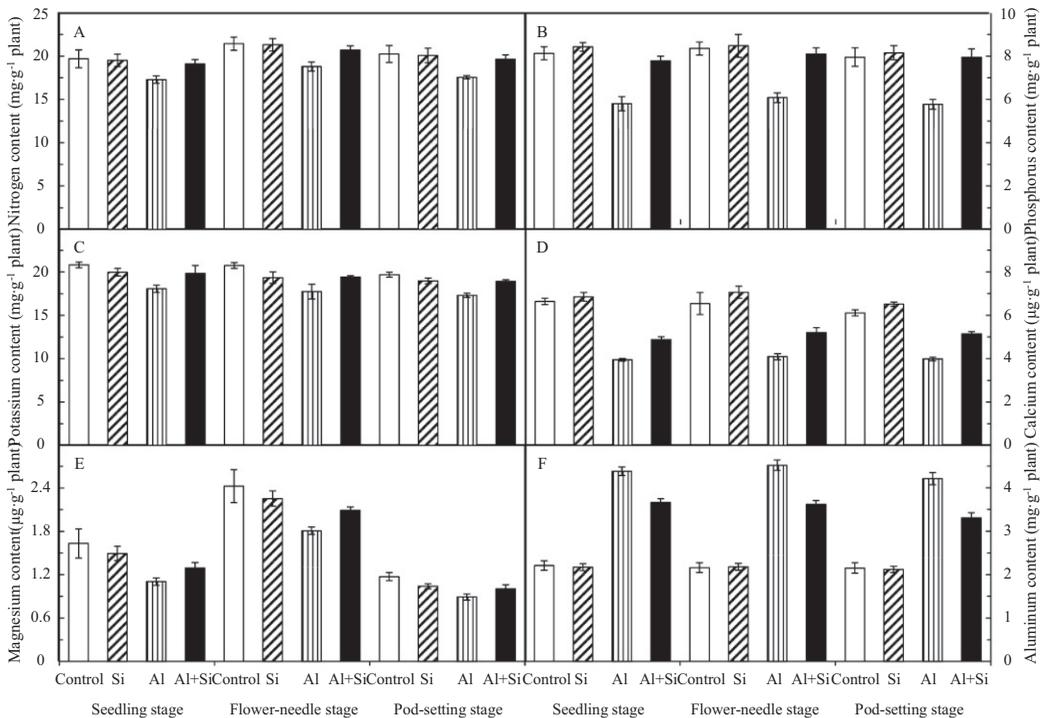


Figure 1. Effect of silicon (Si) on nitrogen (A), phosphorus (B), potassium (C), calcium (D), magnesium (E), and aluminum (F) contents in shoots of peanut under Al stress at different growth stages. Values represent means of four replicates.

Nutrient content in roots

Compared with control, the content of N in root was significantly decreased by 12.1%, 12.3%, and 12.4% after exposed to Al stress at seedling, flower-needle and flower-needle stages, respectively (Figure 2A). Compared with control, phosphorus (P) uptake was significantly decreased by 10.4%, 11.4%, and 12.0% under Al stress at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively (Figure 2B). On average, the uptake of K was significantly decreased by 20.7%, 17.7%, and 16.4% with Al treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages (Figure 1C). However, compared with Al treatment, K uptake was markedly increased by 12.8%, 13.4%, and 13.4% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively. Compared with control, Ca uptake was significantly decreased by 14.6%, 18.2%, and 19.5% under Al stress at seedling, flower-needle and pod-setting stages (Figure 1D). But compared with Al treatment, Ca uptake was markedly increased by 12.4%, 13.1%, and 15.5% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle, and pod-setting stages. Compared with control, Mg uptake was significantly decreased by 17.6% and 13.8% under Al stresses condition at flower-needle and pod-setting stages, respectively (Figure 1E). Compared with Al stress, Mg uptake was substantially increased by 17.1%, 15.6%, and 12.8% with Al+Si treatment. Compared with control, the uptake of Al was significantly increased by 371.5%, 401.4%, and 380.2% after exposed to Al toxicity and markedly increased by 179.6%, 226.4%, and 204.6% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively (Figure 1F). However, compared with Al treatment, Al uptake was decreased by 40.7%, 34.9%, and 36.6% with Al+Si treatment at seedling, flower-needle and pod-setting stages, respectively.

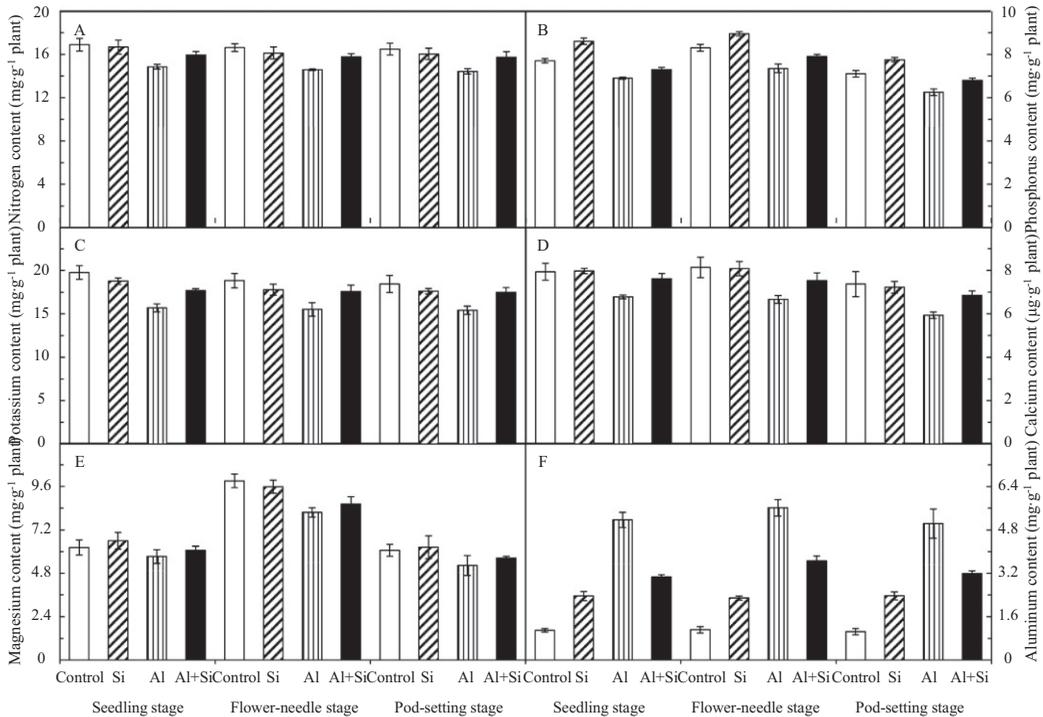


Figure 2. Effect of silicon (Si) on nitrogen (A), phosphorus (B), potassium (C), calcium (D), magnesium (E), and aluminum (F) contents in roots of peanut under Al stress at different growth stages. Values represent means of four replicates.

Table 2. Effect of silicon on pod yield, number of mature pod per plant, seed number of per pod, and seed size of peanut at harvest under Al stress.

| Treatment | Pod yield (g·plant ⁻¹) | Number of mature pod plant ⁻¹ | Seed number of pod | Seed size (g·100 seeds ⁻¹) |
|-----------|------------------------------------|--|--------------------|--|
| Control | 2.58 ± 0.22 ab | 7.50 ± 0.20 ab | 1.58 ± 0.23 ab | 28.18 ± 0.32 a |
| Si | 2.72 ± 0.35 a | 7.60 ± 0.22 a | 1.64 ± 0.32 a | 28.30 ± 0.34 a |
| Al | 2.15 ± 0.45 c | 6.70 ± 0.23 b | 1.36 ± 0.31 b | 28.05 ± 0.33 a |
| Al + Si | 2.40 ± 0.46 b | 7.20 ± 0.13 ab | 1.50 ± 0.24 ab | 28.12 ± 0.35 a |

Note: Different letters within columns indicate a significant difference. Values represent means of four replicates.

Yield and yield components

Compared with control, the pod yield, number of mature pod per plant and seed number of per pod were significantly decreased by 16.7%, 10.7%, and 13.9% under Al stress, respectively (Table 2). However, compared with Al treatment, the pod yield and seed number of per pod were markedly increased by 11.6% and 10.3% with Al + Si treatment, respectively.

Discussion

The initial and most dramatic symptom of Al toxicity is rapid inhibition of root elongation (Ryan et al. 1993; Zheng et al. 2005; Shen et al. 2014; Li et al. 2017). Meanwhile, Al toxicity is associated with gross changes in root morphology (Baylis et al. 1994). In the present study, biomass and root dry weight were significantly decreased following exposure to Al (Table 1). However, many previous studies reported that plant biomass and net assimilation rate are consistently increased following Si supply to stressed plants (Shen et al. 2014; Adrees et al. 2015; Cooke and Leishman 2016). Reductions in root and shoot growth were ameliorated when silicon was added to a K-deficient root medium (Miao et al. 2010). Shen et al. (2009) reported an increased biomass with Si application under UV-B radiation. In the present study, biomass, leaf dry weight, stem dry weight, root dry weight, and R/S were increased with Al + Si treatment (Table 1). Al toxicity, as a major constraint for crop production in acidic soil worldwide, significantly reduced the yield of wheat (Brown et al. 2008). In the present study, the pod yield, number of mature pod and seed number of per pod were significantly decreased after exposed to Al stress (Table 2). The role of Si could decrease Al toxicity in sorghum (*Sorghum bicolor* L.) (Galvez et al. 1987), tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) (Peaslee and Frink 1969), and barley (*Hordeum vulgare* L.) (Liang 1999). In the present study, the pod yield, number of mature pod per plant and seed number of per pod were increased with Al + Si treatment (Table 2).

Many researchers (Ryan et al. 1993; Liang et al. 2013) reported that nutritional imbalances induced after Al exposure in several plant species. Al interferes with the uptake, transport, and utilization of essential nutrients including Ca, Mg, K, and P (Schöll et al. 2005; Li et al. 2017). In the present study, the uptake of N, P, K, Ca, and Mg in shoots and roots was significantly decreased by exposed to Al stress at different growth stages (Figures 1 and 2). However, Si application would enhance tolerance of toxic metals by reducing the uptake and translocation of metals, including Al (Adrees et al. 2015; Cooke and Leishman 2016). Ma and Takahashi (1990) reported that Si can increase the uptake of P by rice in a P-deficient soil. Si also improved P uptake by soybean under UV-B radiation (Shen et al. 2009). Potassium concentration in maize increased in the presence of Si under water stress (Kaya et al. 2006). Our results showed that the content of K in shoots and roots was increased with Al + Si treatment (Figures 1 and 2). One possible mechanism for the enhancement of K uptake by Si could be the activation of H⁺-ATPase in the membranes (Liang 1999). In the present study, the content of K in shoots and roots was increased with Al + Si treatment (Figures 1 and 2). This is according with the previous study (Kaya et al. 2006) the addition of Si increased both leaf and root Ca. Greater Ca concentrations in plant tissues may also help in achieving better crop survival, with improved plant growth

under stress conditions. Many previous studies reported that the content of Al in the tissue of plant under Al toxicity or acidic soil condition (Ryan et al. 1993; Schöll et al. 2005; Brown et al. 2008). In the present study, the uptake of Al in shoots and roots was significantly increased after exposed to Al stress at different growth stages (Figures 1 and 2). The previous study has been reported that Si can reduce the uptake of Al by tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown on an acid soil (Peaslee and Frink 1969). Adrees et al. (2015) also showed that Si mediated alleviation of Al toxicity in plants. Our results showed that the content of Al in shoots and roots was markedly decreased with Al + Si treatment (Figures 1 and 2). This is according to soybean by Si application under Al toxicity (Baylis et al. 1994).

Conclusions

Aluminum reduced peanut biomass and yield, especially on root dry weight and number of mature pod, and markedly affected nutrient acquisition. Silicon application protects peanut against aluminum stress by lowering uptake and accumulation of aluminum, and by improving the nutrient uptake, favored the partitioning of dry mass to pod under Al stress and the allocation of tissue N, P, K, Ca, and Mg to shoots and pod.

Acknowledgments

We acknowledge the financial supports from the Pearl River S&T Nova Program of Guangzhou (201710010102).

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

ORCID

Xuefeng Shen  <http://orcid.org/0000-0003-1373-943X>

References

- Adrees, M., S. Ali, M. Rizwan, M. Zia-Ur-Rehman, M. Ibrahim, F. Abbas, M. Farid, M. F. Qayyum, and M. K. Irshad. 2015. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metal toxicity in plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 119:186–97.
- Allen, S. E., H. M. Grimshaw, J. A. Parkinson, and C. Quarmby. 1976. Chemical analysis of ecological materials. *Journal of Applied Ecology* 13 (2):650–1.
- Baylis, A. D., C. Gragopoulou, K. J. Davidson, and J. D. Birchall. 1994. Effects of silicon on the toxicity of aluminium to soybean. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 25 (5–6):537–46.
- Brown, T. T., R. T. Koenig, D. R. Huggins, J. B. Harsh, and R. E. Rossi. 2008. Lime effects on soil acidity, crop yield, and aluminum chemistry in direct-seeded cropping systems. *Soil Science Society of America Journal* 72 (3):634–40.
- Cooke, J., and M. R. Leishman. 2016. Consistent alleviation of abiotic stress with silicon addition: A meta-analysis. *Functional Ecology* 30 (8):1340–57.
- Eastin, E. F. 1978. Total nitrogen determination for plant material. *Analytical Biochemistry* 85 (2):591–4.
- Epstein, E. 1999. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50:641–4.
- Galvez, L., R. B. Clark, L. M. Gourley, and J. W. Maranville. 1987. Silicon interactions with manganese and aluminum toxicity in sorghum. *Journal of Plant Nutrition* 10 (9):1139–47.
- Kaya, C., L. Tuna, and D. Higgs. 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. *Journal of Plant Nutrition* 29 (8):1469–80.
- Li, Y., X. Xiao, Y. Chen, and X. Shen. 2017. Silicon effect on nutrient acquisition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under aluminum stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 48 (21):2526–33.

- Liang, Y. 1999. Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. *Plant and Soil* 209:217–24.
- Liang, C., M. A. Piñeros, J. Tian, Z. Yao, L. Sun, J. Liu, J. Shaff, A. Coluccio, L. V. Kochian, and H. Liao. 2013. Low pH, aluminum and phosphorus coordinately regulate malate exudation through *GmALMT1* to improve soybean adaptation to acid soils. *Plant Physiology* 161 (3):1347–61.
- Ma, J. F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science Plant Nutrition* 50 (1):11–8.
- Ma, J. F., and E. Takahashi. 1990. The effect of silicic acid on rice in a P-deficient soil. *Plant and Soil* 126 (1):121–5.
- Miao, B. H., X. G. Han, and W. H. Zhang. 2010. The ameliorative effect of silicon on soybean seedlings grown in potassium-deficient medium. *Annals of Botany* 105 (6):967–3.
- Peaslee, D. E., and C. R. Frink. 1969. Influence of silicic acid on uptake of Mn, Al, Zn, and Cu by tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown on an acid soil. *Soil Science Society of America Journal* 33 (4):569–71.
- Rounds, M. A., and P. B. Larsen. 2008. Aluminum-dependent root-growth inhibition in *arabidopsis* results from AtATR-regulated cell-cycle arrest. *Current Biology* 18 (19):1495–500.
- Ryan, P. R., E. Delhaize, and D. Jones. 2001. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 52 (1):527–60.
- Ryan, P. R., J. M. Ditomaso, and L. V. Kochian. 1993. Aluminium toxicity in roots: An investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. *Journal of Experimental Botany* 44 (2):437–46.
- Schöll, L. V., W. G. Keltjens, E. Hoffland, and N. V. Breemen. 2005. Effect of ectomycorrhizal colonization on the uptake of Ca, Mg, and Al by *Pinus sylvestris* under aluminum toxicity. *Forest Ecology and Management* 215 (1–3):352–60.
- Shen, X. F., J. M. Li, L. S. Duan, Z. H. Li, and A. E. Eneji. 2009. Nutrient acquisition by soybean treated with and without silicon under ultraviolet-B radiation. *Journal of Plant Nutrition* 32 (10):1731–43.
- Shen, X. F., X. M. Xiao, Z. X. Dong, and Y. Chen. 2014. Silicon effects on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of peanut under aluminum stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 36 (11):3063–9.
- Shi, G. R., Q. S. Cai, C. F. Liu, and L. Wu. 2010. Silicon alleviates cadmium toxicity in peanut plants in relation to cadmium distribution and stimulation of antioxidative enzymes. *Plant Growth Regulation* 61 (1):45–52.
- Zhan, J., H. Y. He, T. J. Wang, A. Q. Wang, C. Z. Li, and L. F. He. 2013. Aluminum-induced programmed cell death promoted by *AhSAG*, a senescence-associated gene in *Arachis hypoganea* L. *Plant Science* 210:108–17.
- Zhan, J., W. Li, H. Y. He, C. Z. Li, and L. F. He. 2014. Mitochondrial alterations during al-induced PCD in peanut root tips. *Plant Physiology and Biochemistry: Ppb* 75:105–13.
- Zheng, J. S., J. L. Yang, Y. E. He, X. H. Yu, L. Zhang, J. F. You, R. F. Shen, and H. Matsumoto. 2005. Immobilization of aluminum with phosphorous in roots is associated with high aluminum resistance in buckwheat. *Plant Physiology* 138 (1):297–303.

2.2 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 油剂剂型研究

全国中文核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE中国核心学术期刊(A)
CSCD来源期刊
中国农林核心期刊(A)

ISSN 2095-039X
CN 11-5973/S

中国生物防治学报

中国生物防治学报

CHINESE JOURNAL OF BIOLOGICAL CONTROL

第38卷 第4期 2022年8月 Vol.38 No.4 August 2022

CHINESE JOURNAL OF BIOLOGICAL CONTROL

Vol.38 No.4 Aug. 2022

主编人：李世宗



对根 孢子滤液 减菌液滤液

中国农业科学院植物保护研究所 主办
中国植物保护学会

目 次

• 特邀综述 •

我国昆虫性信息素技术的研发与应用进展 刘万才, 刘振东, 朱晓明, 杜永均(803)
我国生物农药登记品种清单式管理初探 杨峻, 侯燕华, 林荣华, 姜辉, 刘胤池, 邱立红, 刘学(812)

• 主要经济作物重要及新成灾害绿色综合防控技术专栏 •

淡紫紫孢菌微菌核发酵滤液生活性及代谢组学分析 范乐乐, 郭妍, 赵雪, 孙漫红, 李世东(821)
淡紫紫孢菌微菌核防治黄瓜根结线虫病及土壤环境对其定殖的影响 袁梦蕾, 范乐乐, 赵雪, 钟增明, 孙漫红, 李世东(831)
尖孢镰刀菌 F-1 对草莓灰霉病防控效果及机制初探 肖姬玲, 熊毅, 梁志怀, 杨科(840)
向日葵菌核病拮抗木霉菌筛选及防病效果 陈玉蓉, 曹秋林, 廉华, 马光恕, 蒋细良, 李梅(846)
植物提取物对油茶炭疽菌的抑菌活性筛选 罗建梅, 张兴怡, 伍建榕, 刘丽, 洪英娣, 张东华, 闫晓慧(852)
生防菌 D25 与啉环-咯菌腈复配对番茄灰霉病防治的增效作用 黄鑫, 郑丽宁, 顾学虎, 许煊炜, 张浩, 王迎春(860)
我国葡萄灰霉病菌对四霉素和啉酰菌胺的敏感性测定 田秀, 周连柱, 黄晓庆, 孔繁芳, 王忠跃, 甄志先, 张昊(868)
中生菌素和纳他霉素复配制剂防治番茄灰霉病的协同增效作用 纪林东, 马超, 徐军, 赵宜君, 张彦辉, 段小莉, 杨洋, 陈昶(874)
油茶炭疽病原鉴定及绿色防治药剂筛选 孙伟, 袁会珠, 陈淑宁(880)
土壤熏蒸与水肥菌/药一体化技术联用防控设施番茄病害 杨柳, 周清华, 王东歧, 郭荣君, 付宏阳, 张文秀, 葛蓓李, 李世东(890)
莫海威芽胞杆菌 D50 产抗菌脂肽培养基优化 顾学虎, 郑丽宁, 黄鑫, 翟乾行, 张义, 张浩, 梁爽(896)
解淀粉芽胞杆菌 DP03-4 发酵条件研究 王翠, 王妍, 戴蓬博, 梁晓飞, 张荣, 孙广宇(904)
油茶炭疽菌侵染对油茶叶片内生细菌群落结构的影响 崔明泰, 张东华, 闫晓慧, 洪英娣, 马煊成, 伍建榕, 刘丽(911)
北京地区番茄青枯病健康和发病植株根际细菌群落比较分析 马荣, 马毅楠, 王星, 谷医林, 魏海雷, 张晓霞(920)
高温低氧对菌核存活率和土壤微生物组成的影响 王嘉豪, 洪雨欣, 李聪聪, 吴波明(929)
猕猴桃园区坡度和晴天对猕猴桃溃疡病传播的影响 汪华, 邓思怡, 刘军, 常威, 程杰元, 陈琦, 喻大昭(939)
武夷菌素防治大豆菌核病的作用机制 杨淼冷, 谢家贝, 鲁妍璇, 施李鸣, 张克诚, 葛蓓李(945)
真菌病毒减弱弱寄生致病性机理及其生防应用 聂建华, 张理航, 张明明, 郭立华, 陈伟, 王双超(951)

• 研究论文 •

异色瓢虫和龟纹瓢虫幼虫对番茄潜叶蛾低龄幼虫的捕食功能反应 杨桂群, 范苇, 张倩, 李貌, 蒋正雄, 段盼, 胡昌雄, 陈国华, 张晓明(959)
捕食扶桑绵粉蚧的异色瓢虫肠道菌群分析 高萍, 王岩松, 郭龙秀, 李保平(967)
湿度对益蝽生长发育的影响 纪宇桐, 薛传振, 王孟卿, 向梅, 李萍, 李玉艳, 毛建军, 张礼生(975)
稻纵卷叶螟颗粒体病毒亚致死作用对宿主生长、繁殖和生理生化的影响 刘琴, 李传明, 韩光杰, 徐彬, 黄立鑫, 陆玉荣, 夏杨, 徐健(982)
嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 油剂剂型研究 董朝霞, 刘灵锐, 俞雯雯, 陈勇(990)
LmNotch 基因在飞蝗翅发育中的功能分析 徐子龙, 张福斌, 武兆辰, 张晶, 张建珍, 赵小明(1001)

• 专题综述 •

异色瓢虫色斑亚型差异性研究进展 肖达, 田仁斌, 陈旭, 吴萌萌, 徐庆宣, 张君明, 臧连生, 王甦(1009)
昆虫几丁质酶及其应用研究综述 李春春, 苟玉萍, 张克信, 张强艳, 刘长仲(1020)

• 绿色防控方法与技术 •

亮腹釉小蜂产品的质量标准 陈玲玲, 黄承志, 毛润乾, 修宝林, 高晶, 叶凤娟, Mubasher Hussain, 邱栋梁, 申宝营, 王朝红(1030)
苦参碱和蛇床子素复配对草莓二斑叶螨杀螨活性的影响 张质斌, 呼倩, 杜相革(1037)
褐梗天牛聚集-性信息素诱捕效果评价及应用 潘佳亮, 陈国发, 王传珍, 徐杰, 崔东阳, 吕永财, 姜璠, 韩阳(1043)
管氏肿腿蜂对双条杉天牛的寄生行为及防治潜力 白嘉伟, 王雪菲, 张杰, 朱会营, 魏步飞, 任海潮, 李会平(1054)
封面: 淡紫紫孢菌微菌核制剂对根结线虫卵的寄生及对黄瓜根系生长的影响 范乐乐, 袁梦蕾(摄)

嘴突凸脐蠕孢菌Y9511油剂剂型研究

董朝霞¹, 刘灵锐², 俞雯雯³, 陈勇^{2*}

(1. 华南农业大学林学与风景园林学院, 广州 510642; 2. 华南农业大学农学院, 广州 510642;
3. 广东烟草韶关市有限公司乳源县分公司, 韶关 512700)

摘要: 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 是一株千金子生防潜力菌。本研究采用 PDA 平板培养法, 以菌株 Y9511 的菌落直径、产孢量和孢子萌发率为指标, 探究 5 种载体、9 种表面活性剂、6 种溶剂油和 3 种稳定剂对它的影响, 且对孢子的分散性、悬浮性和稳定性做了研究, 为菌株 Y9511 的制剂开发提供一定依据。结果表明: 5 种载体、9 种表面活性剂、6 种油类助剂和 3 种稳定剂对菌株 Y9511 的菌丝体生长均存在抑制作用; 但珍珠岩、农乳 700#、大豆油对产孢量的影响较明显, 能使菌株 Y9511 产孢量达到 5.3×10^6 孢子/mL、 10.8×10^6 孢子/mL、 4.3×10^6 孢子/mL; 将孢子粉分别与珍珠岩、大豆油按 1:1 和 2:1 配制时, 萌发率最高, 为 47.00% 和 75.67%; 根据分散力和稳定性测定结果, 农乳 1601# 的分散力最好, 分散力指数 I 为 0.35; 海藻酸钾的稳定性最好, 斜率为 0.0526; 将农乳 1601# 和海藻酸钾配制成不同浓度, 与孢子粉混合, 当农乳 1601# 浓度为 0.3%, 海藻酸钾浓度为 0.1% 时, 孢子萌发率高达 54.33% 和 88.67%。基于上述比例, 初步配方确定为 Y9511 孢子粉 39.84%、珍珠岩 39.84%、大豆油 19.9%、农乳 1601# 0.3% 和海藻酸钾 0.1%。本试验从生物相容性的角度出发, 筛选出嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 油剂的最佳配方, 为后续开发与应用奠定了基础。

关键词: 嘴突凸脐蠕孢菌; 油剂; 载体; 表面活性剂; 油类助剂; 稳定剂

中图分类号: S476.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-9261(2022)04-0990-11

Formulation of Oil Solution of *Exserohilum rostratum* Y9511

DONG Zhaoxia¹, LIU Lingrui², YU Wenwen³, CHEN Yong^{2*}

(1. College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. Ruyuan County Branch of Guangdong Tobacco Shaoguan City Co., Ltd, Shaoguan 512700, China)

Abstract: Y9511 strain of *Exserohilum rostratum* is a potential bio-control agent of *Leptochloa chinensis* (L.) Nees. Effects of 5 carriers, 9 surfactants, 6 oil adjuvants, and 3 stabilizers on Y9511 colony diameter, spore production, and spore germination rate were evaluated using the PDA culture method, and dispersity, suspensibility, and stability were also detected, which serves to aid the preparation development of *E. rostratum* Y9511. The results showed that the 5 carriers, 9 surfactants, 6 oil adjuvantes, and 3 stabilizers all inhibited the mycelial growth of Y9511, but spore production differed between the treatments. Perlite, Nongru 700#, soybean oil, resulted in spore production of 5.3×10^6 , 10.8×10^6 , and 4.3×10^6 spores/mL, respectively. When the spore powder was mixed with perlite and soybean oil at 1:1 and 2:1, the germination rate was the highest, reaching 47.00% and 75.67%, respectively. According to dispersity and stability detection, Nongru 1601# showed the best dispersity, with a dispersity index of 0.35. Potassium alginate showed the best stability, with a slope of 0.0526. Nongru 1601# and potassium alginate were formulated in different concentrations and mixed with spore powder. When the

收稿日期: 2021-06-09

基金项目: 国家自然科学基金 (31672039); 国家重点研发计划 (2017YFD0201300)

作者简介: 董朝霞, 助理研究员, 博士, E-mail: dongzhaoxia@scau.edu.cn; *通信作者, 教授, 博士, 博士生导师, E-mail: chenrong@scau.edu.cn。

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2021.09.029

concentrations of Nongru 1601# and potassium alginate were 0.3% and 0.1%, respectively, the spore germination rates were 54.33% and 88.67%, respectively. Based on the above results, the preliminary formula of Y9511 was recommended as spore powder 39.84%, perlite 39.84%, soybean oil 19.9%, Nongru 1601# 0.3%, and potassium alginate 0.1%. From the perspective of biocompatibility, this study has screened out the best formula for *E. rostratum* Y9511, which serves as a foundation for subsequent development and application.

Key words: *Exserohilum rostratum*; oil solution; carrier; surfactant; oil adjuvants; stabilizer

微生物除草剂是把植物病原微生物或其代谢产物当作活体成分, 可以渗透杂草内部, 从而消灭杂草的一种微生物制剂^[1]。它可以专一选择目标杂草, 且对环境的压力小, 对作物的安全性高, 符合绿色生态的要求, 越来越受到学者们的关注, 并且已取得一定成效^[2-4]。自然界中的具有除草活性的真菌、细菌和病毒均可作为微生物除草剂的来源, 但目前开发最多的是真菌。有研究表明, 目前至少 40 个属、80 多种植物病原真菌或将成为微生物除草剂的有效成分^[5,6], 但尚无微生物除草剂用于防除千金子。

嘴突凸脐蠕孢菌分离自感病千金子植株, 华南农业大学杂草实验室已对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌株的生物学特性做了探究, 明确了其生长所需的最适温度、初始 pH、光照条件以及室内培养所需的营养元素; 室内条件下, 喷施 1×10^6 孢子/mL Y9511 孢子悬浮液后跟踪观察, 第 21 d 时, 对千金子的株防效和鲜重防效均达到 100%; 通过对水稻及其他 8 种杂草和作物的安全性研究, 其寄主范围相对专一, 可以成为活体微生物除草剂中的有效成分^[7,8]。但真菌菌株在自然环境中极其不稳定, 容易受外界环境影响而失去活性。研究表明, 将菌株作为活体成分并与不同助剂混合, 发现菌株寿命得到延长、有效活性被提高^[9,10]。

油剂是指将细菌或真菌的分生孢子溶在油基里, 不加水便能直接喷洒的一种剂型, 孢子在油介质中的存活率相对较高, 根据剂型性质、用途和靶标等需求, 是微生物农药的适用剂型。这种剂型不使用有机溶剂, 可避免配方中出现游离水, 是能够较长时间保持微生物活性的剂型之一^[11,12]。Xu 等^[13]的研究表明, 植物油能够增强药液在狭瓣天竺葵上的铺展面积。且油类助剂可以适当增加微生物制剂的黏度, 增加制剂在植物叶片的滞留量, 增强制剂抗雨水冲刷能力^[14,15]。同时, 利用油滴附着在叶片上, 润湿性和附着性均优于其他剂型, 雾滴和药液量相对较少, 对作物具有一定安全性, 常用于超低量喷雾, 且对环境污染小^[11]。李农昌等^[16]制备的球孢白僵菌 *Beauveria bassiana* 油剂中的孢子贮存期可达 6~12 个月, 在进行超低量喷雾防治时, 当即杀虫效果达 70% 以上, 1 个月内害虫白僵率可达 70% 以上, 体现出短期控制与长期控制结合于一体的优点。洪士茂和姚钟杰^[17]制备的杀灭草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 的绿僵菌油剂在 4 d 左右能达到 50% 以上死亡率。

1 材料与方法

1.1 供试材料

嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分离自感病千金子植株, 目前保存在广东省微生物菌种保藏中心 (GDMCC)。

PDA 培养基配方: 40.1 g 马铃薯葡萄糖琼脂 (PDA)、5~8 g 琼脂, 蒸馏水补至 1000 mL。

平板菌种: 挑取嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 的分生孢子于 PDA 培养基, 恒温 28 °C 培养 14 d。

孢子悬浮液: 用无菌水按 10 mL/皿稀释平板菌种, 经四层纱布过滤所得。

载体: 珍珠岩、硅藻土、滑石粉、高岭土、白炭黑。

溶剂油: 大豆油、玉米油、芝麻油、花生油、稻米油、葵花籽油。

表面活性剂: 农乳 500[#]、农乳 700[#]、农乳 600[#]、农乳 601[#]、农乳 602[#]、农乳 1601[#]、BY-120[#]、吐温-80、吐温-20。

稳定剂: 羧甲基纤维素钠 (以下简称 CMC-Na)、海藻酸钾、海藻酸钠。

1.2 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分生孢子的固态发酵

浸泡 24 h 后的优质大米加热 2 min, 121 °C 高温蒸汽灭菌。用无菌水按 10 mL/皿稀释平板菌种, 得到的孢子悬浮液与大米混合, 28 °C 恒温培养 14 d。发酵期间每日揉搓大米, 使菌均匀分散, 减少其他病菌

污染。当大米由白色转为灰黑色时,用检验筛(180目)筛得孢子粉,并放入4℃的冰箱保存。

1.3 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分生孢子萌发率测定

取1g步骤1.2收集到的孢子粉,与10mL的灭菌水充分混合,取0.1mL至载玻片上,于玻璃培养皿中垫有湿润滤纸,28℃恒温培养4h。挑取5个视野,统计明显长出芽管的孢子,重复3次,按下列公式检测孢子的活力。分生孢子萌发率(%)=(萌发的分生孢子数/总分生孢子数)×100。

1.4 载体筛选

1.4.1 载体种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌落直径及产孢量的影响 配制浓度1%(W/V)的不同载体的PDA培养基,121℃高温蒸汽灭菌后,倒入直径为9cm的玻璃培养皿,自然凝固后接种已生长7d的平板菌种,恒温培养(28℃)7d,用十字交叉法测量菌落直径。培养14d后,用10mL无菌水洗下分生孢子,测量产孢量。对照为没有载体的PDA培养基。每个处理3次重复。

1.4.2 载体种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分生孢子萌发的影响 以孢子粉(mg):载体(mg)为2:1的比例混合均匀,室温下保存两周后,用10mL的灭菌水稀释,取0.1mL混合液滴在无菌载玻片上,在培养皿上垫好湿润滤纸,恒温28℃培养4h。统计方法同1.3。每个处理3次重复。

1.4.3 孢子粉与珍珠岩的比例对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分生孢子萌发的影响 孢子粉与珍珠岩比例分别为3:1、2:1、1:1、1:2、1:3(以mg为单位)混合均匀,室温下保存两周。其他试验方法同1.3。每个处理3次重复。

1.5 表面活性剂筛选

1.5.1 表面活性剂种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌落直径及产孢量的影响 配制浓度2%(W/V)的不同表面活性剂的PDA培养基,121℃高温蒸汽灭菌后,倒入培养皿,其他试验方法同1.4.1。对照为没有表面活性剂的PDA培养基。每个处理3次重复。筛选出三种表现较好的表面活性剂。

1.5.2 表面活性剂分散力的测定 根据杨爽^[18]的分散力测定方法,将步骤1.5.1选出来的三种表面活性剂配制成一定浓度的溶液,与孢子粉混合后,迅速搅拌,在上、中、下三层取样,在显微镜下挑取5个视野观察孢子数。表面活性剂的分散优良程度以分散指数(I)为指标,按下列公式进行计算。当 $I < 1$ 时,孢子均匀分布;当 $I = 1$ 时,孢子随机分布;当 $I > 1$ 时,孢子聚集分布。当 $I < 1$ 时,I越小,孢子分布越均匀。根据分散指数的大小,确定最佳表面活性剂。 $I = \sigma^2 / \bar{X}$ (σ :标准差; \bar{X} :样本平均数)

1.5.3 农乳1601#的浓度对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发的影响 分别取农乳1601# 0.01mL、0.03mL、0.05mL和0.1mL,与30mg孢子粉混合均匀,室温下保存两周后,用10mL灭菌水混合均匀后,取0.1mL于培养皿上进行保湿,恒温28℃培养4h,其他试验方法同1.3。每个处理3次重复。

1.5.4 农乳1601#的浓度对分散性能的影响 分别取农乳1601# 0.1mL、0.3mL、0.5mL和1mL,与100mL灭菌水分别配制成0.1%、0.3%、0.5%和1%的溶液,加入30mg孢子粉混合均匀后,立刻在上、中、下三层取样,在血球计数板上观察。统计方法同1.5.2。

1.6 油类助剂的筛选

1.6.1 油类助剂种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 直径及产孢量的测定 配制浓度5%(W/V)的不同油类助剂的PDA培养基中,121℃高温蒸汽灭菌后,倒入培养皿。其他试验方法同1.4.1。对照为没有油类助剂的PDA培养基。每个处理3次重复。

1.6.2 油类助剂种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分生孢子萌发的影响 以孢子粉(mg):油类助剂(mL)为2:1的比例混合均匀,室温下保存两周。其他试验方法同1.3。每个处理3次重复。

1.6.3 孢子粉与大豆油的比例对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分生孢子萌发的影响 孢子粉与大豆油比例分别为4:1、2:1、1:1、1:2、1:4(孢子粉单位为mg;大豆油单位为mL)混合均匀,室温下保存两周。其他试验方法同1.3。每个处理3次重复。

1.7 10⁶孢子/mL孢子悬浮液的最大吸光波长确定

1.7.1 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子悬浮液配制 将嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌株接种到PDA培养基中,恒温28℃培养14d,用无菌水洗下孢子后,四层纱布滤除菌丝得到孢子悬液,在血球计数板观察,配制孢子悬浮液的浓度为10⁶孢子/mL。

1.7.2 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子悬浮液最大吸光波长确定 将步骤 1.7.1 的孢子悬浮液, 在波长范围为 340~1000 nm 的可见光分光光度计上测量其吸光值。初始波长值 350 nm, 每隔 100 nm 测量一次。当吸光度呈现下降趋势后, 在 350~450 nm 的范围内, 每隔 10 nm 再次测量其吸光度。将所有测量波长所对应的吸光度作曲线分析, 10^6 孢子/mL 孢子悬浮液的最大吸光度就是曲线的峰值, 对应波长则为最大吸收波长。

1.8 稳定剂的筛选

1.8.1 稳定剂种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌落直径及产孢量的影响 配制浓度 0.5% (W/V) 的不同稳定剂的 PDA 培养基, 放入 121 °C 高温蒸汽灭菌后, 倒入直径为 9 cm 培养皿。其他试验方法同 1.4.1。对照为没有稳定剂的 PDA 培养基。每个处理 3 次重复。

1.8.2 稳定剂的稳定性测定 配制一定浓度的不同稳定剂溶液, 与 30 mg 孢子粉充分混合, 波长值为 360 nm, 在分光光度计下分别放置 0 min、5 min、15 min、30 min、45 min 和 60 min, 测出其吸光度后进行拟合分析, 通过斜率大小比较其稳定性。每个处理 3 次重复。

1.8.3 稳定剂的悬浮率测定 按 GB/T 14825-2006 《农药悬浮率测定方法》进行悬浮率测定, 筛选出悬浮性最好的稳定剂。配制浓度为 0.01%、0.03%、0.05%、0.1%、0.3%、0.5% 和 1% (总体积为 250 mL) 的海藻酸钾溶液, 称取 0.5 g 孢子粉, 精确至 0.0001 g, 分别加入装有海藻酸钾溶液的烧杯中, 迅速搅拌, 在 32 °C 水浴中放置 30 min 后, 迅速用移液枪将内容物的 9/10 (即 225 mL) 悬浮液移出, 不要摇动或挑起量筒内的沉降物, 按规定方法测定试样和留在量筒底部 25 mL 悬浮液中的有效成分质量。试样中有效成分悬浮率 W (%) 按以下公式计算: W (%) = $(m_1 - m_2) / m_1 \times (10/9) \times 100$, 其中, m_1 : 配制悬浮液所取试样中有效成分质量, 单位为克 (g); m_2 : 留在量筒底部 25 mL 悬浮液中有效成分质量, 单位为克 (g); 10/9: 换算系数。

1.8.4 海藻酸钾的浓度对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 分生孢子萌发的影响 海藻酸钾溶液的浓度 0.01%、0.03%、0.05%、0.1%、0.3%、0.5% 和 1%, 与 30 mg 孢子粉混合均匀, 室温两周后取 0.1 mL 滴在无菌载玻片上, 置于培养皿中湿润培养 4 h。其他试验方法同 1.3。每个处理 3 次重复。

1.9 数据统计与分析

试验数据采用 SPSS (20.0) 数据处理系统和 Excel 2016 进行统计分析, 试验结果方差分析后进行 Duncan's 多重比较检验差异 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发率的测定

随机选取 5 个视野, 每个视野内明显长出芽管的孢子数/视野内总孢子数分别为 32/35、30/31、30/30、34/36 和 32/32。孢子萌发率为 96.34%, 说明收集的孢子活力较高, 可作为本次试验的材料。

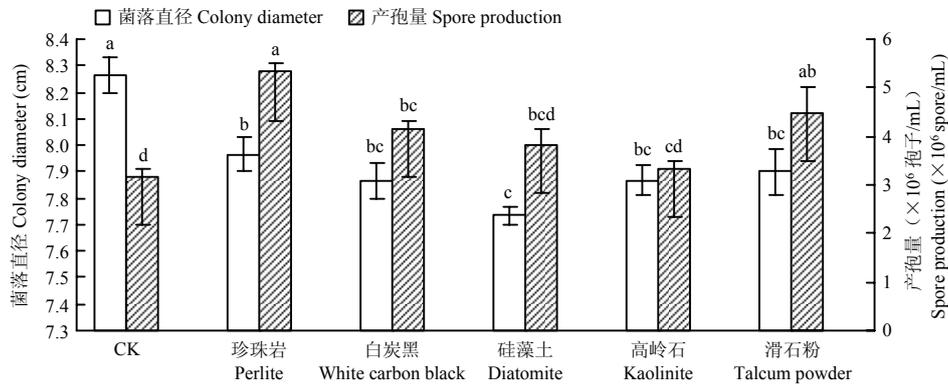
2.2 载体的筛选

载体的种类会对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 的菌落生长速度和产孢具有一定影响。由图 1 的试验结果可知, 不同载体与对照相比, 菌落直径存在显著性差异。PDA 培养基添加了不同载体后, 均减缓了菌落的生长速度, 其中, 添加硅藻土的培养基菌株生长最慢, 菌落直径只有 7.73 cm。

从产孢量来看, 不同载体均能促进菌株 Y9511 产孢。当以珍珠岩、滑石粉为载体时, 对菌株的产孢有明显的促进作用, 添加珍珠岩能使菌株 Y9511 的产孢量达到 5.3×10^6 孢子/mL, 添加滑石粉能使产孢量达到 4.5×10^6 孢子/mL, 与对照差异显著 ($P < 0.05$)。

将孢子粉 (mg) 与载体以 2:1 (mg) 的比例配制后, 滑石粉和珍珠岩的添加对孢子萌发有促进作用, 萌发率能达到 43.3% 和 50.0%。其余 3 种载体添加均对孢子萌发有抑制作用, 添加高岭土后萌发率为 41.3%, 添加硅藻土后为 36.0%, 添加白炭黑后为 38.6%。珍珠岩的成本比滑石粉低, 从制剂的开发角度看, 商品化生产应以尽量低成本的原料来获取效益高的产品, 综上所述, 珍珠岩作为载体效果更佳 (图 2)。

以珍珠岩作为载体时, 设定的所有比例的孢子萌发率均高于对照, 不同比例之间的萌发率几乎一致 (图 3)。当比例为 1:1 时, 萌发率最高, 为 47.0%, 故确定孢子粉 (mg) 与珍珠岩 (mg) 的添加比例为 1:1。

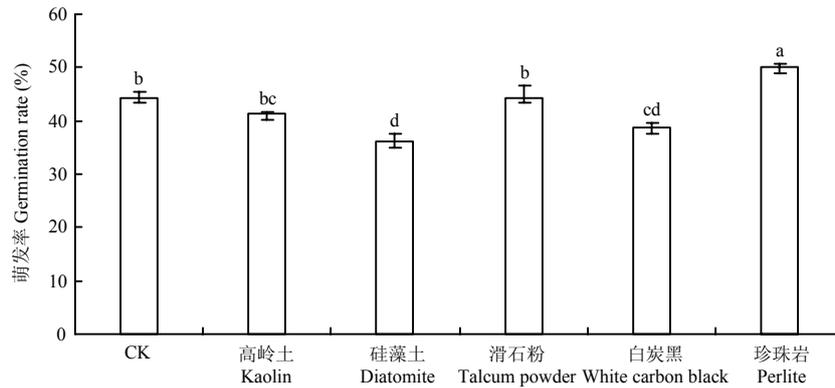


注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 1 载体种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌落直径及产孢量的影响

Fig. 1 The effect of carrier types on the colony diameter and spore production of *E. rostratum* Y9511

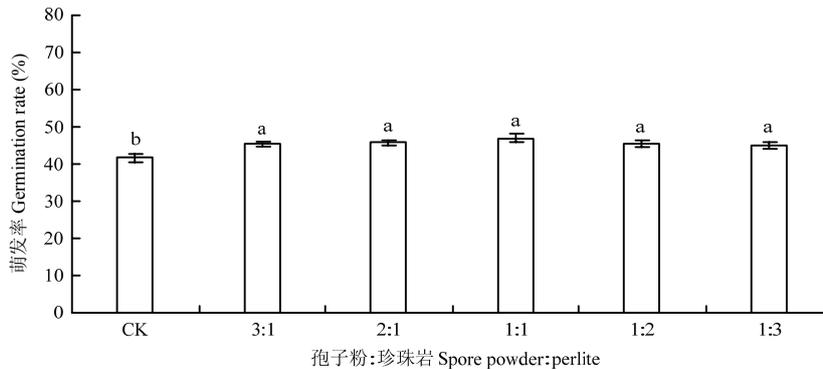


注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 2 载体种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发的影响

Fig. 2 The effect of carrier types on the spore germination of *E. rostratum* Y9511



注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

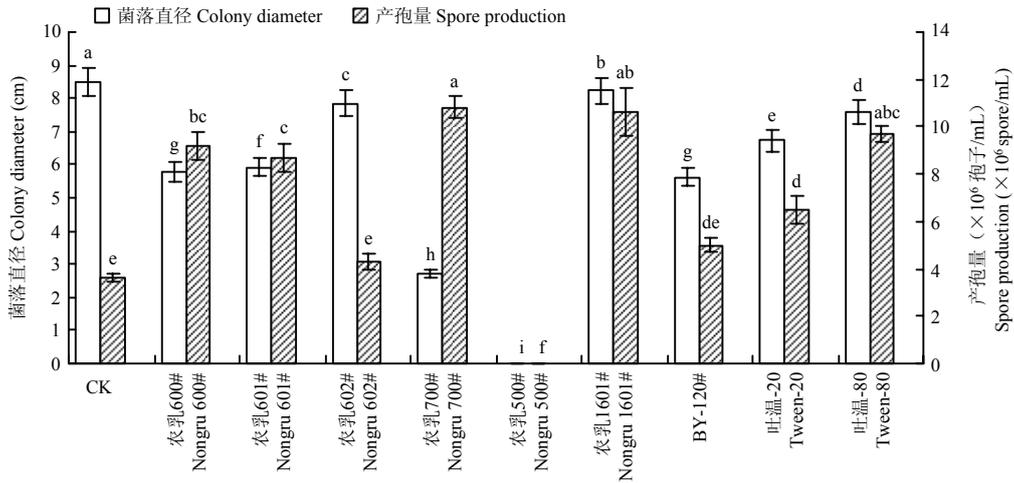
图 3 孢子粉与珍珠岩的比例对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发的影响

Fig. 3 The effect of the ratio of spore powder to perlite on the spore germination of *E. rostratum* Y9511

2.3 表面活性剂的筛选

表面活性剂的性质间接影响了嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 的生长。所有的表面活性剂均对菌株 Y9511 的菌丝体生长有着抑制作用，农乳 1601# 对其抑制作用不明显 (图 4)。在添加了农乳 700#、农乳 600#、农

乳 601#、农乳 500#、BY-120# 的 PDA 培养基中，其菌落直径大小与对照相比，有显著的抑制作用 ($P < 0.05$)，农乳 500# 抑制最严重，菌株基本不生长。从产孢量来看，除农乳 500# 对产孢有极明显的抑制作用外，其余 8 种表面活性剂均对菌株的产孢有促进作用，其中，农乳 700# 的产孢量与对照相比有显著差异 ($P < 0.05$)，产孢作用最好。综合两个指标，农乳 1601#、吐温-80 和农乳 601# 表现较好，可进行下一步操作。



注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 4 表面活性剂种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌落直径和产孢量的影响

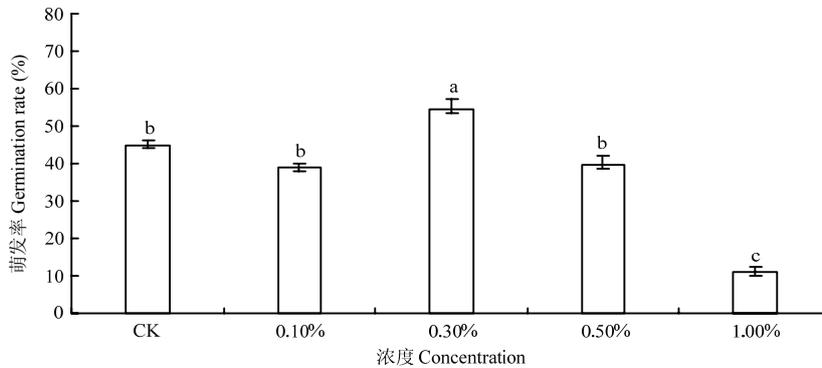
Fig. 4 The effect of surfactant types on the colony diameter and spore production of *E. rostratum* Y9511

对农乳 1601#、吐温-80 和农乳 601# 进行分散力测定，三种表面活性剂的分散力存在显著差异 ($P < 0.05$)。同浓度的三种表面活性剂中，农乳 601# 的 I 值为 1.54，I 值大于 1，分散力较差；农乳 1601# 和吐温-80 的分散力分别为 0.35 和 0.89，I 值均小于 1，但农乳 1601# 的分散力更小，分散性能优于吐温-80。故选择农乳 1601# 作为表面活性剂。

农乳 1601# 在 0.10%、0.50%、1.00% 这三个浓度，孢子萌发率均低于对照 (图 5)。在 0.30% 这个浓度萌发率最高，为 54.3%，且显著高于对照 ($P < 0.05$)。结合分散力测定结果，0.10%、0.30%、0.50%、1.00% 这四种浓度的分散力指数分别为 0.124、0.052、0.298、0.51，I 值均小于 1，0.30% 农乳 1601# 分散指数 I 为 0.052，显著低于其他浓度的分散指数 I，分散性能良好。故选择农乳 1601# 的浓度为 0.30%。

2.4 油类助剂的筛选

本试验选用植物油作为油类助剂。添加不同油类助剂的培养基菌落直径均低于对照，但在产孢量上有



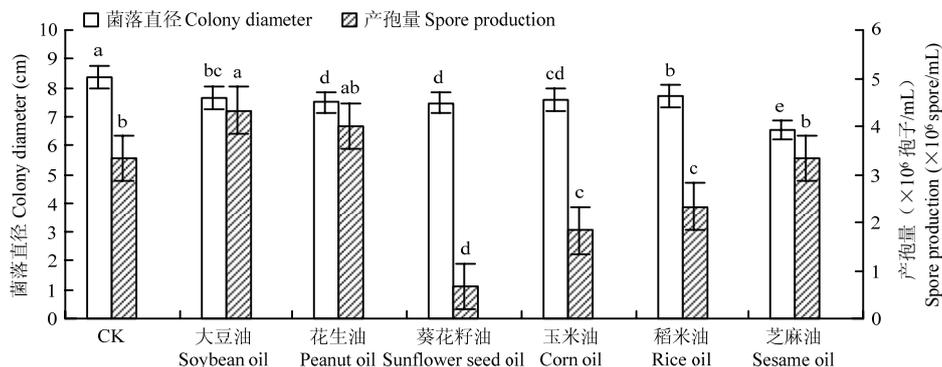
注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 5 农乳 1601# 的浓度对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发的影响

Fig. 5 The effect of the concentration of Nongru 1601# on the spore germination of *E. rostratum* Y9511

差异。其中,大豆油、花生油能促进嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 的产孢,大豆油产孢量略高于花生油(图 6)。葵花籽油、玉米油、稻米油则对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 的产孢有抑制作用,葵花籽油的抑制效果最显著($P < 0.05$),产孢量只有 0.67×10^6 孢子/mL。而从孢子萌发率的结果看,孢子粉和油类助剂比例为 2:1 时,6 种油类助剂均对孢子萌发有促进作用,且大豆油和花生油的促进效果几乎一致,无明显差异(图 7)。但从市场成本考虑,大豆油的成本较低,综合以上指标,选择大豆油作为油类助剂。

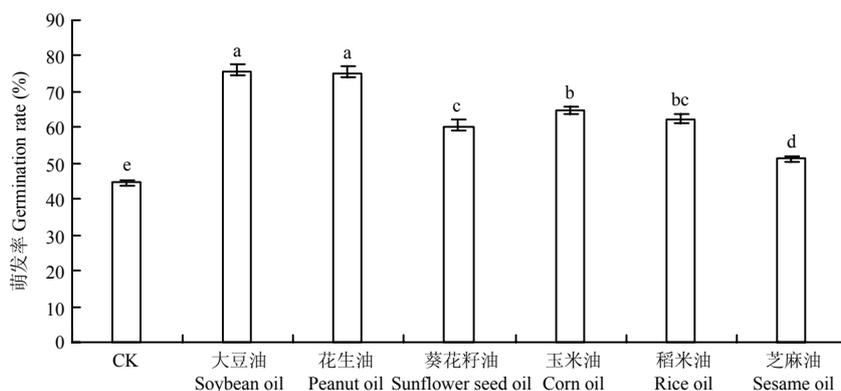


注:不同字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 6 油类助剂对嘴突凸脐蠕孢菌落直径和产孢量的影响

Fig. 6 The influence of oil additives on colony diameter and spore production of *E. rostratum* Y9511



注:不同字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 7 油类助剂种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发的影响

Fig. 7 The effect of oil additives on the spore germination of *E. rostratum* Y9511

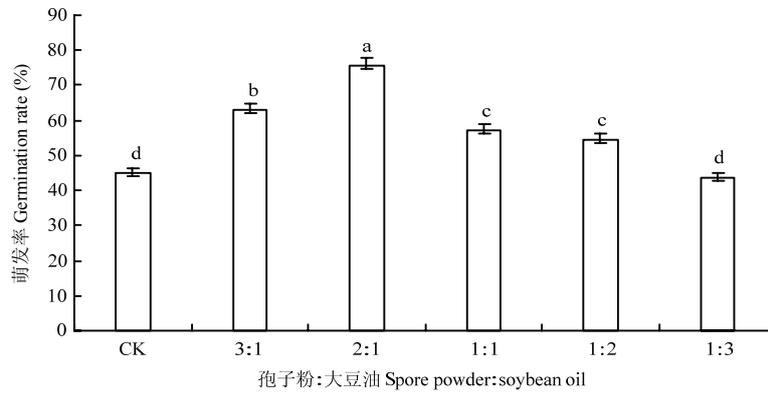
大豆油与孢子粉的配比也会对孢子萌发有影响。图 8 展示了 5 种不同的配比,其中孢子粉(mg):溶剂油(mL)=1:3 与对照相比无显著差异,其余配比均对孢子萌发起到促进作用,尤其是孢子粉(mg):溶剂油(mL)=2:1,萌发率达到 75.67%。显著高于对照,因此将两者的配比确定为 2:1 时萌发效果最佳。

2.5 10^6 孢子/mL 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 悬浮液最大吸收波长确定

10^6 孢子/mL 菌株 Y9511 悬浮液在 340~1000 nm 的波长范围下,曲线先呈上升趋势,在 360 nm 处达到峰值,后呈下降趋势,由此可见,360 nm 为其最大吸收波长(图 9)。

2.6 稳定剂的筛选

不同的稳定剂均对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 的菌落直径有一定抑制作用,而在产孢量上,添加了 CMC-Na 的培养基产孢量远远比对照要高,而添加了海藻酸钠、海藻酸钾的培养基中,产孢量均与对照相接近,无显著性差异,可见 CMC-Na 对菌株 Y9511 产孢效果较好,而海藻酸钠、海藻酸钾对菌株 Y9511 产孢并无明显影响(图 10)。

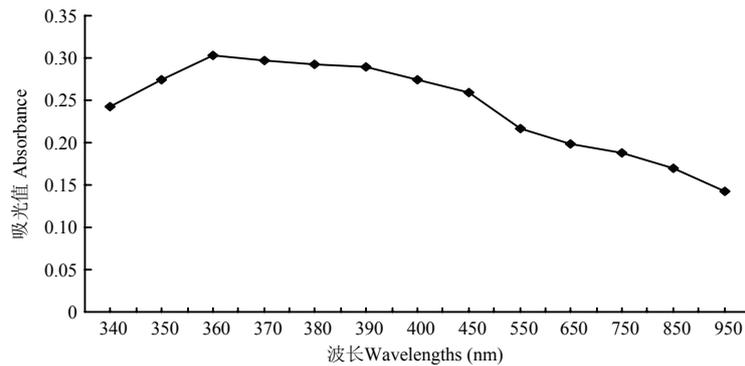


注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 8 孢子粉与大豆油的比例对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发的影响

Fig. 8 The effect of the ratio of spore powder to soybean oil on the spore germination of *E. rostratum* Y9511

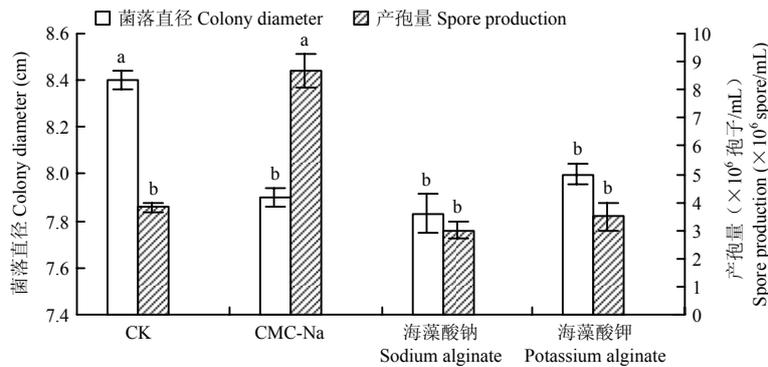


注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 9 10^6 孢子/mL 嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 悬浮液在不同波长值下的吸光值

Fig. 9 Absorbance values of *E. rostratum* Y9511 10^6 spores/mL suspension at different wavelengths



注：不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

图 10 稳定剂种类对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌落直径及产孢量的影响

Fig. 10 The effect of stabilizer types on the colony diameter and spore production of *E. rostratum* Y9511

360 nm 为最大吸收波长,在此波长下,在不同时间内记录三种稳定剂的吸光度变化,拟合出四条曲线,比较稳定性。图 11 分别拟合了四条曲线:CK 的 K 值为-0.0265、海藻酸钠的 K 值为-0.0147、CMC-Na 的 K 值为 0.0597、海藻酸钾的 K 值为 0.0526。吸光值越大,表明溶质粒子对光的吸收越多。正斜率越小,说

明孢子粉在溶液中较稳定；出现负斜率，说明孢子粉在逐渐下降，表现为对水的吸收，且负斜率越大，下降速度越快，稳定性越差。CK 和海藻酸钠的曲线呈下降趋势，但海藻酸钠下降的幅度略小于 CK，说明海藻酸钠对孢子起到一定稳定作用，但持续时间不长，后面的吸光值则表现为水分子对光的吸收。相反，海藻酸钾和 CMC-Na 的曲线呈上升趋势，海藻酸钾的斜率小于 CMC-Na，说明海藻酸钾的稳定效果比 CMC-Na 好，孢子能短时间稳定在溶液体系中。三种稳定剂溶液随着放置时间增加，添加了海藻酸钠的孢子溶液孢子很快就沉底了，添加了 CMC-Na 的孢子溶液孢子出现分层现象，而添加了海藻酸钾的孢子溶液孢子仍能均匀、稳定分散在溶液中。最终选用海藻酸钾作为稳定剂。

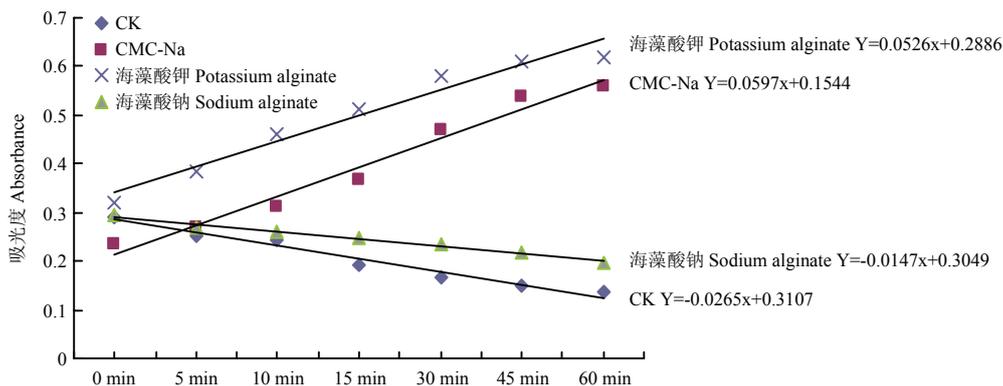


图 11 不同稳定剂的稳定性曲线

Fig. 11 Stability curves of different stabilizers

不同浓度的海藻酸钾溶液的悬浮率是不同的。随着浓度上升，悬浮率也随之上升，在 0.05% 的时候，悬浮率几乎达到了 80% (图 12)。海藻酸钾的浓度影响孢子的萌发情况，孢子萌发率与浓度先呈正相关关系，然后呈负相关关系，浓度为 0.10% 时，孢子萌发率最高，明显比对照高，且与浓度 0.30% 没有显著性差异，0.50% 以后的浓度，均抑制孢子萌发，孢子萌发率都显著低于对照 (图 13)，但随着海藻酸钾的添加量增多，溶液变得越来越稠，可能会对孢子长时间放置产生一定的影响。结合两个图的数据和实际现象，最终将海藻酸钾的浓度确定为 0.10%。

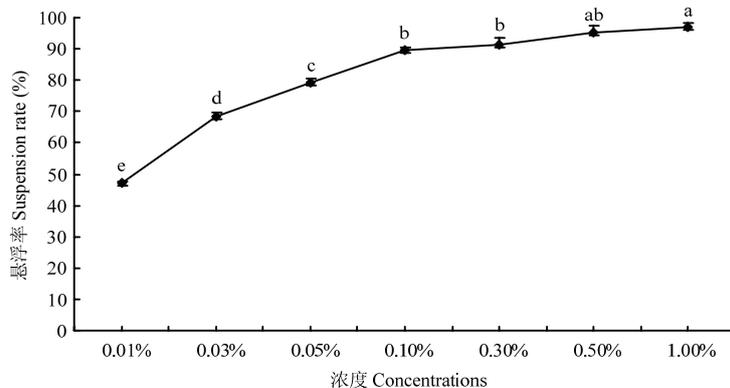


图 12 不同浓度的海藻酸钾的悬浮率变化

Fig. 12 Suspension rate changes of different concentrations of potassium alginate

3 讨论

选择良好的助剂，对于微生物农药制剂的开发至关重要。载体是微生物农药的主要辅助成分，制剂的一些性能指标，如悬浮稳定性和润湿性等，在很大程度上取决于载体的相关性质^[19]。嘴突凸脐蠕孢菌的孢子粉如果长时间放置，就会粘结在一起，分散性和流动性相对较差，喷洒时因分布不均匀而造成同点侵染。

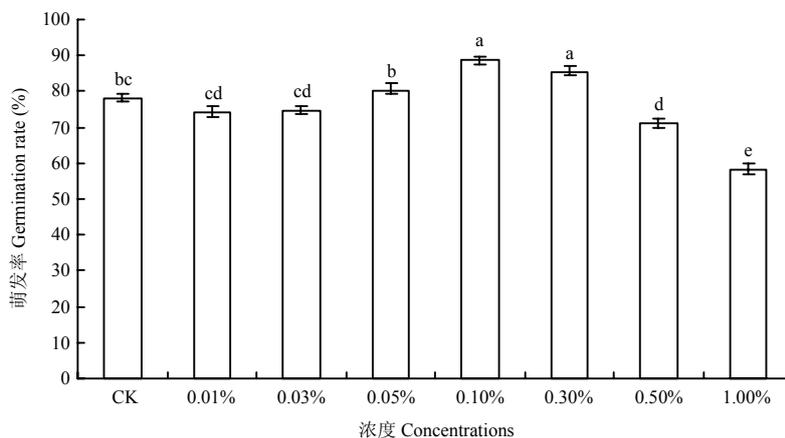


图 13 海藻酸钾的浓度对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 孢子萌发的影响

Fig. 13 The effect of the concentration of potassium alginate on the spore germination of *E. rostratum* Y9511

本试验中, 珍珠岩促产孢的效果最为明显, 可能是因为珍珠岩作为一种惰性载体, 能改善微生物的生长环境, 延长孢子存活期限^[20]。Fargues 等^[21]的试验也得到了相似的结论。具体机制还需要进一步研究。

在农药使用过程中, 表面活性剂有利于液滴在植物叶片形成最佳接触角, 使液滴不易从植物叶片滑落, 渗透力度加大等, 减少对农药的浪费^[22-24]。但是, 随着表面活性剂浓度的增加, 反而会抑制孢子萌发, 我们不仅要选用合适的表面活性剂, 还要注意其最适浓度。在本试验中, 农乳 500# 几乎完全抑制嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 生长, 农乳 500# 分子结构式为 $(C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3)_2Ca$, 含有钙元素, 俞雯雯等^[8]通过制备缺磷、硫、钾、铁、镁培养基探究对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 菌落直径和产孢量的变化, 但尚未制备缺钙培养基, 所以钙元素是否抑制 Y9511 生长还需要做进一步探究。本试验目前只研究了一种表面活性剂的添加对嘴突凸脐蠕孢菌 Y9511 的影响, 如有需要, 可以考虑将所选的表面活性剂进行复配, 增强乳化分散性。

嘴突凸脐蠕孢菌的体积较大, 分生孢子为 $(50\sim 120) \times (12\sim 22) \mu m$ ^[7], 如果长时间放在溶液中, 会因为自身的重力作用而沉淀下来, 而且喷洒到环境中, 可能会因为外界因素而出现性能下降等问题, 所以, 在制剂中需要添加一定量的稳定剂, 不仅能使孢子较长时间内均匀悬浮在溶液中, 还能在喷洒时, 避免性能下降。本试验中, 0.1% 的海藻酸钾能在短时间内使孢子均匀分散在油基中, 但只测了 1 h 内吸光值, 室温放置了 2 h, 为了商品化生产, 要保证孢子粉能长时间悬浮稳定, 所以还需要延长放置时间。

本试验只是筛选出了最佳的助剂, 但还没有得到最优配方组合, 且未对配制而成的制剂进行室内防效测定。若要进行商品化生产, 孢子粉的固体发酵必须要扩大培养, 可以进一步优化固态发酵的方法^[25]。

参 考 文 献

- [1] 王贺祥. 农业微生物学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003, 286-287.
- [2] Liu Y, Liu K, Bai L. An overview of research on microbial herbicide[J]. Agricultural Science & Technology, 2013, 14(10): 1468-1470.
- [3] 王禹博, 纪明山, 谷祖敏, 等. 生物除草剂的开发、研究进展与未来发展思路[J]. 农药, 2019, 58(2): 86-88.
- [4] Todero I, Confortin T C, Luft L, et al. Formulation of a bioherbicide with metabolites from *Phoma* sp.[J]. Scientia Horticulturae., 2018, 241: 285-292.
- [5] 陈世国, 强胜. 生物除草剂研究与开发的现状及未来的发展趋势[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(5): 770-779.
- [6] Yongquan L, Ziling S, Xiaofeng Z, et al. Research progress on microbial herbicides[J]. Crop Protection, 2003, 22(2): 247-252.
- [7] 陈勇, 俞雯雯, 卢文涛, 等. 一株嘴突凸脐蠕孢菌及其在防治水田杂草千金子中的应用: 201910128106.2[P]. 2020-01-16.
- [8] 俞雯雯, 袁炳钦, 冯汝晴, 等. 嘴突凸脐蠕孢菌作为微生物除草剂的潜力研究[J]. 南京农业大学学报, 2020, 43(4): 613-620.
- [9] 李新, 谢明, 谭万忠, 等. 杂草生防真菌的研究进展[J]. 中国生物防治, 2009, 25(1): 83-88.
- [10] 朱海霞, 马永强. 内生菌 HL-1 可湿性粉剂研制及其除草活性评价[J]. 草地学报, 2019, 27(5): 1301-1308.

- [11] 张保民, 王兰芝, 潘同霞, 等. 农药剂型及助剂应用[M]. 郑州: 中原农民出版社, 1995, 1-28.
- [12] 徐汉虹. 植物化学保护学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017, 29-33.
- [13] Xu L Y, Zhu H P, Ozkan H E, *et al.* Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with type and concentration of adjuvants[J]. *Pest Management Science*, 2011, 67(7): 842-851.
- [14] 许敏. 解淀粉芽孢杆菌 GHt-q6 生防菌剂的研制和应用[D]. 晋中: 山西农业大学, 2017.
- [15] 李子璐, 张晨辉, 郭勇飞, 等. 喷雾助剂对茎叶处理除草剂的增效机制及应用研究进展[J]. *农药学报*, 2021, 23(2): 245-258.
- [16] 李农昌, 李增智, 王滨, 等. 白僵菌油剂及生产工艺方法: CN1539291[P]. 2004-10-27.
- [17] 洪士茂, 姚钟杰. 一种杀灭草地贪夜蛾的绿僵真菌制剂: CN111657303A [P]. 2020-09-15.
- [18] 杨爽. 禾长蠕孢菌孢子生产及其制剂加工研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [19] 姜虹, 闫凤超, 于文清. 微生物农药助剂研究进展[J]. *现代化农业*, 2020(1): 2-6.
- [20] 李忠, 梁宗琦, 刘爱英, 等. 惰性载体对玫烟色拟青霉产孢和孢子活力的影响[J]. *山地农业生物学报*, 2006(6): 551-553.
- [21] Fargues J, Reisinger O, Robert P H, *et al.* Biodegradation of entomopathogenic hyphomycetes: Influence of clay coating on *Beauveria bassiana* blastospore survival in soil[J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 1983, 41(2): 131-142.
- [22] 庄占兴, 路福绥, 刘月, 等. 表面活性剂在农药中的应用研究进展[J]. *农药*, 2008(7): 469-475.
- [23] 潘卫仓, 王小芳. 农药中表面活性剂的研究进展[J]. *江西农业*, 2016(7): 74-74.
- [24] Zhang S, Yang X, Tu Z, *et al.* Influence of the hydrophilic moiety of polymeric surfactant on their surface activity and physical stability of pesticide suspension concentrate[J]. *Journal of Molecular Liquids*, 2020, 317: 114136.
- [25] 杨爽. 禾长蠕孢菌孢子生产及其制剂加工研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.

(责任编辑: 张莹)

《中国生物防治学报》第六届编辑委员会

CHINESE JOURNAL OF BIOLOGICAL CONTROL

Editorial Board

主 编 Chief Editor: 张 杰

副 主 编 Associate Editor: 李世东, 陈学新, 夏玉先, 王桂荣

编 委 Members: (按姓氏拼音排序)

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 白林泉 | 操海群 | 陈 捷 | 陈孝玉龙 | 谌爱东 | 丁新华 | 董 辉 | 杜昱光 |
| 樊 东 | 方卫国 | 冯 岗 | 高学文 | 郭建英 | 郭文超 | 韩日畴 | 何玉仙 |
| 黄 勃 | 黄丽丽 | 黄天培 | 简 恒 | 姜道宏 | 李保平 | 李长有 | 李成云 |
| 李敦松 | 李广悦 | 李国平 | 李启云 | 李元喜 | 林克剑 | 刘 勇 | 刘凤权 |
| 刘树生 | 刘万才 | 刘晓艳 | 刘永锋 | 陆宴辉 | 陆永跃 | 马 平 | 马瑞燕 |
| 马志卿 | 孟瑞霞 | 牛 犇 | 彭东海 | 钱国良 | 强 胜 | 石旺鹏 | 孙 明 |
| 孙修炼 | 唐 斌 | 万 鹏 | 王 琦 | 王成树 | 王 敦 | 王开梅 | 王 甦 |
| 王文峰 | 王宪辉 | 王小艺 | 王永红 | 王振营 | 王竹红 | 文 莹 | 吴海燕 |
| 武予清 | 向文胜 | 肖海军 | 徐学农 | 许永玉 | 严善春 | 杨 凯 | 杨 青 |
| 杨合同 | 杨普云 | 叶恭银 | 尹 恒 | 于 毅 | 袁善奎 | 臧连生 | 翟一凡 |
| 张 帆 | 张宏军 | 张建萍 | 张俊杰 | 张礼生 | 张力群 | 张润志 | 张世泽 |
| 张树权 | 张文庆 | 张新建 | 张泽华 | 郑 礼 | 周忠实 | 邹德玉 | |

荣誉编委 Honorary members: (按姓氏拼音排序)

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 陈志谊 | 黄俊生 | 彭于发 | 彭正强 | 邱德文 | 王中康 | 肖英方 | 谢关林 |
| 杨忠岐 | 张 兴 | 张克勤 | 张永安 | | | | |

编辑部 Editorial Department

责任编辑: 张 莹 吕平香

英文审校: 侯茂林 王立霞

中国生物防治学报

(双月刊 1985年创刊)

2022年8月 第38卷 第4期

CHINESE JOURNAL OF BIOLOGICAL CONTROL

(Bimonthly, Founded in 1985)

Vol. 38 No. 4 Aug., 2022

主管单位: 中华人民共和国农业农村部
主办单位: 中国农业科学院植物保护研究所
中国植物保护学会
编辑出版: 《中国生物防治学报》编辑部
主 编: 张 杰
地 址: 北京圆明园西路2号100193
电 话: 010-62815625
电子邮件: zgswfzxb@126.com
网 址: <http://www.zgswfz.com.cn>
印刷装订: 北京建宏印刷有限公司
国内发行: 北京报刊发行局
国内订购: 全国各地邮政局
国外发行: 中国国际图书贸易总公司
北京 399 信箱 国外代号: Q812

Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China
Sponsored by Institute of Plant Protection,
CAAS & China Society of Plant Protection
Edited and published by Editorial Department of Chinese
Journal of Biological Control
(No. 2 Yuanmingyuan West Road, Beijing 100193, P. R. China)
Chief Editor: ZHANG Jie
Tel: +86-10-62815625
E-mail: zgswfzxb@126.com
URL: <http://www.zgswfz.com.cn>
Printed by Beijing Jianhong Printing Co., Ltd.
Domestic Distribution: All Local Post Offices in China
Overseas Distribution: China International Book Trading Corporation
(P. O. Box 399, Beijing 100044, P. R. China)

CONTENTS

·INVITED REVIEW·

- Development and Application of Insect Sex Pheromone Technology in China LIU Wancai, LIU Zhendong, ZHU Xiaoming, DU Yongjun (803)
 Preliminary Study on the List Management of Registered Varieties of Biopesticides in China YANG Jun, HOU Yanhua, LIN Ronghua, JIANG Hui, LIU Yinchu, QIU Lihong, LIU Xue (812)

·RESEARCH REPORTS·

- Biocontrol Activities and Metabolome Analysis of Microsclerotia Fermentation Filtrate of *Purpureocillium lilacinum* FAN Lele, GUO Yan, ZHAO Xue, SUN Manhong, LI Shidong (821)
 Control of Root-Knot Nematode in Cucumber with *Purpureocillium lilacinum* Microsclerotia and Effects of Soil Factors on Fungal Colonization YUAN Menglei, FAN Lele, ZHAO Xue, ZHONG Zengming, SUN Manhong, LI Shidong (831)
 Effect of Non-Pathogenic *Fusarium oxysporum* F-1 on Strawberry Gray Mold and Its Preliminary Mechanism Analysis XIAO Jiling, XIONG Yi, LIANG Zhihui, YANG Ke (840)
 Screening of *Trichoderma* and Their Efficiency Against Sunflower Sclerotinia Rot CHEN Yurong, CAO Qiulin, LIAN Hua, MA Guangshu, JIANG Xiliang, LI Mei (846)
 Antifungal Activity of Plant extracts against *Colletotrichum fruticola*, Pathogen of *Camellia oleifera* LUO Jianmei, ZHANG Xingyi, WU Jianrong, LIU Li, HONG Yingdi, ZHANG Donghua, YAN Xiaohui (852)
 Synergistic Effect of a Biocontrol Bacterium D25 and Cyprodinil-Fludioxonil on the Control of Tomato Gray Mold HUANG Xin, ZHENG Lining, GU Xuehu, XU Xuanwei, ZHANG Hao, WANG Yingchun (860)
 Sensitivity of *Botrytis cinerea* to Tetramycin and Boscalid in China TIAN Xiu, ZHOU Lianzhu, HUANG Xiaoqing, KONG Fanfang, WANG Zhongyue, ZHEN Zhixian, ZHANG Hao (868)
 Synergistic Effect of Zhongshengmycin and Natamycin on Tomato Gray Mold JI Lindong, MA Chao, XU Jun, ZHAO Yijun, ZHANG Yanhui, DUAN Xiaoli, YANG Yang, CHEN Chang (874)
 Identification of *Colletotrichum* Species Associated with Anthracnose of *Camellia oleifera* and Screening of Fungicides SUN Wei, YUAN Huizhu, CHEN Shuning (880)
 Management of Tomato Diseases by a Combined Technique of Soil Fumigation with Fertigation and Biological Agents in Greenhouse YANG Liu, ZHOU Qinghua, WANG Dongqi, GUO Rongjun, FU Hongyang, ZHANG Wenxiu, GE Beibei, LI Shidong (890)
 Optimization of Medium for the Production of Antifungal Lipopeptides by *Bacillus mojavensis* Strain D50 GU Xuehu, ZHENG Lining, HUANG Xin, ZHAI Qianhang, ZHANG Yi, ZHANG Hao, LIANG Shuang (896)
 Optimization of Fermentation Conditions of *Bacillus amyloliquefaciens* DP03-4, a Biocontrol Agent of Apple Tree Diseases WANG Cui, WANG Yan, DAI Pengbo, LIANG Xiaofei, ZHANG Rong, SUN Guangyu (904)
 Effects of *Colletotrichum* sp. Infection on Endophytic Bacterial Community in Leaves of *Camellia oleifera* CUI Mingqin, ZHANG Donghua, YAN Xiaohui, HONG Yingdi, MA Huancheng, WU Jianrong, LIU Li (911)
 Comparative Analysis of Healthy and Diseased Rhizosphere Bacterial Communities of Tomato Bacterial Wilt in Beijing Region MA Rong, MA Yinan, WANG Xing, GU Yilin, WEI Haili, ZHANG Xiaoxia (920)
 Effect of High Soil Temperature and Low Oxygen Level on Survival of *Sclerotinia sclerotiorum* Sclerotia and Change of Soil Microbe Community WANG Jiahao, HONG Yuxin, LI Congcong, WU Boming (929)
 Effects of Slope and Raining Day on Spread of Kiwi Canker Disease WANG Hua, DENG Siyi, LIU Jun, CHANG Wei, CHENG Jieyuan, CHEN Qi, YU Dazhao (939)
 Mechanism of Wuyiencin against Sclerotinia Stem Rot in Soybean YANG Miaoling, XIE Jiabei, LU Yanxuan, SHI Liming, ZHANG Kecheng, GE Beibei (945)
 Mechanisms of Mycovirus Attenuating Pathogenicity of Host Fungi and Its Application in Biological Control NIE Jianhua, ZHANG Lihang, ZHANG Mingming, GUO Lihua, CHEN Wei, WANG Shuangchao (951)
 Predatory Function of *Harmonia axyridis* and *Propylea japonica* Larvae to Young Larvae of *Tuta absoluta* YANG Guiqun, FAN Wei, ZHANG Qian, LI Mao, JIANG Zhengxiong, DUAN Pan, HU Changxiong, CHEN Guohua, ZHANG Xiaoming (959)
 Gut Microbiota in the Harlequin Ladybird Beetle *Harmonia axyridis* Feeding on the Cotton Mealybug *Phenacoccus solenopsis* GAO Ping, WANG Yansong, GUO Longxiu, LI Baoping (967)
 Effects of Relative Humidity on Development of *Picromerus lewisi* Scott JI Yutong, XUE Chuanzhen, WANG Mengqing, XIANG Mei, LI Ping, LI Yuyan, MAO Jianjun, ZHANG Lisheng (975)
 Sub-lethal Effect of Cnaphalocrocis Medinalis Granulovirus to the Growth, Reproduction and Physiology of Host LIU Qin, LI Chuanming, HAN Guangjie, XU Bin, HUANG Lixin, LU Yurong, XIA Yang, XU Jian (982)
 Formulation of Oil Solution of *Exserohilum rostratum* Y9511 DONG Zhaoxia, LIU Lingrui, YU Wenwen, CHEN Yong (990)
 Function Analysis of *LmNotch* in the Wing Development of *Locusta migratoria* XU Zilong, ZHANG Fubin, WU Zhaochen, ZHANG Jing, ZHANG Jianzhen, ZHAO Xiaoming (1001)

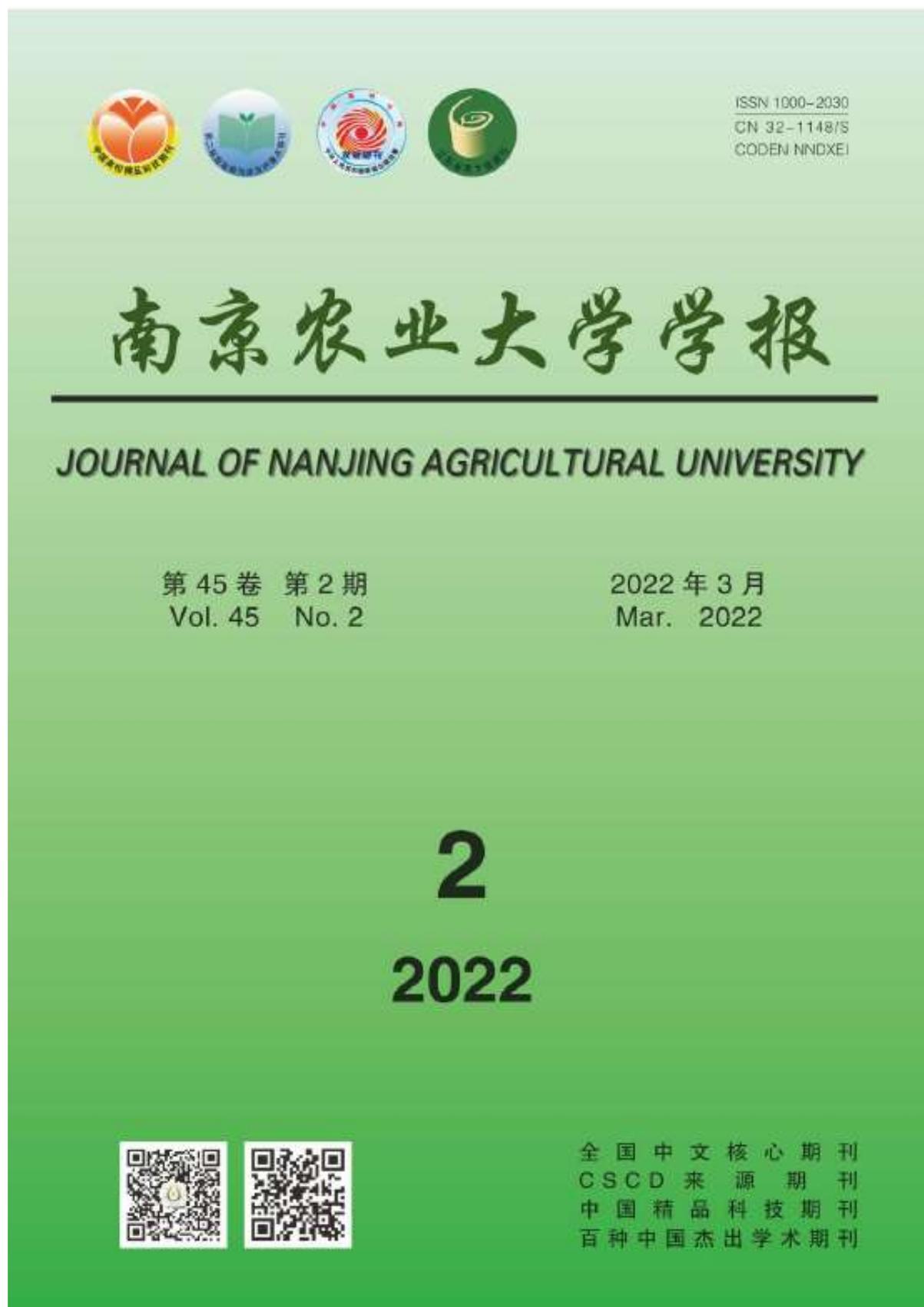
·TECHNICAL REVIEWS·

- Research Progress on the Diversity of Color Pattern Subtypes in *Harmonia axyridis* XIAO Da, TIAN Renbin, CHEN Xu, WU Mengmeng, XU Qingxuan, ZHANG Junming, ZANG Liansheng, WANG Su (1009)
 Summary of Research on Insect Chitinase and Its Application LI Chunchun, GOU Yuping, ZHANG Kexin, ZHANG Qiangyan, LIU Changzhong (1020)

·GREEN PREVENTION AND CONTROL TECHNOLOGY·

- Quality Standard of Mass-Produced *Tamarixia radiata* CHEN Lingling, HUANG Chengzhi, MAO Runqian, XIU Baolin, GAO Jing, YE Fengxian, Mubasher Hussain, QIU Dongliang, SHEN Baoying, WANG Zhaohong (1030)
 Acaricidal Activity of Matrine and Osthole Mixture against *Tetranychus urticae* Koch on Strawberry ZHANG Zhibin, HU Qian, DU Xiangge (1037)
 Evaluation and Application of Aggregation-sex Pheromone to Trap *Arhopalus rusticus* (Coleoptera: Cerambycidae) PAN Jialiang, CHEN Guofa, WANG Chuanzhen, XU Jie, CUI Dongyang, LU Yongcai, JIANG Fan, HAN Yang (1043)
 Parasitic Behavior and Control Potential of *Sclerodermus guani* (Hymenoptera: Bethyridae) on *Semanotus bifasciatus* (Coleoptera: Cerambycidae) BAI Jiawei, WANG Xuefei, ZHANG Jie, ZHU Huiying, WEI Bufe, REN Haichao, LI Huiping (1048)

2.3 尖角突脐孢菌紫外光诱变及高致病力菌株的筛选



目 次

• 综述 •

葡萄重要性状基因定位及其应用 裴丹,刘众杰,葛孟清,董天宇,任艳华,房经贵(205)

• 植物科学 •

水稻叶片融合基因 *LF1* 的图位克隆及功能分析 谭嵩娟,陶蓉,何俊,刘裕强,万建民(214)

大豆根系响应早期缺铁胁迫的转录组分析 王婷婷,陈鸽,包悦琳,金东淳(224)

细胞分裂素受体基因 *SIHK4* 突变对番茄抗旱性的影响 陈兆玉,王永,丁静,李义(235)

茄子低温响应基因 *SmICE1* 的克隆及其功能分析 周露,刘杨,崔群香,陈火英(244)

菊花 *CmERAI* 基因的克隆与表达模式分析 李菲,户倩,翟怡雯,陈发棣,蒋甲福(254)

251 份大豆品种(系)对大豆疫霉及多种镰孢菌的抗性评价

..... 李柯,郑素娇,王晓莉,孙哲,叶文武,王源超,郑小波(261)

尖角突脐孢菌紫外光诱变及高致病力菌株的筛选 董朝霞,钟锦,俞雯雯,洪鑫发,陈勇(269)

棉铃虫效应蛋白 HARP1 体外表达与纯化体系的建立 崔少勃,丁鲜,张峰(280)

二化螟 Halloween 家族基因 *Cyp302a1* 和 *Cyp315a1* 的克隆与时空表达谱分析

..... 张志凌,王凯,张茹,徐晴玉,罗光华,方继朝(287)

• 生物与环境 •

灵芝转录因子同源蛋白生物信息学分析及转录表达特性研究

..... 刘笑天,仇昊,田莉,师亮,任昂,赵明文,谢荣(297)

海滨雀稗 *PcSAMS1* 基因及外源 SAM 调控耐盐的生理机制

..... 李炎朋,刘宇,郑钰莹,刘君,杨志民,李志华,张明,陈煜(304)

不同类型护坡对降雨径流中污染物的削减效果分析

..... 王岩,张迎颖,张志勇,徐佳兵,闻学政,刘海琴,宋雪飞,郭文景,周庆(315)

• 动物科学 •

不同尿素添加水平对育肥湖羊瘤胃发酵及微生物菌群结构的影响
..... 孙美杰,姜君,徐诣轩,李志鹏,申军士,朱伟云(323)

日粮添加紫苏籽对湖羊肝脏部分自噬与凋亡相关基因表达的影响
..... 梁雅旭,邓凯平,张真,高霄霄,王智博,王锋,樊懿萱(333)

百里香酚和迷迭香酸对脂多糖攻毒大鼠盲肠屏障、菌群及炎症的影响
..... 吴佳庆,李润林,李盼盼,雷铭康,杨雅杰,汪晶,朱伟云(341)

TGF- β 1 基因 g.8666_8667delAC 位点突变与大白猪繁殖性能的关系
..... 王玲芳,李尚来,李琦琦,杜星,吴望军,宋奔驰,李齐发(351)

日粮添加姜黄素对 IUGR 猪肝脏抗氧化功能和脂代谢的影响
..... 刘慧娟,张佳琦,庄苏,周斌斌,李健,张莉莉,王恬,王超(359)

芦丁对断奶仔鼠生长、肠道抗氧化及脂代谢的影响
..... 张佳琦,熊玮,黎智华,刘慧娟,周斌斌,王铭洋,王恬,王超(368)

• 食品与工程 •

不同发酵剂对发酵鸡胸肉品质的影响 刘鸿中,黄天然,黄苏红,黄明(377)

基于高光谱成像检测猕猴桃冷害的研究 戈永慧,宋进,潘磊庆,屠康(386)

自然群体多性状表型缺失值预测方法的比较
..... 王媛,温阳俊,王艳萍,刘汉钦,马若洵,吴清太,张瑾(395)

基于机器视觉的母猪哺乳行为监测方法研究 刘亚楠,沈明霞,刘龙申,陈佳,张伟(404)

《南京农业大学学报》稿约 (412)

《南京农业大学学报》数据库收录和获奖情况 (封二)

《南京农业大学学报》荣获“第三届江苏省新闻出版政府奖·期刊奖提名奖” (封三)

期刊基本参数:CN 32-1148/S * 1956 * b * A4 * 208 * zh * P * ¥ 20.00 * 550 * 23 * 2022-03

CONTENTS

• Review •

Location of important gene and its application in grape

..... PEI Dan, LIU Zhongjie, GE Mengqing, DONG Tianyu, REN Yanhua, FANG Jinggui (205)

• Plant Science •

Map-base cloning and functional analysis of leaf fusion gene *LF1* in rice

..... TAN Songjuan, TAO Rong, HE Jun, LIU Yuqiang, WAN Jianmin (214)

Transcriptome analysis of soybean roots in response to early iron deficiency stress

..... WANG Tingting, CHEN Ge, BAO Yuelin, JIN Dongchun (224)

Effects of cytokinin receptor gene *SHK4* mutation on drought resistance of tomato

..... CHEN Zhaoyu, WANG Yong, DING Jing, LI Yi (235)

Cloning and functional analysis of cold response gene *SmICE1* in eggplant

..... ZHOU Lu, LIU Yang, CUI Qunxiang, CHEN Huoying (244)

Cloning and expression pattern analysis of *CmERAI* gene in *Chrysanthemum morifolium*

..... LI Fei, HU Qian, ZHAI Yiwen, CHEN Fadi, JIANG Jiafu (254)

Identification of resistance of 251 soybean cultivars (lines) to *Phytophthora sojae* and *Fusarium* spp.

..... LI Ke, ZHENG Sujiao, WANG Xiaoli, SUN Zhe, YE Wenwu, WANG Yuanchao, ZHENG Xiaobo (261)

Screening of *Exserohilum monoceras* UV-induced mutants for high pathogenicity

..... DONG Zhaoxia, ZHONG Jin, YU Wenwen, HONG Xinfu, CHEN Yong (269)

Establishment of the expression and purification system of the effector protein HARP1 from cotton bollworm *in vitro*

..... CUI Shaobo, DING Xian, ZHANG Feng (280)

Molecular cloning of *Cyp302a1* and *Cyp315a1* and expression profiles of Halloween genes in *Chilo suppressalis*

..... ZHANG Zhiling, WANG Kai, ZHANG Ru, XU Qingyu, LUO Guanghua, FNAG Jichao (287)

• Biology and Environment •

Bioinformatics analysis and expression characteristics of homologous proteins of transcription factors based on *Ganoderma lucidum*

genomic information LIU Xiaotian, QIU Hao, TIAN Li, SHI Liang, REN Ang, ZHAO Mingwen, XIE Rong (297)

Physiological mechanism of *PtSAMS1* and exogenous SAM regulating salt tolerance in seashore paspalum
..... LI Yanpeng, LIU Yu, ZHENG Yuying, LIU Jun, YANG Zhimin, LI Zhihua, ZHANG Ming, CHEN Yu (304)

Analysis on reduction effect of different types of slope protection on pollutants in rainfall runoff
..... WANG Yan, ZHANG Yingying, ZHANG Zhiyong, XU Jiabing, WEN Xuezheng,
LIU Haiqin, SONG Xuefei, GUO Wenjing, ZHOU Qing (315)

• Animal Science •

Effects of incremental urea supplementation in diet on rumen fermentation and microbial communities in fattening Hu lambs
..... SUN Meijie, JIANG Jun, XU Yixuan, LI Zhipeng, SHEN Junshi, ZHU Weiyun (323)

Effects of dietary perilla frutescens seed supplementation on autophagy and apoptosis in liver of Hu sheep
..... LIANG Yaxu, DENG Kaiping, ZHANG Zhen, GAO Xiaoxiao, WANG Zhibo, WANG Feng, FAN Yixuan (333)

Effects of combination of thymol and rosmarinic acid on barrier function, microbiota and inflammatory response in cecum of rats
challenged with LPS WU Jiaqing, LI Runlin, LI Panpan, LEI Mingkang, YANG Yajie, WANG Jing, ZHU Weiyun (341)

Relationship between mutation g.8666_8667delAC of *TGF-β1* gene and reproductive performances in the Large White pig population
..... WANG Lingfang, LI Shanglai, LI Qiqi, DU Xing, WU Wangjun, SONG Benchi, LI Qifa (351)

Effects of dietary curcumin on liver antioxidant function and lipid metabolism in IUGR pig
..... LIU Huijuan, ZHANG Jiaqi, ZHUANG Su, ZHOU Binbin, LI Jian, ZHANG Lili, WANG Tian, WANG Chao (359)

Effects of rutin on growth, intestinal antioxidant capacity and lipid metabolism in weaned mice
..... ZHANG Jiaqi, XIONG Wei, LI Zihua, LIU Huijuan, ZHOU Binbin, WANG Mingyang, WANG Tian, WANG Chao (368)

• Food and Engineering •

Effect of different starter cultures on the quality of fermented chicken breast
..... LIU Hongzhong, HUANG Tianran, HUANG Suhong, HUANG Ming (377)

Research on detecting chilling injury of kiwifruit based on hyperspectral imaging technology
..... GE Yonghui, SONG Jin, PAN Leiqing, TU Kang (386)

Comparison of prediction approaches for missing observations of multi-trait phenotypes in natural population
..... WANG Yuan, WEN Yangjun, WANG Yanping, LIU Hanqin, MA Ruoxun, WU Qingtai, ZHANG Jin (395)

Research on monitoring method of sow's nursing behaviour based on machine vision
..... LIU Yanan, SHEN Mingxia, LIU Longshen, CHEN Jia, ZHANG Wei (404)



董朝霞,钟锦,俞雯雯,等. 尖角突脐孢菌紫外光诱变及高致病力菌株的筛选[J]. 南京农业大学学报,2022,45(2):269-279.

DONG Zhaoxia,ZHONG Jin,YU Wenwen,et al. Screening of *Exserohilum monoceras* UV-induced mutants for high pathogenicity[J]. Journal of Nanjing Agricultural University,2022,45(2):269-279.

尖角突脐孢菌紫外光诱变及高致病力菌株的筛选

董朝霞¹,钟锦²,俞雯雯³,洪鑫发¹,陈勇^{2*}

(1.华南农业大学林学与风景园林学院,广东 广州 510642;2.华南农业大学农学院,广东 广州 510642;
3.广东烟草韶关市有限公司乳源县局分公司,广东 韶关 512700)

摘要:[目的]尖角突脐孢菌(*Exserohilum monoceras*)是生物防治中防治稗草(*Echinochloa crusgalli*(L.)Beauv)的病原真菌之一。本研究通过紫外光诱变并筛选出对稗草高致病力的尖角突脐孢菌诱变株。[方法]通过紫外光诱变获得诱变菌株并检测诱变株产孢量、离体叶片致病力和稗草植株病情指数,筛选出对稗草高致病力的尖角突脐孢菌诱变株;对筛选出的高致病力菌株进行分子鉴定及生物学特性研究,并对其安全性进行研究。[结果]根据不同紫外光照射时间处理后菌株的死亡率,确定最佳诱变时间为25 min;检测诱变株产孢量、离体叶片致病力和活体稗草植株病情指数,筛选出4株高致病力诱变菌株,提取4株诱变菌株基因组DNA,对其ITS序列比对分析表明,4株诱变得到的菌株与尖角突脐孢菌的序列相似度为98%;出发菌株和诱变株仅对高粱有轻微的侵染,一段时间后,高粱恢复正常;但对其他7种作物安全。[结论]紫外光诱变尖角突脐孢菌的最佳时间为25 min;诱变株X27-UV148、X27-UV48、X27-UV45和X27-UV286为高致病力尖角突脐孢菌,为生物防治提供了优异的新材料;紫外光诱变提高了尖角突脐孢菌耐紫外线、耐高温和耐低温的能力。

关键词:尖角突脐孢菌;稗草;紫外光诱变;致病力

中图分类号:S435

文献标志码:A

文章编号:1000-2030(2022)02-0269-11

Screening of *Exserohilum monoceras* UV-induced mutants for high pathogenicity

DONG Zhaoxia¹,ZHONG Jin²,YU Wenwen³,HONG Xinfu¹,CHEN Yong^{2*}

(1.College of Forestry and Landscape Architecture,South China Agricultural University,Guangzhou 510642,China;

2.College of Agriculture,South China Agricultural University,Guangzhou 510642,China;3.Ruyuan County

Branch of Guangdong Tobacco Shaoguan City Co.,Ltd.,Shaoguan 512700,China)

Abstract:[Objectives]*Exserohilum monoceras* is one of the important pathogenic fungi of *Echinochloa crusgalli*(L.)Beauv in biological control. In this study,we used ultraviolet light to mutagenize and screen out a mutant strain of *E. monoceras* that was highly pathogenic to barnyardgrass. [Methods]Mutagenic strains by UV mutagenesis were obtained and the spore production,the pathogenicity of the detached leaves and the disease index of the barnyardgrass plants were detected,and the mutagenic strains that were highly pathogenic to barnyardgrass were screened out;molecular identification and biological characteristics of the highly pathogenic strains were screened out,and their safety were investigated. The study on the biological characteristics of mutants was performed,such as,the conidial production and pathogenicity of the mutagenesis strain,colony growth,spore germination rate,anti-ultraviolet ability thermal tolerances,and the indoor safety of the mutagenic strain to main crops by using spore suspension. [Results]The best mutation time was 25 minutes according to the mortality of the strains treated with different UV irradiation time;by detecting the spore yield,pathogenicity of leaves *in vitro* and disease index of barnyardgrass *in vivo*,four mutant strains with high virulence were screened;the genomic DNA of four mutant strains were extracted,and sequencing and comparative analysis showed that the sequence similarity of the four strains was 98% with that of *Echinochloa crusgalli*(L.). The results showed that the original strain and the UV-induced mutants only slightly infected sorghum,and sorghum returned to normal after a period of time. But it was safe for the other seven crops. [Conclusions]The optimum time for UV mutagenesis of *Exserohilum monoceras* was 25 minutes. The mutants X27-UV148,X27-UV48,X27-UV45 and X27-UV286 were high virulence strains,which provided excellent new materials for biological control. UV mutagenesis also improved the ability of *Exserohilum monoceras* to resist UV,high temperature and low temperature.

Keywords:*Exserohilum monoceras*; barnyardgrass; UV mutagenesis; pathogenicity

收稿日期:2021-06-08

基金项目:国家自然科学基金项目(31672039);国家重点研发计划项目(2017YFD0201300)

作者简介:董朝霞,助理研究员,博士,E-mail:dongzhaoxia@scau.edu.cn.* 通信作者:陈勇,教授,博士,博导,主要从事杂草生物学与防治研究,E-mail:chenyong@scau.edu.cn.

稗草(*Echinochloa crusgalli*)为世界十大恶性杂草之一^[1]。目前在61个国家和地区均有发现,其对水稻的危害极其严重。如今防治稗草主要有农业防治、化学防控以及生物和物理等防控措施。尖角突脐孢菌(*Exserohilum monoceras*)属半知菌类(*Deuteromycotina*),是一种对稗草有较强致病性但对水稻(*Oryza sativa*)安全的一种生防潜力菌^[2-5]。由于大田条件复杂多变,将尖角突脐孢菌直接使用到大田时,其防效远低于室内除稗防效^[5-8]。因此,为了更好地利用尖角突脐孢菌,筛选出高致病力、产孢量高、抗紫外光线的优势菌株已经成为亟待解决的问题。

当前,主要通过物理诱变、化学诱变和生物诱变进行微生物育种^[9-12]。微生物诱变育种是一项通过基因突变技术对微生物的遗传结构和功能进行改变的技术。通过改造,人们可以获得具有特定的且能稳定遗传的菌株^[11]。在物理诱变中,紫外光诱变工作量低、定向强、效率高,故使用频率较高^[13]。Lotfy等^[14]用紫外光诱导黑曲霉中的柠檬酸过量产生,最终获得稳定正向突变体W5,柠檬酸产量为62.50%,与亲本野生型菌株相比增加约3.2倍。王博等^[15]用低温和紫外诱变技术选育絮凝优异的絮凝菌,通过紫外诱变和低温胁迫处理得到一株对生活污水絮凝率达75.35%的诱变菌株FB-5,且该菌株遗传性状不变。本试验以尖角突脐孢菌X27为研究材料,采用紫外光照射该菌株分生孢子悬液获得一系列紫外突变菌株,以2叶1心的稗草为生测对象,筛选获得长势良好、菌落形态稳定、致病力强、抗紫外光的诱变株,主要从尖角突脐孢菌落生长速率、产孢量、紫外耐受力以及对作物安全性等方面筛选诱变株,为高致病力尖角突脐孢菌的选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

尖角突脐孢菌株X27采集于江西石城稗草叶上,分离纯化后保存于华南农业大学杂草实验室。稗草采集于广东省广州市增城区宁西街道华南农业大学试验基地。从野外采集的稗草种子晒干后,保存于4℃冰箱中。

菌株培养和检测材料:吐温-80、琼脂、马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)、无水乙醇、新型基因组DNA提取试剂盒(北京天根生化科技有限公司)。

1.2 尖角突脐孢菌株的紫外光诱变

取尖角突脐孢菌X27的分生孢子配成 $1 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ 的孢子悬浮液。取2~3 mL孢子悬浮液于无菌培养皿中,紫外灯光分别照射(功率15 W,距离为15 cm)1、3、5、10、30和60 min,然后均取出100 μL 孢子悬浮液在红光下用涂布器接种于PDA培养基平板上,每个处理4次重复,未经紫外光照射的孢子悬浮液作对照。28℃黑暗条件下培养至少3 d,记录最终菌落的数量并计算致死率。致死率=(对照菌落数-诱变平板菌落数)/对照菌落数 $\times 100\%$ 。取尖角突脐孢菌X27的孢子悬浮液经紫外光分别照射5、10、15、20、25和30 min,确定尖角突脐孢菌紫外光诱变的最佳时间。

1.3 高致病力尖角突脐孢菌诱变株的筛选

1.3.1 诱变株产孢量测定 根据1.2节的最佳时间对尖角突脐孢菌进行诱变选育,选育出300个菌株,分别编号并保存。在尖角突脐孢菌X27和诱变株菌丝生长均匀处,取直径为0.8 cm的菌丝块,放入新的PDA培养基平板上。14 d后,用10 mL 0.05%吐温-80水溶液把培养基上的孢子全部洗下,200 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 振荡20 min后,4层纱布过滤并保存备用。在显微镜下用血球计数板测定孢子悬液产孢量,每个菌株重复4次。

1.3.2 稗草离体叶片法对诱变株致病力测定 选取2叶1心期、同一叶位长势良好的叶片,去除稗草叶片的尖端和基部,保留叶中部5~6.5 cm。放入铺有湿润滤纸的培养皿中,加入适量的无菌蒸馏水,在叶片上针刺形成伤口,吸取5 μL 孢子悬浮液点于伤口上。用菌株X27作为对照,置于28℃光照培养箱中,光、暗培养时间各12 h,湿度70%~90%。3 d后测量病斑直径,并计算菌株离体叶片致病力,每个处理均重复4次。

1.3.3 诱变株产孢量和致病力综合聚类分析 按照系统聚类法中最长距离法,采用诱变株产孢量和致病力的相对值对诱变株进行聚类分析。在聚类水平 $D^2 = 10.0$ 时可以划分为三大类群。

1.3.4 诱变株活体侵染致病力测定 从300个诱变菌株里筛选产孢量和致病力较强的优势菌株作为活体侵染的材料。在PDA培养基上培养14 d后,将优势菌株配制成 $1.0 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ 的孢子悬浮液,并喷于2叶1心期的活体稗草上,用X27菌种作为对照,将处理过的活体植株于28℃光照培养箱培养48 h(培养条件

同 1.3.2 节),再移入温室中生长。1 周后调查分级和发病情况,计算病情指数。每个处理重复 4 次。

稗草病害分级标准:0 级:全株无病,叶片上无斑点;1 级:仅有小的针尖大小的褐点;2 级:全株叶片上有较大褐点,并有 1~2 mm 的典型或椭圆形坏死病斑均匀分布在叶片上,约占叶面积 2%;3 级:全株有典型病斑,侵染面积小于 10%;4 级:全株有典型病斑,侵染面积占 10%~50%;5 级:全株有典型病斑,侵染面积占 51%~75%;6 级:全株有典型病斑,全部叶片死亡。

$$\text{病情指数} = \left(\sum_{i=0}^6 n_i \times i / N \times 6 \right) \times 100\%。$$

式中: i 表示病级; n 表示植株发病为 i 级的株数; N 表示调查总株数;6 表示植株发病最高级。

1.4 诱变菌株 ITS-PCR 扩增

ITS 序列的扩增采用真菌分子鉴定的通用引物 ITS1 和 ITS4^[16]。ITS1:5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'; ITS4:5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3',引物由苏州金唯智生物科技有限公司合成。扩增结束后对单一条带 PCR 产物进行 ExoSAP-IT 纯化,对有非特异条带的 PCR 产物进行切胶纯化。

1.5 尖角突脐孢菌诱变株的生物学特性研究

1.5.1 尖角突脐孢菌的菌落生长速率测定 在尖角突脐孢菌 X27 菌株和高致病力诱变株 X27-UV148、X27-UV048、X27-UV045、X27-UV286 的 PDA 培养基上的分生孢子中,取菌丝生长均匀处直径为 0.8 cm 的菌丝块接种到 PDA 培养基中间,置于 28 °C 生化培养箱中培养。每 2 d 观察并记录菌落生长直径,共观察 11 d,每个处理 4 次重复。

1.5.2 尖角突脐孢菌诱变株对紫外光耐受力测定 将 X-27 菌株和高致病力诱变株 X27-UV148、X27-UV048、X27-UV045、X27-UV286 配制成 $1.0 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ 的悬浮液, $200 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 振荡培养 20 min,分散孢子,分成 2 组,一组经紫外光照射 25 min(紫外灯功率 15 W,距离为 15 cm),另一组不经紫外光照射作为对照组,然后将 100 μL 孢子悬液滴在灭菌的载玻片上,再把含孢子悬液的载玻片放入铺有湿润滤纸的无菌培养皿中,在 28 °C 恒温培养箱中培养,分别于 12、24、36 和 48 h 时观察 100 个尖角突脐孢菌分生孢子萌发的情况。萌发标准以芽管长度超过孢子短轴为标准。以上操作均在红光下完成,每个处理 4 次重复。

1.5.3 尖角突脐孢菌诱变株耐热性测定 将 X-27 菌株和高致病力诱变株 X27-UV148、X27-UV048、X27-UV045、X27-UV286 配制成 $1.0 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ 的悬浮液,然后取孢子悬浮液 100 μL 滴在灭菌的载玻片上,再把含孢子悬液的载玻片放入铺有湿润滤纸的无菌培养皿中,分别于 10、15、20、25、28、30、32、37 和 40 °C 的恒温培养箱中培养,于 8 h 时观察 100 个尖角突脐孢菌分生孢子萌发的情况。萌发标准以芽管长度超过孢子短轴为标准。每个处理 4 次重复。

1.6 尖角突脐孢菌诱变株的安全性试验研究

选择稗草发生地的主要作物,主要包括水稻、小麦、高粱、大豆、苦瓜、菜心、花生、玉米。2 叶 1 心期的稗草幼苗为对照。水稻、小麦、高粱每盆各 4 株,大豆、苦瓜每盆各 2 株,菜心每盆 10 株,花生和玉米各 1 株,稗草每盆 6 株。每种作物和稗草 4 次重复。

以上各种植物均留有 4 盆对照,且与其他植物分开摆放。对照植株喷 0.05% 无菌吐温-80 水溶液,处理株喷 $1.0 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ 孢子悬液(同 1.3.4 节),喷药量均为 $100 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-2}$ 。施药后置于 28 °C、湿度为 80% 的人工气候箱中保湿培养 48 h,最后再移到室外正常生长。2 周后观察、记录测试结果。按处理后植株叶片病害程度的差异将病害分级赋值。植株不同病害程度分级参照陈勇等^[17]的分级标准。

1.7 诱变菌株 X27-045 的遗传稳定性

将 X27-045 转接到斜面培养基上,菌株生长 3~4 d 后将其再转接到新的 PDA 培养基上培养,作为第 1 代;重复上述步骤直到第 10 代,测定每代菌株 4 d 菌落直径和 14 d 产孢量。

1.8 数据统计与分析

试验数据采用 SPSS 20.0 软件和 Excel 2016 进行统计分析,试验结果经方差分析后进行 Duncan's 多重比较检验差异($P < 0.05$),用 Turkey 法进行单因素方差分析(ANOVA)。

2 结果与分析

2.1 紫外光诱变的尖角突脐孢菌株

从图 1 和图 2 可以看出:随着诱变时间的增加,孢子在 PDA 平板上的菌落数逐渐减少,致死率逐渐增

加,未经紫外光照射的菌株 X27 菌落最多;当紫外光照射时间为 60 min 时,PDA 平板上的菌落最少,致死率接近 100%;当紫外光照射时间为 30 min 时,PDA 平板上的菌落及其致死率次之。当照射时间长时,致死率高(98.41%),在单位存活的菌株中负突变菌株较多,正突变菌株较少。照射时间短时,致死率低(49.40%~77.69%),在单位存活的菌株中虽然正突变菌株较多,但数量多,筛选较困难。综合考虑,选择致死率为 82.07%~96.81%的诱变时间作为最佳诱变时间范围,即 5~30 min。

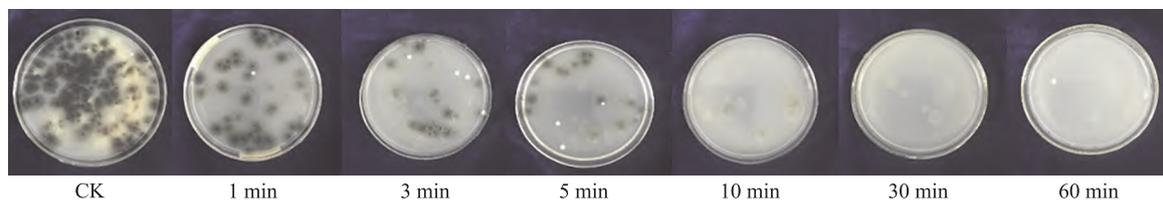


图1 紫外光照射 72 h 后 X27 的菌落图

Fig. 1 Morphology of X27 after being irradiated with ultraviolet light for 72 h

CK 为未经紫外光照射的菌落,其他分别为紫外光照射 1、3、5、10、30 和 60 min 的菌落。CK is the colony that has not been irradiated with UV light, and the others are the colonies that have been irradiated with UV light for 1, 3, 5, 10, 30 and 60 min.

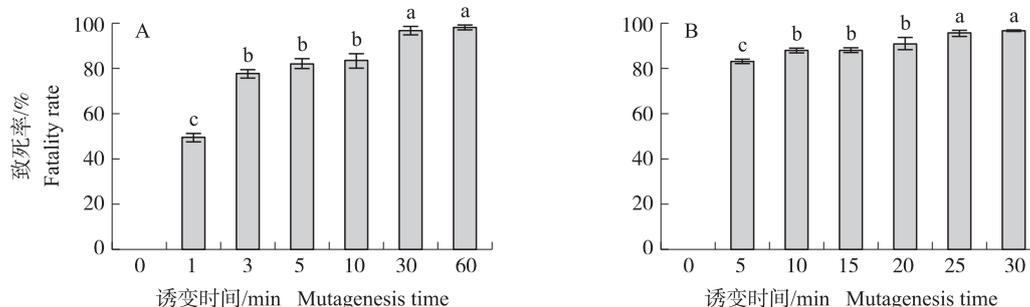


图2 紫外光诱变时间与致死率的关系

Fig. 2 The relationship between ultraviolet light mutagenesis time and fatality rate

不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。Different lowercase letters represent significant difference at 0.05 level. The same as follows.

从图 2 可以看出,在最佳诱变时间范围内,紫外光照射时间为 30 min 时,孢子在 PDA 平板上形成菌落数最少,致死率为 97.34%,存活菌株中为负突变菌株的比例较大,故不考虑 30 min 作为最佳诱变时间。紫外光照射时间分别为 10、15、20 min 时,诱变后孢子在 PDA 平板上的菌落数相近,且其致死率也无显著差异;紫外光照射时间为 5 min 时,相比于其他处理差异显著,且 PDA 平板上菌落数较多;紫外光照射时间为 25 min 时,虽然致死率为 95.82%,存活菌株可能存在负突变,但是相对于其他处理差异显著,且 PDA 平板上菌落数适中,易于筛选。综上所述,选择尖角突脐孢菌的最佳诱变时间为 25 min。

2.2 尖角突脐孢菌诱变株的筛选

2.2.1 诱变株产孢量 在紫外光照射 25 min 后,共筛选出 300 株诱变菌株,编码为: X27-UV001—X27-UV300,并筛选出 45 株产孢量较菌株 X27 显著增加的诱变株(表 1)。

表 1 菌株 X27 与诱变菌株 14 d 产孢量比较

Table 1 Comparison of spore production between strain X27 and mutagenic strain on 14 days

| 菌株 Strain | 产孢量/(10^6 mL $^{-1}$) Spore production | 菌株 Strain | 产孢量/(10^6 mL $^{-1}$) Spore production | 菌株 Strain | 产孢量/(10^6 mL $^{-1}$) Spore production |
|--------------|---|--------------|---|--------------|---|
| X27-UV284 | 5.78±0.26 ^a | X27-UV104 | 4.60±0.44 ^{abcde} | X27-UV020 | 4.35±0.57 ^{bede} |
| X27-UV286 | 5.20±0.21 ^{ab} | X27-UV246 | 4.55±0.64 ^{bede} | X27-UV127 | 4.32±0.45 ^{bede} |
| X27-UV041 | 5.09±0.37 ^{abc} | X27-UV248 | 4.54±0.26 ^{bede} | X27-UV119 | 4.32±0.43 ^{bede} |
| X27-UV215 | 5.07±0.25 ^{abc} | X27-UV021 | 4.47±0.26 ^{bede} | X27-UV098 | 4.29±0.12 ^{bede} |
| X27-UV039 | 5.05±0.50 ^{abc} | X27-UV250 | 4.47±0.30 ^{bede} | X27-UV091 | 4.24±0.38 ^{bede} |
| X27-UV247 | 4.88±0.54 ^{abcd} | X27-UV075 | 4.44±0.28 ^{bede} | X27-UV113 | 4.20±0.34 ^{bede} |
| X27-UV115 | 4.75±0.31 ^{abcde} | X27-UV140 | 4.38±0.45 ^{bede} | X27-UV184 | 4.19±0.26 ^{bede} |
| X27-UV040 | 4.70±0.05 ^{abcde} | X27-UV114 | 4.36±0.19 ^{bede} | X27-UV111 | 4.19±0.51 ^{bede} |
| X27-UV042 | 4.68±0.18 ^{abcde} | X27-UV281 | 4.35±0.20 ^{bede} | X27-UV050 | 4.16±0.32 ^{bede} |

续表1 Table 1 continued

| 菌株 Strain | 产孢量/(10 ⁶ mL ⁻¹) Spore production | 菌株 Strain | 产孢量/(10 ⁶ mL ⁻¹) Spore production | 菌株 Strain | 产孢量/(10 ⁶ mL ⁻¹) Spore production |
|--------------|---|--------------|---|--------------|---|
| X27-UV290 | 4.07±0.53 ^{bcd} | X27-UV002 | 3.92±0.22 ^{bcd} | X27-UV061 | 3.61±0.40 ^d |
| X27-UV181 | 4.07±0.08 ^{bcd} | X27-UV005 | 3.90±0.38 ^{cd} | X27-UV124 | 3.60±0.50 ^d |
| X27-UV128 | 4.07±0.40 ^{bcd} | X27-UV137 | 3.89±0.28 ^{cd} | X27-UV086 | 3.54±0.27 ^e |
| X27-UV118 | 4.06±0.32 ^{bcd} | X27-UV116 | 3.86±0.15 ^{cd} | X27-UV080 | 3.51±0.30 ^e |
| X27-UV003 | 4.01±0.37 ^{bcd} | X27-UV112 | 3.81±0.55 ^{cd} | X27 | 2.42±0.57 ^f |
| X27-UV019 | 3.97±0.12 ^{bcd} | X27-UV108 | 3.72±0.25 ^d | | |
| X27-UV076 | 3.92±0.32 ^{bcd} | X27-UV045 | 3.63±0.25 ^d | | |

注:表中数据均为平均值±标准误,不同小写字母代表在0.05水平有显著差异。下同。

Note: The data in the table are the mean±standard error, and different lowercase letters represent significant differences at 0.05 level. The same as follows.

2.2.2 稗草离体叶片法测定诱变株的致病力 将300个诱变株侵染离体稗草叶片后,测定病斑直径,筛选出56株致病力较菌株X27显著增加的诱变株(表2)。

从表1和表2可知:产孢量和致病力均高于原始菌株X27的诱变株共有19株,分别为X27-UV020、X27-UV039、X27-UV040、X27-UV041、X27-UV042、X27-UV045、X27-UV050、X27-UV086、X27-UV098、X27-UV114、X27-UV184、X27-UV215、X27-UV247、X27-UV248、X27-UV250、X27-UV281、X27-UV284、X27-UV286、X27-UV290。

表2 菌株X27与诱变菌株对稗草致病力比较

Table 2 Comparison of pathogenicity of barnyardgrass inoculated with strain X27 and mutagenesis strain

| 菌株 Strain | 病斑直径/cm Lesion diameter | 菌株 Strain | 病斑直径/cm Lesion diameter | 菌株 Strain | 病斑直径/cm Lesion diameter |
|--------------|--------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-----------------------------|
| X27-UV248 | 1.27±0.09 ^a | X27-UV150 | 0.98±0.05 ^{bedefghi} | X27-UV215 | 0.90±0.09 ^{defghi} |
| X27-UV223 | 1.25±0.17 ^{ab} | X27-UV228 | 0.98±0.05 ^{bedefghi} | X27-UV238 | 0.90±0.06 ^{defghi} |
| X27-UV049 | 1.20±0.17 ^{abc} | X27-UV273 | 0.98±0.08 ^{bedefghi} | X27-UV247 | 0.90±0.04 ^{defghi} |
| X27-UV014 | 1.15±0.05 ^{abcd} | X27-UV020 | 0.97±0.03 ^{bedefghi} | X27-UV044 | 0.88±0.10 ^{defghi} |
| X27UV-237 | 1.13±0.03 ^{abcde} | X27UV-048 | 0.95±0.04 ^{cdefghi} | X27-UV225 | 0.88±0.05 ^{defghi} |
| X27-UV026 | 1.10±0.08 ^{abcdef} | X27-UV056 | 0.95±0.16 ^{cdefghi} | X27-UV249 | 0.88±0.05 ^{defghi} |
| X27-UV040 | 1.10±0.02 ^{abcdef} | X27-UV233 | 0.95±0.05 ^{cdefghi} | X27-UV042 | 0.87±0.07 ^{defghi} |
| X27-UV041 | 1.08±0.15 ^{abcdefg} | X27-UV277 | 0.95±0.03 ^{cdefghi} | X27-UV045 | 0.85±0.04 ^{efghi} |
| X27-UV242 | 1.08±0.16 ^{abcdefg} | X27-UV015 | 0.93±0.04 ^{cdefghi} | X27-UV050 | 0.83±0.06 ^{fghi} |
| X27-UV047 | 1.05±0.15 ^{abcdefg} | X27-UV039 | 0.93±0.14 ^{cdefghi} | X27-UV284 | 0.83±0.08 ^{fghi} |
| X27UV-060 | 1.05±0.11 ^{abcdefg} | X27-UV114 | 0.93±0.06 ^{cdefghi} | X27-UV286 | 0.83±0.05 ^{fghi} |
| X27-UV240 | 1.05±0.02 ^{abcdefg} | X27-UV142 | 0.93±0.07 ^{cdefghi} | X27-UV184 | 0.82±0.09 ^{fghi} |
| X27-UV250 | 1.03±0.10 ^{abcdefgh} | X27-UV234 | 0.93±0.04 ^{cdefghi} | X27-UV281 | 0.82±0.13 ^{fghi} |
| X27-UV085 | 1.02±0.03 ^{abcdefgh} | X27-UV241 | 0.93±0.09 ^{cdefghi} | X27-UV298 | 0.82±0.06 ^{fghi} |
| X27-UV232 | 1.02±0.03 ^{abcdefgh} | X27-UV011 | 0.90±0.08 ^{defghi} | X27-UV230 | 0.80±0.04 ^{ghi} |
| X27-UV013 | 1.00±0.06 ^{abcdefgh} | X27-UV018 | 0.90±0.14 ^{defghi} | X27-UV244 | 0.80±0.06 ^{ghi} |
| X27-UV260 | 1.00±0.11 ^{abcdefgh} | X27-UV084 | 0.90±0.07 ^{defghi} | X27-UV263 | 0.80±0.05 ^{ghi} |
| X27-UV081 | 0.98±0.08 ^{bcddefghi} | X27-UV086 | 0.90±0.05 ^{defghi} | X27-UV290 | 0.80±0.09 ^{ghi} |
| X27-UV098 | 0.98±0.05 ^{bcddefghi} | X27-UV148 | 0.90±0.09 ^{defghi} | X27 | 0.52±0.09 ^j |

2.2.3 诱变株产孢量和致病力综合聚类分析 从图3可知:第I类群有47个诱变株,第II类群有11个诱变株,第III类群有24个诱变株。进一步分析发现,产孢量高且致病力强的诱变株有17株,均分布于第I类群中,仅有2株分布于第III类群中,其他诱变菌株则属于产孢量高或致病力强的菌株。

2.2.4 诱变株活体的侵染致病力 从第I类群中选出17株诱变菌株,然后从第II、III类群中分别选出5株诱变菌株,最终作为侵染活体稗草的试验材料,并调查致病力。室内活体稗草致病性结果(表3)表明,X27经过诱变后对稗草的致病性明显加强。高致病力诱变菌株X27-UV148、X27-UV048、X27-UV045、X27-UV286的致病力较X27(CK)高($P<0.05$),其他诱变菌株致病力与X27(CK)差异不显著。4株高致病力菌株对稗草的防治效果见图4。

2.3 诱变株 ITS-PCR 扩增

以ITS1和ITS4为引物,PCR扩增出1条约为600bp的特异性条带(图5)。将纯化、回收的特异性条带进行测序,所得的序列与GenBank数据库中尖角突脐孢菌的ITS序列(登录号为DQ337380)比对,相似性高达98%,可以确定筛选出的4个诱变株均为尖角突脐孢菌。

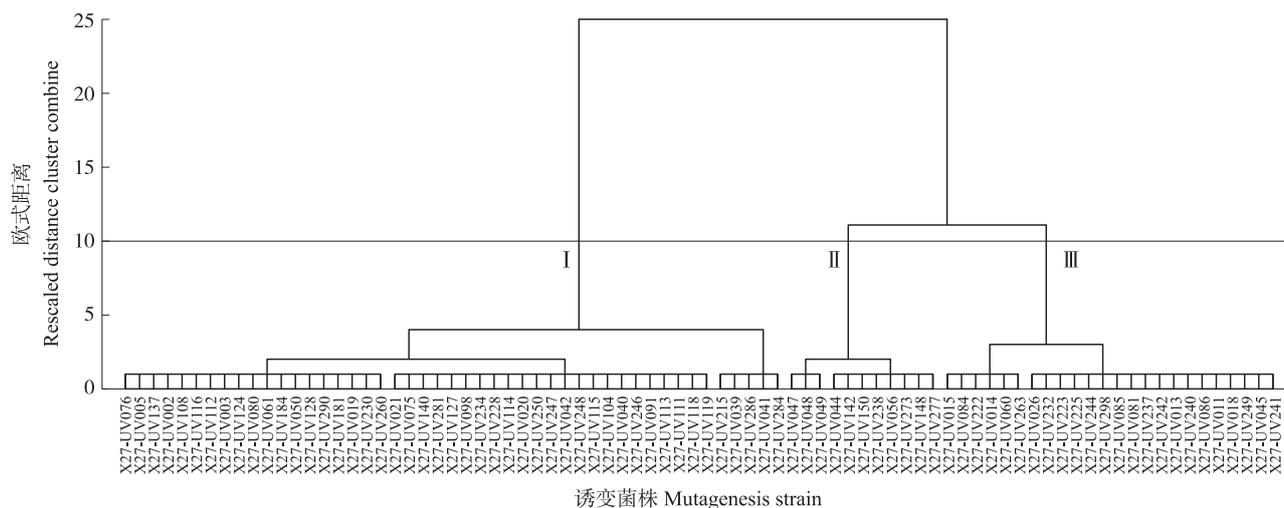


图 3 尖角突脐孢菌不同诱变株以产孢量和致病力观测值为指标的系统聚类 ($D^2 = 10.0$)

Fig. 3 Hierarchical clustering of different mutagenesis strains of *Exserohilum monoceras* based on spore production and virulence observations as indicators ($D^2 = 10.0$)

表 3 诱变菌株与菌株 X27 对活体稗草的致病性 (室内测定)

Table 3 Pathogenicity of mutagenesis strains and strain X27 to live barnyardgrass (indoor determination)

| 菌株 Strain | 病情指数 Disease index | 菌株 Strain | 病情指数 Disease index | 菌株 Strain | 病情指数 Disease index |
|--------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------|
| X27-UV148 | 79.86±2.37 ^a | X27-UV248 | 70.14±3.83 ^{abcdefgh} | X27-UV015 | 61.11±1.96 ^{ghijk} |
| X27-UV048 | 78.89±2.95 ^a | X27-UV114 | 66.67±2.54 ^{bcdefghi} | X27-UV040 | 61.11±1.97 ^{ghijk} |
| X27-UV045 | 77.78±4.39 ^{ab} | X27-UV298 | 66.67±3.59 ^{bcdefghi} | X27-UV042 | 60.42±5.60 ^{hijkl} |
| X27-UV286 | 77.78±2.27 ^{ab} | X27-UV041 | 65.97±4.59 ^{cdefghi} | X27-UV290 | 58.33±5.20 ^{ijkl} |
| X27-UV247 | 77.08±3.08 ^{abc} | X27 (CK) | 65.97±3.08 ^{cdefghi} | X27-UV250 | 56.95±3.68 ^{ijkl} |
| X27-UV215 | 76.39±2.66 ^{abcd} | X27-UV086 | 65.28±2.41 ^{defghij} | X27-UV039 | 54.17±4.32 ^{ijkl} |
| X27-UV277 | 75.70±1.75 ^{abcde} | X27-UV050 | 64.58±3.99 ^{efghij} | X27-UV238 | 51.39±0.80 ^{kl} |
| X27-UV284 | 75.00±3.00 ^{abcdef} | X27-UV098 | 63.89±5.20 ^{fghij} | X27-UV060 | 49.31±4.73 ^l |
| X27-UV150 | 73.61±1.79 ^{abcdef} | X27-UV281 | 63.89±0.00 ^{fghij} | | |
| X27-UV184 | 72.22±1.13 ^{abcdefg} | X27-UV020 | 61.11±3.40 ^{ghijk} | | |

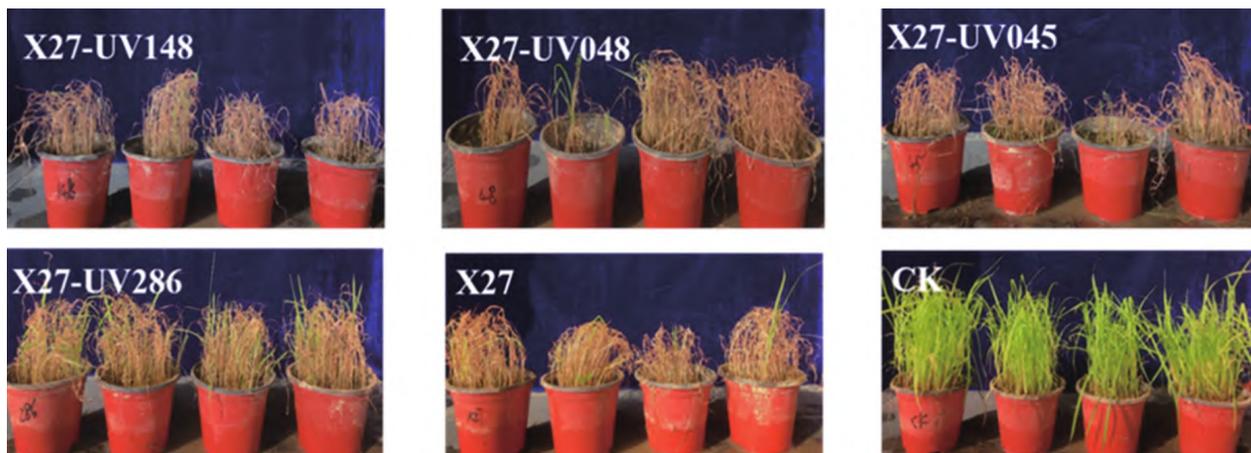


图 4 原始菌株与诱变菌株对稗草的防治效果 (14 d)

Fig. 4 Safety determination of original strain and mutagenesis strain

2.4 尖角突脐孢菌诱变株的生物学特性

2.4.1 菌落的形态特征与菌落直径 从图 6 可知:在 28 ℃、PDA 培养条件下,随着培养时间的推移,菌株 X27 和诱变株 X27-UV286、X27-UV045、X27-UV048、X27-UV148 菌落直径不断增加。培养 3、5、7、9 和 11 d 时,诱变菌株 X27-UV286、X27-UV045、X27-UV048、X27-UV148 与菌株 X27 的菌落直径差异均不显著;从菌落形态上看,诱变菌株与菌株 X27 的菌落形态大体相同(图 7)。

2.4.2 尖角突脐孢菌诱变株的耐热性 从图 8 可知:将菌株 X27 和诱变株 X27-UV148、X27-UV048、X27-UV045、X27-UV286 分别于 10、15、20、25、28、30、32、37 和 40 °C 培养箱中培养,各菌株的孢子萌发率均在 30 °C 时达最高,40 °C 时各菌株孢子萌发率均最低。在 10、15、20、25、28、32、37 和 40 °C 培养,菌株 X27 和诱变株 X27-UV148 的孢子萌发率差异不显著。在 10、20 °C 培养,菌株 X27 孢子萌发率显著低于诱变株 X27-UV048。在 10 °C 培养,菌株 X27 诱变株孢子萌发率显著低于 X27-UV045。在 10、20、37 °C 培养,菌株 X27 孢子萌发率显著低于诱变株 X27-UV286。表明紫外光照射菌株的耐热性发生了改变。相对于菌株 X27 来说,诱变株 X27-UV148、X27-UV286 对低温、高温的耐受能力均增强;X27-UV048、X27-UV045 对低温耐受能力增强。

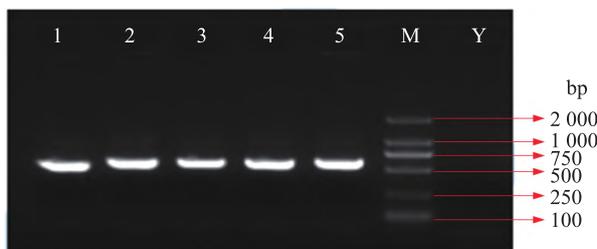


图 5 诱变菌株和菌株 X27 的 ITS 序列扩增片段电泳图
Fig. 5 Electrophoresis of amplified fragments of the ITS sequence of the mutagenesis strain and strain X27

1~5 分别表示菌株 X27、X27-UV148、X27-UV286、X27-UV048、X27-UV045 菌株中扩增出的 ITS 片段;M. DL2000 标准品;Y. 阴性对照。
1-5 represent ITS fragments amplified from strains X27, X27-UV148, X27-UV286, X27-UV048, X27-UV045, respectively; M. DL2000 marker; Y. The negative control.

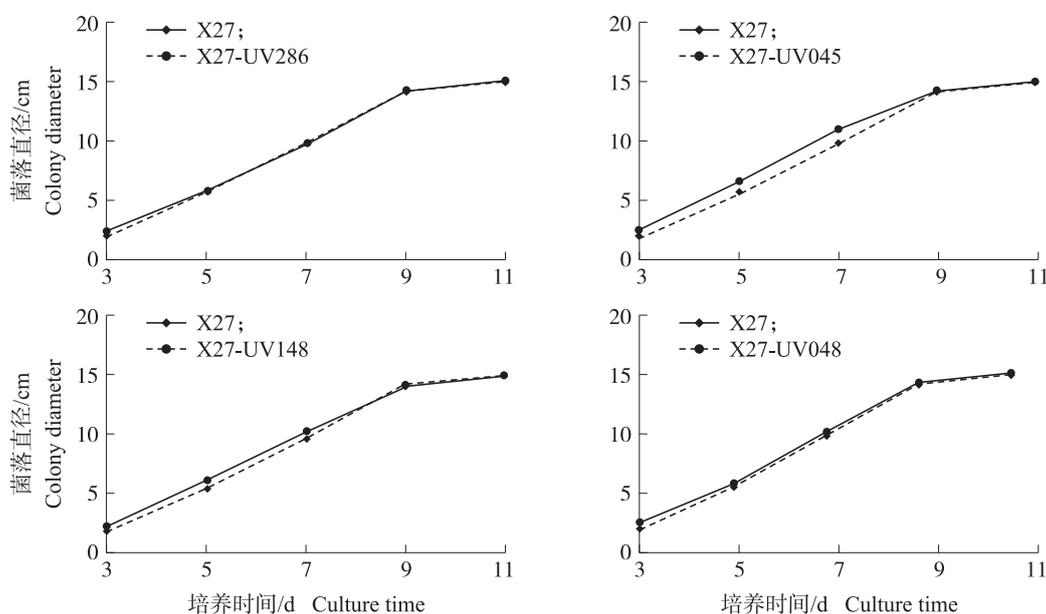


图 6 诱变菌株和菌株 X27 菌落直径

Fig. 6 The colony growth diameter of the mutagenesis strain and strain X27

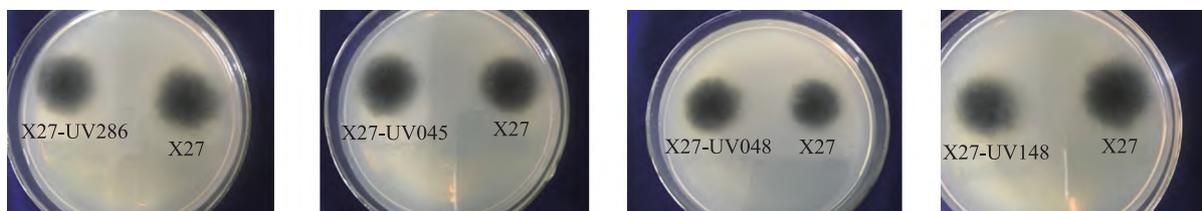


图 7 诱变菌株与对照菌株在 28 °C 培养 3 d 时的菌落形态

Fig. 7 The colony morphology of the mutagenesis strain and the control strain on the 3 d cultured at 28 °C

2.4.3 尖角突脐孢菌诱变株对紫外光的耐受力 经紫外光照射 25 min 后,UV-X27 菌株的孢子萌发率显著降低,而诱变株 REX27-UV148 和 X27-UV148、REX27-UV048 和 X27-UV048、REX27-UV045 和 X27-UV045、REX27-UV286 和 X27-UV286 的孢子萌发率差异均不显著,表明诱变株 REX27-UV148、REX27-UV048、REX27-UV045、REX27-UV286 的抗紫外光能力明显增强(图 9)。

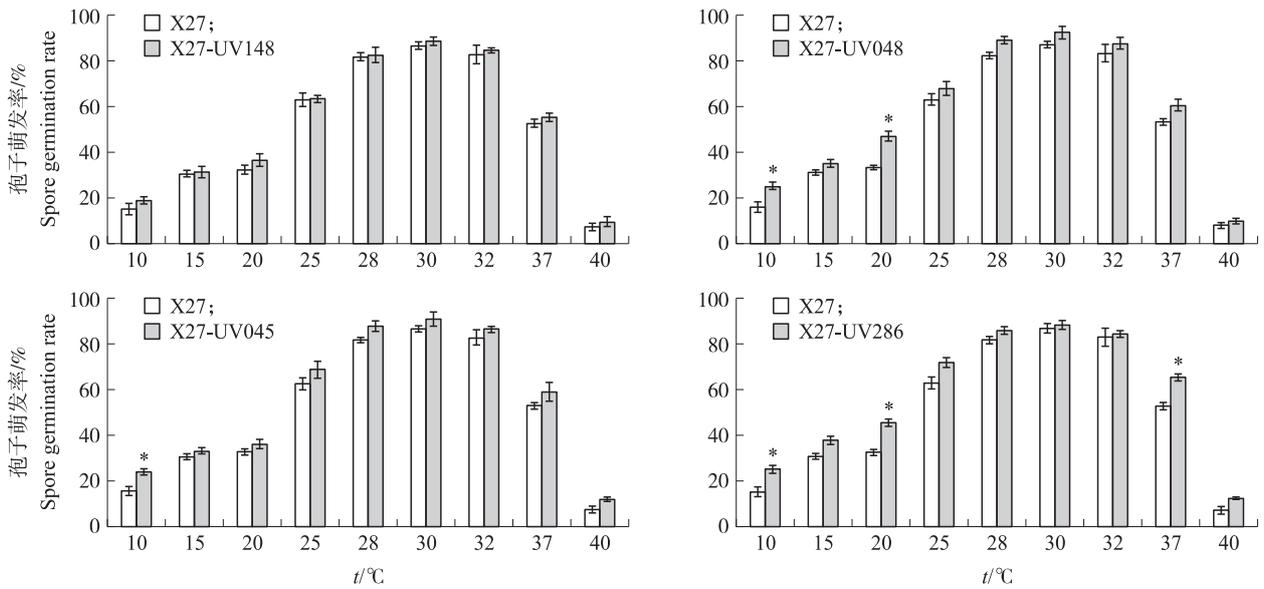


图8 不同温度下菌株 X27 和诱变菌株孢子萌发率

Fig. 8 Spore germination rate of strains X27 and mutagenesis strain at different temperatures

* $P < 0.05$.

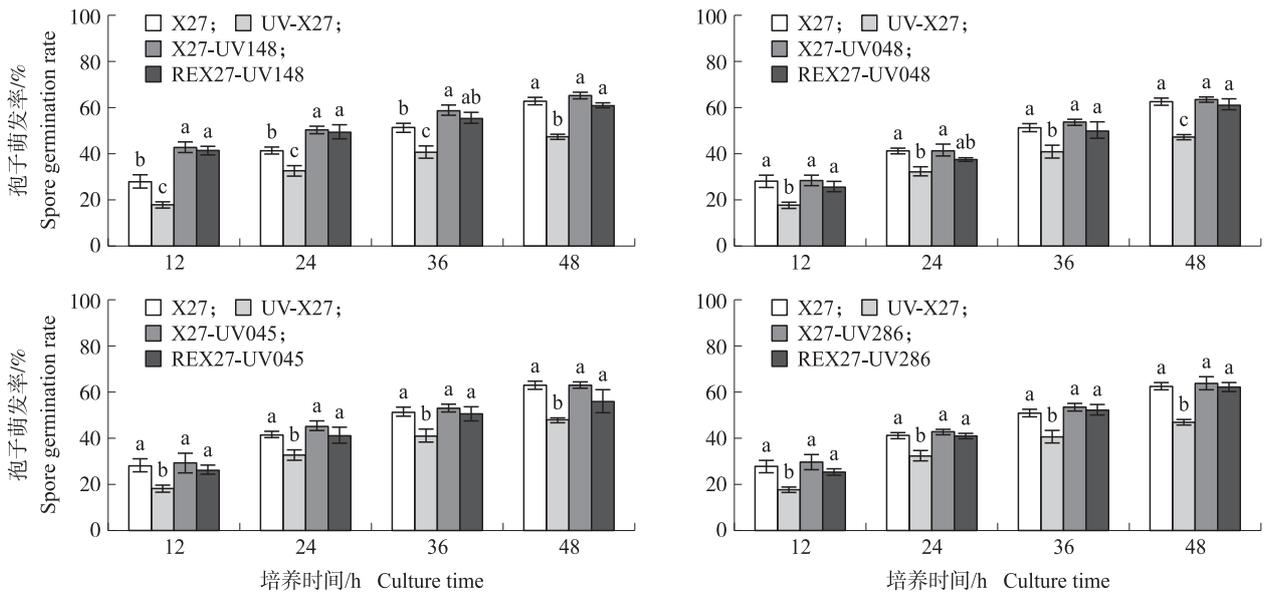


图9 不同培养时间菌株 X27 和诱变菌株紫外光照射 25 min 的孢子萌发率

Fig. 9 Spore germination rate of strains X27 and mutagenesis strain irradiated by ultraviolet for 25 min

X27-UV148, X27-UV048, X27-UV045, X27-UV286 是筛选出的高致病力诱变菌株; UV-X27 是 X27 经紫外光照射的菌株; REX27-UV148, REX27-UV048, REX27-UV045, REX27-UV286 是诱变菌株再次经紫外光照射的菌株。

X27-UV148, X27-UV048, X27-UV045, X27-UV286 were the high virulence strains induced by ultraviolet rays; UV-X27 was strain of X27 irradiated by the ultraviolet rays; REX27-UV148, REX27-UV048, REX27-UV045, REX27-UV286 were strains of mutant irradiated by ultraviolet rays once more.

2.5 尖角突脐孢菌诱变株的安全性

从表 4 可以看出:在供试的 8 种作物中,高粱对尖角突脐孢菌敏感,初期叶片上出现斑点,2 周后病斑并没有扩大趋势,被侵染的高粱能恢复生长。其他 7 种作物对尖角突脐孢菌不敏感。处理后的 2 叶期稗草,植株枯萎死亡,说明尖角突脐孢菌的寄主范围相对专一。

表 4 高致病力诱变菌株对作物室内安全性测定

Table 4 Determination of the indoor safety of highly pathogenesis mutant strains to crops

| 作物 Crop | 接种时期 Inoculation stages | 菌株 Strain | 感病程度 Infection severity | 作物 Crop | 接种时期 Inoculation stages | 菌株 Strain | 感病程度 Infection severity |
|---|----------------------------|--------------|----------------------------|---|----------------------------|--------------|----------------------------|
| 稗草 <i>E. crusgalli</i> (L.) Beauv | 2 叶 1 心期 | X27 | S | 水稻 <i>Oryza sativa</i> L. | 2 叶 1 心期 | X27 | NS |
| | | X27-UV148 | S | | | X27-UV148 | NS |
| | | X27-UV286 | S | | | X27-UV286 | NS |
| | | X27-UV048 | S | | | X27-UV048 | NS |
| | | X27-UV045 | S | | | X27-UV045 | NS |
| 小麦 <i>Triticum aestivum</i> L. | 2 叶 1 心期 | X27 | NS | 高粱 <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench | 2 叶 1 心期 | X27 | HS |
| | | X27-UV148 | NS | | | X27-UV148 | HS |
| | | X27-UV286 | NS | | | X27-UV286 | HS |
| | | X27-UV048 | NS | | | X27-UV048 | HS |
| | | X27-UV045 | NS | | | X27-UV045 | HS |
| 大豆 <i>Glycine max</i> L. | 第 3 对叶期 | X27 | NS | 苦瓜 <i>Momordica</i> <i>charantia</i> L. | 第 3 对叶期 | X27 | NS |
| | | X27-UV148 | NS | | | X27-UV148 | NS |
| | | X27-UV286 | NS | | | X27-UV286 | NS |
| | | X27-UV048 | NS | | | X27-UV048 | NS |
| | | X27-UV045 | NS | | | X27-UV045 | NS |
| 菜心 <i>Brassica</i> <i>campestris</i> L. | 2 叶 1 心期 | X27 | NS | 花生 <i>Arachis</i> <i>hypogaea</i> L. | 第 3 对叶期 | X27 | NS |
| | | X27-UV148 | NS | | | X27-UV148 | NS |
| | | X27-UV286 | NS | | | X27-UV286 | NS |
| | | X27-UV048 | NS | | | X27-UV048 | NS |
| | | X27-UV045 | NS | | | X27-UV045 | NS |
| 糯玉米 <i>Zea mays</i> L. <i>sinensis</i> Kulesh | 2 叶 1 心期 | X27 | NS | | | X27 | NS |
| | | X27-UV148 | NS | | | X27-UV148 | NS |
| | | X27-UV286 | NS | | | X27-UV286 | NS |
| | | X27-UV048 | NS | | | X27-UV048 | NS |
| | | X27-UV045 | NS | | | X27-UV045 | NS |

注: NS. 植株无病害 Plants had no disease; HS. 植株叶片有病斑但不超过整片叶的 1/2 Plant leaves mottled but not more than 1/2 of the whole leaf; S. 植株全叶枯死 The whole leaf of the plant died.

2.6 诱变菌株 X27-UV045 的遗传稳定性

从表 5 可知: 诱变菌株 X27-UV045 连续 10 代培养后, 第 10 代与第 1 代培养 3 d 的菌落直径差异不显著, 每代菌株菌落直径基本稳定, 均值为 2.30 cm; 第 10 代与第 1 代菌株培养 14 d 的分生孢子产量无显著差异, 各代孢子产量保持稳定, 产孢量均值为 $3.54 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ 。菌株 X27-UV045 经过 10 代传代培养后, 菌丝生长速率无明显下降, 分生孢子产量没有出现退化。表明诱变菌株 X27-UV045 具有很好的遗传稳定性。

3 讨论

在筛选诱变菌株时, 主要考虑的因素是筛选使目标生物死亡率为 50% 左右的菌株, 这可以在很大程度上得到正向突变的菌株^[18]。本研究中, 在设定最佳诱变时间范围时, 以间隔大的时间段和菌株的死亡率来确定。试验结果显示, 在紫外光照射 60 min 后, 菌株死亡率接近 100%, 菌株负突变比较大, 不利于筛选; 当紫外光照射时间为 1、3、5 min 时, 存活菌株较多, 不易筛选, 故最佳诱变时间为 5~30 min。采用确定最佳诱变时间范围的方法, 以 5~30 min 为最佳诱变时间。当紫外光诱变菌株的死亡率为 95% 时, 可作为筛选的依据^[19-21]。因此可以确定本次诱变的最佳时间为 25 min。

菌株的优良可以以产孢量和病情指数来判断^[22-23]。本研究以室内产孢量、离体稗草叶片病斑测定以及活体稗草病情指数测定结果作为筛选依据, 最终从 300 个诱变菌株中, 筛选出 4 株对稗草有强致病力的菌株, 分别为 X27-UV148、X27-UV286、X27-UV048、X27-UV045。筛选出的菌株病情指数显著高于对照菌株 X27, 要想利用诱变株开发成稗草生防制剂, 还需要对诱变株进行亲缘关系的测定, 鉴定诱变后的优势

表 5 诱变菌株 X27-UV045 连续 10 次的传代培养

Table 5 Ten consecutive subcultures of mutagenized strain X27-UV045

| 培养代 Culture generations | 菌落直径/cm Colony diameter | 产孢量/(10^6 mL^{-1}) Spore production |
|----------------------------|----------------------------|--|
| 1 | 2.28±0.06 | 3.550±0.04 |
| 2 | 2.30±0.02 | 3.510±0.05 |
| 3 | 2.28±0.06 | 3.541±0.06 |
| 4 | 2.35±0.02 | 3.560±0.05 |
| 5 | 2.33±0.07 | 3.500±0.07 |
| 6 | 2.26±0.00 | 3.510±0.06 |
| 7 | 2.30±0.03 | 3.510±0.07 |
| 8 | 2.28±0.06 | 3.560±0.09 |
| 9 | 2.28±0.06 | 3.600±0.03 |
| 10 | 2.28±0.06 | 3.580±0.01 |

菌株和菌株 X27 是同属种的尖角突脐孢菌,确保生防制剂的有效活性成分能起特异性作用。ITS(内转录间隔区)是真菌 rRNA 基因非转录区的一部分,为高度可变区,进化速度较快,在真菌的属间和种间变异丰富,真菌属、种鉴定通常对该序列进行测序^[24]。ITS 介于 18S rDNA、5.8S rDNA 和 28S rDNA 之间,其在亲缘关系近的物种之间长度差异不大,而且序列在进化过程中速度较快,因此被应用于真菌系统分类及发育的研究^[25-26]。在本研究中,4 个诱变株和菌株 X27 的分子鉴定结果表明,菌株 ITS 序列的长度约 600 bp,菌株之间相似度为 98%,由此可以确定筛选出的 4 个诱变株均为尖角突脐孢菌。

真菌除草剂是由活的孢子和活菌丝发挥作用,其常常受到各种非生物胁迫的阻碍,主要包括相对湿度、紫外光照射以及高温^[27-28]。筛选出的 X27-UV148、X27-UV286、X27-UV048、X27-UV045 诱变株产孢量、孢子萌发率都比菌株 X27 要高,在 PDA 培养基上,诱变株 X27-UV148、X27-UV286、X27-UV048、X27-UV045 和菌株 X27 的菌落差异不显著,说明紫外光并不会对诱变株的菌落直径以及菌落形态造成影响。

开发植物病原体作为微生物除草剂,大都是利用它们的专性寄生的特性,在应用时首先应该考虑的是对农作物不致病^[29]。本研究中,从对 8 种作物安全性测试的结果看,诱变后的尖角突脐孢菌与菌株 X27 均寄主单一,对其中 7 种作物均安全,对高粱仅仅是轻微侵染,这一结果和陈勇等^[17]测定尖角突脐孢菌安全性的试验结果相同,但是对于玉米的结果却相反,可能是因为玉米品种或玉米叶片蜡质的原因而导致的,具体原因还需要进一步研究。

微生物菌株的遗传稳定性在实际生产中非常重要,诱变菌株在传代生产时可能伴随突变或者退化的现象,从而导致已筛选出的诱变菌株出现性能衰退,因此有必要对诱变菌株进行连续的传代培养,以观察其遗传稳定性^[30]。本试验对 X27-UV045 进行 10 代的传代培养,每 1 代的菌落直径、产孢量基本保持稳定,说明诱变获得的菌株 X27-UV045 具有良好的遗传稳定性。

综上所述,4 株诱变菌株具有开发为微生物生防制剂的潜力,相比原始菌株,更适合大规模工业化生产。然而本试验仍有不足之处:诱变菌株室外稗草防效是否与室内防效结果一样;原始菌株紫外光诱变后致病力提高的分子机制;开发适宜于尖角突脐孢菌的剂型应用于田间试验。

参考文献 References:

- [1] 吴声敢,王强,赵学平,等. 稗草对 8 种除草剂的生物测定方法和敏感性研究[J]. 浙江农业科学,2006,47(4):437-440.
Wu S G, Wang Q, Zhao X P, et al. Bioassay and sensitivity of barnyardgrass to eight herbicides[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2006,47(4):437-440(in Chinese with English abstract).
- [2] 陈勇,倪汉文,李晓晶,等. 尖角突脐孢菌侵染过程及稗草反应超微结构观察[J]. 微生物学通报,2004,31(3):88-91.
Chen Y, Ni H W, Li X J, et al. Observation of infection process of *Exserohilum monoceras* and alteration of cellular ultrastructure in barnyardgrass [J]. Microbiology China, 2004,31(3):88-91(in Chinese with English abstract).
- [3] 陈勇,倪汉文,万方浩,等. 稗草致病菌——尖角突脐孢菌的生物学特性[J]. 中国生物防治,2004,20(4):264-268.
Chen Y, Ni H W, Wan F H, et al. Biological characteristics of barnyardgrass blight pathogen *Exserohilum monoceras* [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2004,20(4):264-268(in Chinese with English abstract).
- [4] Reis E M, Argenta J A, Velloso J A R, et al. Multiplication of *Helminthosporium* spp. on senescent tissues of graminaceous weeds and soyabean under natural conditions[J]. Fitopatologia Brasileira, 1985,10(3):643-648.
- [5] Hirase K, Yoshigai S, Nishida M, et al. Effect of temperature on herbicidal properties of MTB-951, a mycoherbicide to control *Echinochloa crus-galli* L[J]. Weed Biology and Management, 2004,4(4):213-217.
- [6] Zhang W M, Watson A K. Efficacy of *Exserohilum monoceras* for the control of *Echinochloa* species in rice (*Oryza sativa*) [J]. Weed Science, 1997,45(1):144-150.
- [7] 廖慧萍,陈勇,沈雪峰. 尖角突脐孢菌在稗草和水稻叶片表面蜡质上附着胞形成的差异及其原因[J]. 南京农业大学学报,2015,38(5):727-734. DOI:10.7685/j.issn.1000-2030.2015.05.005.
Liao H P, Chen Y, Shen X F. Difference and cause of appressorium formation of *Exserohilum monoceras* on epicuticular wax from *Echinochloa crus-galli* and *Oryza sativa* [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2015,38(5):727-734(in Chinese with English abstract).
- [8] 陈勇,倪汉文,张宏军,等. 尖角突脐孢菌与化学除草剂混用防治稻田稗草效果的研究[J]. 应用生态学报,2005,16(6):1104-1107.
Chen Y, Ni H W, Zhang H J, et al. Prevention efficiency of *Exserohilum monoceras* with chemical herbicides against *Echinochloa crus-galli* in paddy field [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005,16(6):1104-1107(in Chinese with English abstract).
- [9] Nevalainen K M H. Strain improvement in filamentous fungi: an overview [J]. Applied Mycology and Biotechnology, 2001,1:289-304.
- [10] Makino T, Skretas G, Georgiou G. Strain engineering for improved expression of recombinant proteins in bacteria [J]. Microbial Cell Factories, 2011,10:32.
- [11] 李翔. 微生物诱变育种技术[J]. 现代商贸工业,2017,29(34):185-187.

- Li X. Microbial mutation breeding technology[J]. Modern Trade Industry, 2017, 29(34): 185-187 (in Chinese).
- [12] Aleem B, Rashid M H, Zeb N, et al. Random mutagenesis of super Koji (*Aspergillus oryzae*): improvement in production and thermal stability of α -amylases for maltose syrup production[J]. BMC Microbiology, 2018, 18(1): 200.
- [13] Kimber A, Sze H. *Helminthosporium maydis* T toxin decreased calcium transport into mitochondria of susceptible corn[J]. Plant Physiology, 1984, 74(4): 804-809.
- [14] Lotfy W A, Ghanem K M, El-Helow E R. Citric acid production by a novel *Aspergillus niger* isolate: I. Mutagenesis and cost reduction studies[J]. Bioresource Technology, 2007, 98(18): 3464-3469.
- [15] 王博, 王虹, 欧阳晓芳, 等. 紫外诱变选育高原环境絮凝菌及其絮凝条件优化[J]. 环境科学研究, 2018, 31(9): 1603-1611.
Wang B, Wang H, Ouyang X F, et al. Mutation breeding of flocculating microorganism in plateau area by ultraviolet and its application by optimization[J]. Research of Environmental Sciences, 2018, 31(9): 1603-1611 (in Chinese with English abstract).
- [16] 郭鹏豪, 刘秀丽, 崔颖鹏, 等. 真菌通用引物 Its1 和 Its4 在丝状真菌鉴定中的价值评价[J]. 中国微生态学杂志, 2013, 25(8): 922-924.
Guo P H, Liu X L, Cui Y P, et al. The value of universal fungal primers Its1 and Its4 in the clinical identification of filamentous fungi[J]. Chinese Journal of Microecology, 2013, 25(8): 922-924 (in Chinese with English abstract).
- [17] 陈勇, 倪汉文. 尖角突脐孢对稻田稗草的防除效果[J]. 植物保护学报, 2001, 28(1): 73-76.
Chen Y, Ni H W. Efficacy of *Exserohilum monoceras* in controlling of *eleusine crus-galu* in rice[J]. Journal of Plant Protection, 2001, 28(1): 73-76 (in Chinese with English abstract).
- [18] 赵晶. 绿僵菌紫外诱变及高毒力菌株的筛选[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
Zhao J. Screening of *Metarhizium anisopliae* uv-induced mutants for increased virulence[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2016 (in Chinese with English abstract).
- [19] 陈玲, 涂晓嵘, 涂国全. NTG 诱变筛选高产柚苷酶抗药性突变株[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(4): 670-674.
Chen L, Tu X R, Tu G Q. Screening of chemical resistant mutant strains with high naringinase-producing capacity by means of NTC induction[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2007, 29(4): 670-674 (in Chinese with English abstract).
- [20] 徐行, 刘珍, 李会, 等. 维生素 K2(MK-7) 生产菌株纳豆芽孢杆菌的诱变选育及其工艺优化[J]. 生物加工过程, 2021, 19(1): 54-59.
Xu X, Liu Z, Li H, et al. Mutation and process optimization of *Bacillus natto* ND-1 for vitamin K2 (MK-7) production[J]. Chinese Journal of Bioprocess Engineering, 2021, 19(1): 54-59 (in Chinese with English abstract).
- [21] Masmoudi F, Ben Khedher S, Kamoun A, et al. Combinatorial effect of mutagenesis and medium component optimization on *Bacillus amyloliquefaciens* antifungal activity and efficacy in eradicating *Botrytis cinerea*[J]. Microbiological Research, 2017, 197: 29-38.
- [22] 黄振, 任顺祥. 玫烟色拟青霉分离株的生物学特性及其对烟粉虱的致病力[J]. 中国生物防治, 2004, 20(4): 248-251.
Huang Z, Ren S X. Biology of *Paecilomyces fumosaroseus* isolates and their pathogenicity against *Bemisia tabaci*[J]. Chinese Journal of Biological Control, 2004, 20(4): 248-251 (in Chinese with English abstract).
- [23] 聂亚锋, 刘长河, 李庆辉, 等. 莲子草假隔链格孢 SF-193 菌株的复壮对其产孢量和致病性的影响[J]. 生物安全学报, 2011, 20(4): 344-348.
Nie Y F, Liu C H, Li Q H, et al. Effect of renovation of *Nimbya alternantherae* SF-193 on conidia production and pathogenicity to *Alternanthera philoxeroides*[J]. Journal of Biosafety, 2011, 20(4): 344-348 (in Chinese with English abstract).
- [24] Bruns T D, Shefferson R P. Evolutionary studies of ectomycorrhizal fungi: recent advances and future directions[J]. Canadian Journal of Botany, 2004, 82(8): 1122-1132.
- [25] 吴晓宗. ITS 序列分析法鉴定烟草病株分离出的两种真菌[J]. 天津农业科学, 2016, 22(9): 133-135.
Wu X Z. Identification of two kinds of fungi from infected strain of tobacco by genomic analysis of ITS sequence[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2016, 22(9): 133-135 (in Chinese with English abstract).
- [26] 杨敏, 朱书生, 李健强, 等. 稗草叶枯病病原尖角突脐孢菌的鉴定[J]. 菌物学报, 2008, 27(3): 325-334.
Yang M, Zhu S S, Li J Q, et al. The identification of barnyardgrass leaf spot caused by *Exserohilum monoceras*[J]. Mycosystema, 2008, 27(3): 325-334 (in Chinese with English abstract).
- [27] Ortiz-Urquiza A, Keyhani N O. Stress response signaling and virulence: insights from entomopathogenic fungi[J]. Current Genetics, 2015, 61(3): 239-249.
- [28] 俞雯雯, 袁炳钦, 冯汝晴, 等. 嘴突凸脐孢菌作为微生物除草剂的潜力研究[J]. 南京农业大学学报, 2020, 43(4): 613-620. DOI: 10.7685/jnau.201910018.
Yu W W, Yuan B Q, Feng R Q, et al. Study on the potential of *Exserohilum rostratum* as a microbial herbicide[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2020, 43(4): 613-620 (in Chinese with English abstract).
- [29] 程亮, 郭青云. 内生真菌 HL-1 的除草活性及对作物的安全性[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(5): 1012-1016.
Cheng L, Guo Q Y. Herbicidal activity of fungal endophyte HL-1 against weeds and its safety to crops[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2015, 31(5): 1012-1016 (in Chinese with English abstract).
- [30] 杨佩斯, 李祝, 唐婧红, 等. 常压室温等离子体诱变选育高产微生物絮凝剂黑曲霉菌株[J]. 中国酿造, 2020, 39(1): 61-65.
Yang P S, Li Z, Tang J H, et al. Breeding of high yield microbial flocculant *Aspergillus niger* by atmospheric and room temperature plasma mutagenesis[J]. China Brewing, 2020, 39(1): 61-65 (in Chinese with English abstract).

责任编辑: 夏爱红 刘怡辰

《南京农业大学学报》第九届编辑委员会

顾 问: 盖钧镒 万建民

主任委员: 陈发棣

副主任委员: 丁艳锋 沈其荣 沈 波

委 员: (以姓氏笔画为序)

丁艳锋 王丽平 王秀娥 王源超 叶永浩 兰叶青 朱 艳 朱伟云
刘凤权 刘文斌 刘永杰 刘红林 刘泽文 刘 斐 刘裕强 刘 蓉
刘满强 李 英 李春保 李 艳 李祥瑞 吴 磊 杨 红 杨晓静
汪小昆 沈 波 沈文飏 沈其荣 沈明霞 沈振国 张正光 张红生
张绍铃 陈发棣 周立祥 周光宏 郑永华 赵方杰 胡水金 柳李旺
姜 东 洪晓月 徐国华 高 峰 高志红 郭世荣 郭旺珍 陶小荣
曹瑞兵 崔中利 章元明 章文华 屠 康 强 胜

主 编: 沈其荣

副 主 编: 陈发棣 丁艳锋 沈 波(常务)

南京农业大学学报

Nanjing Nongye Daxue Xuebao

1956年9月创刊

第45卷 第2期 2022年 双月刊

JOURNAL OF NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY

Started in 1956

Bimonthly, Vol. 45 No. 2 2022

主管单位 中华人民共和国教育部
主办单位 南京农业大学
主 编 沈其荣
编辑出版 《南京农业大学学报》编辑部
地 址 南京市卫岗1号, 210095
电 话 (025) 84395214
电子信箱 nauxb@njau.edu.cn
网 址 <http://nauxb.njau.edu.cn>
印刷单位 江苏省地质测绘院
发行范围 公开发行
国内发行 江苏省邮政局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
订 阅 全国各地邮政局

Administrated by Ministry of Education, P. R. China
Sponsored by Nanjing Agricultural University
Chief Editor: Shen Qirong
Edited and Published by Editorial Department of Journal of
Nanjing Agricultural University
Address: No. 1 Weigang, Nanjing 210095 Jiangsu, China
Tel: +86-25-84395214
E-mail: nauxb@njau.edu.cn
Web Site: <http://nauxb.njau.edu.cn>
Printed by Jiangsu Geologic Surveying and Mapping Institute
Distributed Abroad by International Book Trading Corporation
P. O. Box 399, Beijing, P. R. China

中国标准连续出版物号: ISSN 1000-2030 国内邮发代号: 28-53
CN 32-1148/S 国外发行代号: Q5785

2022年3月30日出版 定价: 20.00元

ISSN 1000-2030



2.4 生育期和品种对大豆全株产量和营养价值的影响

饲料研究



FEED RESEARCH

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊
第44卷 / 半月刊 (第9期 总第520期)

2021.05月下

主管单位：北京市科学技术研究院 | 主办单位：北京市营养师研究所 | 国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S | 国际标准连续出版物号：ISSN 1002-2813

·广告·



微生态原料专业提供商
www.jbhwt.com



菌佳® 酪稳妥™ 牧乐元® 牧丁宝®

丁酸梭菌

金百合生物更专业

河南金百合生物科技股份有限公司

地址：汤阴县产业集聚区兴隆路与振兴大道交叉口东南角(伏道)

邮箱：jbhsw@jbh2013.com ☎ 400 0372 817

—— 做菌要“稳” 作用才“准” ——

100亿

10亿



金 百 合 生 物

河南金百合生物科技股份有限公司
HENAN JINBAIHE BIOTECH CO., LTD.

零售定价：20.00 元



9 771002 281274 94

饲料研究 FEED RESEARCH SINCE 1978

全国中文核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE中国核心学术期刊(A)
中国农林核心期刊
中国期刊方阵双效期刊
北京市优秀科技期刊
全国畜牧兽医优秀期刊
国家火炬计划项目期刊
——中国学术期刊综合评价数据库来源期刊
国家火炬计划项目国家重点新产品
——《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊
农家书屋重点79种期刊推荐目录

主管单位：北京市科学技术研究院
主办单位：北京市营养源研究所
编辑出版：饲料研究杂志社编辑部
广告代理：沈阳根谷文化传播有限公司
沈阳慧智城传媒有限公司

社长：李寰旭
主编：林勇
副主编：崔亚娟
常务副主编：徐宏南
编辑部主任：吕婧儒
责任编辑：姜文
新媒体运营：陈静鸣

地址：北京市右安门外东滨河路4号(100069)
电话：010-8639 9469
传真：010-8352 8034-609

网上投稿：<http://slyj.cbpt.cnki.net>
联系邮箱：siliaoyanjiu@qq.com



饲料研究 微信公众号



根谷传媒 微信公众号



2021年5月下第44卷第9期
(总第520期)
1978年创刊
半月刊

国际标准连续出版物号：ISSN 1002-2813
国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S
广告许可：京丰市监广登字20200006号
发行范围：国内外发行
国内发行：中国邮政集团公司北京市报刊发行局
订 阅：全国各地邮局
邮发代号：2-216
国外发行：中国国际图书贸易总公司(北京399信箱)
国外代号：4710M
每期定价：20.00元
印 刷：沈阳市昌达印刷有限公司
出版日期：2021年5月28日

《饲料研究》杂志编辑顾问委员会

主任委员 冯于明
副主任委员 谯仕彦 姚浪群
顾问 冯定远 李德发 李胜利 林海 刘建新 秦应和
单安山 王恬 王文杰 王宗礼
编委会 艾晓杰 白云峰 曹谨玲 曹俊明 曹授俊 陈宝江
邓红雨 刁其玉 范志勇 谷子林 郭艳丽 胡忠泽
黄瑞林 黎观红 李振田 刘观忠 刘金海 刘金松
刘来亭 刘雪兰 马秋刚 马现永 马永喜 钱利纯
任泽林 盛清凯 史彬林 孙会 孙云章 谭青松
屠焰 王聪 王建华 王秋荣 王卫国 王友明
武书庚 熊本海 徐俊宝 闫素梅 杨志刚 杨智明
游金明 于维 余东游 袁建敏 张雷 张乃峰
张淑芬 赵国先 邹彩霞

广告索引

封面 河南金百合科技股份有限公司

封底 辽宁科研诚信科技服务有限公司

版权声明

本刊已许可《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文，并与该社达成网络首发合作出版协议。本刊稿酬中含有该社著作权相关使用费及网络电子版、出版刊物等的稿酬，不再另行支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意本刊上述声明。如作者不同意，请在来稿时声明，本刊将做适当处理。特此声明。

目次 CONTENTS

2021年5月下 第09期 总520期

反刍动物营养

- 1 不同氮源复合化学处理稻草对其营养价值和滩羊尿液理化指标的影响
.....贾柔 周玉香 吴爽 金亚东
- 7 蝉花基质的养分含量以及饲料添加对绵羊瘤胃发酵和消化率的影响
.....喀伊热·热合木江 闫文娟 哈丽代·热合木江 万江春 孙长胜 昆都孜·斯坎达尔 艾比布拉·伊马木
- 12 酵母培养物对关岭牛犊牛生长性能及血清生化指标的影响
.....刘镜 龙玲 王鑫 孙敏
- 16 N-氨甲酰谷氨酸对肉羊生产性能及血浆抗氧化能力的影响
.....马巍 王烁 张洁慧 张岩 钟晋涛 王春强
- 20 4种牧草在辽宁绒山羊瘤胃内降解特性的研究
.....于明 孙亚波 程波 王春艳 冀红芹 鄂禄祥 纪守学 周洪斌
- 25 不同水平的酿酒酵母复合物对肉牛增重的影响
.....李秀丽 丁应龙 孟宪国
- 29 黄芪多糖对舍饲黔北麻羊断奶羔羊生长性能、生化指标及免疫功能的影响
.....杨泓涛 邓位喜 杨玉能 赵文金
- 33 高丹草与枯黄水稻秸秆混合饲料对湖羊生长性能、表观消化率及血清生化指标的影响
.....刘纪成 武娟 张飞 吴海港
- 37 山花黄芩提取物对奶牛生产性能、乳品质及经济效益的影响
.....赖雨宏 田雨 吴寒若

禽营养

- 41 伊犁鹅生长发育规律及其生长曲线拟合分析的研究
.....曹妍 吴盈萍 李海英 赵晓钰 赵全庄 赵敏学 梅志勇 周培磊
- 46 大枣多糖对肉鸡免疫功能及肉品质的影响
.....王思凝 李敬双 李贤 李金凤 于洋
- 51 干蚯蚓中草药添加剂对种鹅产蛋性能和蛋品质的影响
.....于海涛 夏树立 白朋勋 赵向华 韩静 王德勇
- 54 酒糟复合益生菌剂对比未发酵酒糟对肉鸡饲养效果的探究
.....崔玉明 古绍彬 吴影 赵丽娜 马金亮
- 59 日粮添加蒲公英粉和虾青素对蛋鸡饲喂效果的研究
.....白建
- 63 日粮中添加酶联微生态制剂、酸化剂对肉鸡生长性能及免疫功能的影响
.....赵莉 秦亮 吴仙花 李博宁 马宁 许迟

水生动物营养

- 66 酵母菌和芽孢杆菌发酵饲料对草金鱼体色、消化及肠道菌群组成的影响
.....葛玲瑞 安建国 刘科均 白东清
- 71 不同开口饵料对西杂鲟(西伯利亚♀×史氏鲟♂)仔鱼生长和成活的影响
.....李艳华 胡佳 王鲁 先大强 杨秀萍 双长河

特种动物营养

- 75 饲喂中草药饲料添加剂对肉兔屠宰性能、器官指数及肉品质的影响
.....陈亚迎 邱时秀 许祯莹 李娟 朱佳文 刘瀚扬 雷春龙

试验研究

- 80 沙福芽孢杆菌G7-7碱性果胶酶纯化及酶学性质研究
.....何海燕 何丽妃 罗艳妹 付跃 章拥灵
- 84 葡萄糖氧化酶体外应用效果的试验研究
.....罗同阳 高庆华 董聪 王玥 王庆庆 马金国
- 88 利用甲酸产单细胞蛋白菌株的筛选及发酵工艺赵立枝 朱大玲 李德茂

营养研究

- 94 生育期和品种对大豆全株产量和营养价值的影响董朝霞 王传之 张建国
- 99 乳酸菌和啤酒糟对象草青贮发酵品质及营养价值的影响
.....谢华德 谢芳 梁辛 李孟伟 彭丽娟 彭开屏 郭艳霞 杨承剑
- 104 氮化桑叶的营养成分和活性物质含量研究
.....邓凯东 陈玉华 茅慧华 张乃锋 马涛 屠焰 刁其玉
- 107 德州乌头驴与三粉驴血液与被毛矿物元素浓度的比较分析
.....张少博 岳远西 刘树林 孙培陪 赵艳丽 郭晓宇 史彬林 闫素梅
- 110 日粮蛋白水平对辽西驴生长性能、屠宰性能及器官指数的影响
.....吕丹娜 孙亚波 张晓鹰 黄卫国 王春燕 杨文凯 郑旭 刘玉英
- 114 稻草与构树混合青贮对青贮营养成分和发酵品质的影响王芬 赵腊梅

饲料机械与加工

- 118 不同粒度马齿苋粉的物化性质研究张帅 林宝妹 费鹏 张少平 邱珊莲

问题探讨

- 122 基于多终端数据交互技术的饲料产品安全追溯系统设计与应用
.....何彩虹 张伟龙

综述

- 126 反刍动物饲料组合效应的研究进展陈青云 何天乐
- 131 菌酶协同发酵饲料在仔猪上的应用进展
.....张蓉 韩淑敏 王涛 陆奇 李建涛
- 135 辣木叶有效成分提取及在畜禽中的应用
.....董雯雯 张世栋 王春玲 艾洪新 李峰
- 139 中草药饲料添加剂防治仔猪腹泻的研究进展李涛 饶鸿宇 王永刚
- 143 近红外光谱技术在饲料氨基酸检测中的研究进展
.....辛娜 郭亮 邓露芳 班文杰 黄玉海 张勇 刘宪辉 宗文丽
- 146 桑叶的饲用价值及其饲料化利用研究进展
.....任超
- 150 苹果渣的饲料化利用技术及其对动物生产和经济效益的影响
.....冯迷娜
- 153 微生物降解饲料中黄曲霉毒素的研究进展王文欣
- 156 饲粮精粗比对反刍动物生产和经济效益的影响
.....于杰 王谊鹏

FEED RESEARCH

Vol.44, No.09, 2021

MAIN CONTENTS

- 1 Effect of compound chemical treatment of straw with different nitrogen sources on its nutritional value and physical and chemical index of urine of Tan sheep.....JIA Rou ZHOU Yu-xiang WU Shuang JIN Ya-dong
- 7 Study on the nutritional in waste substrate of *Cordyceps wast* and rumen fermentation and digestibility of sheep.....KAYIRE Rehe-mujiang YAN Wen-juan HALIDAI Rehe-mujiang WAN Jiang-chun SUN Chang-sheng KUNDUZI Sikan-daer AIBIBULA Yima-mu
- 12 Effect of yeast culture on growth performance and serum biochemical indexes of Guanling calves.....LIU Jing LONG Ling WANG Xin SUN Min
- 16 Effect of N-aminetroyamine on the production of sheep and plasma antioxidant capacity MA Wei WANG Shuo ZHANG Jie-hui ZHANG Yan ZHONG Jin-tao WANG Chun-qiang
- 20 Study on ruminal degradability characteristics of four forages in Liaoning cashmere goatYU Ming SUN Ya-bo CHENG Bo WANG Chun-yan JI Hong-qin E Lu-xiang JI Shou-xue ZHOU Hong-bin
- 25 Effect of different levels of *Saccharomyces cerevisiae* complex on weight gain of beef cattle LI Xiu-li DING Ying-long MENG Xian-guo
- 41 Research on growth and development law and growth curve fitting analysis of Yili gooseCAO Yan WU Ying-ping LI Hai-ying ZHAO Xiao-yu ZHAO Quan-zhuang ZHAO Min-xue MEI Zhi-yong ZHOU Pei-lei
- 46 Effect of jujube polysaccharide on immune function and meat quality of broilersWANG Si-ning LI Jing-shuang LI Xian LI Jin-feng YU Yang
- 51 Effect of Chinese herb medicine additives in dried earthworm on egg production performance and egg quality of seed gooseYU Hai-tao Xia Shu-li BAI Peng-xun ZHAO Xiang-hua HAN Jing WANG De-yong
- 54 Study on the effect of distiller's grains combined with probiotics on broiler rearingCUI Yu-ming GU Shao-bin WU Ying ZHAO Li-na MA Jin-liang
- 59 Feeding effect of dandelion powder and astaxanthin in diet of layers.....BAI Jian
- 66 Effect of yeast and *Bacillus* fermentation feed on body color, digestion and intestinal flora composition of grass goldfish (*Carassius auratus* red var) GE Ling-ru AN Jian-guo LIU Ke-jun BAI Dong-qing
- 80 Purification and characterization of alkaline pectinase from *Bacillus safensis* G7-7HE Hai-yan HE Li-fei LUO Yan-mei FU Yue QIN Yong-ling
- 84 Experimental study on the effect of glucose oxidase *in vitro* applicationLUO Tong-yang GAO Qing-hua DONG Cong WANG Yue WANG Qing-qing MA Jin-guo
- 88 Screening and fermentation process of single cell protein-producing strains by formic acidZHAO Li-zhi ZHU Da-ling LI De-mao
- 94 Effect of growth stages and varieties on yield and nutritional value of whole-plant soybean DONG Zhao-xia WANG Chuan-zhi ZHANG Jian-guo
- 99 Effect of wet brewers' grains and lactic acid bacteria supplementation on the qualities and nutrients concentration of elephant grass silage XIE Hua-de XIE Fang LIANG Xin LI Meng-wei PENG Li-juan PENG Kai-ping GUO Yan-xia YANG Cheng-jian
- 104 Study on content of nutrients and biologically active substances in ammoniated mulberry leaves with ureaDENG Kai-dong CHEN Yu-hua MAO Hui-hua ZHANG Nai-feng MA Tao TU Yan DIAO Qi-yu
- 107 Comparative analysis of mineral element concentrations in blood and coat of Dezhou black-head donkey and three-pink donkey ZHANG Shao-bo YUE Yuan-xi LIU Shu-lin SUN Pei-pei ZHAO Yan-li GUO Xiao-yu SHI Bin-lin YAN Su-mei
- 126 Advances in research on ruminant feed associative effectCHEN Qing-yun HE Tian-le
- 131 Application progress of microbial enzyme co fermentation feed in piglets.....ZHANG Rong HAN Shu-min WANG Tao LU Qi LI Jian-tao
- 135 Extraction of effective components from *Moringa* leaves and application in livestock and poultryDONG Wen-wen ZHANG Shi-dong WANG Chun-ling AI Hong-xin LI Feng
- 139 Research progress of traditional Chinese medicine on control of piglet diarrheaLI Tao RAO Hong-yu WANG Yong-gang

生育期和品种对大豆全株产量和营养价值的影响

董朝霞¹ 王传之^{1,2} 张建国^{1*}

(1. 华南农业大学南方草业中心, 广东 广州 510642; 2. 安徽省阜阳市农业科学院, 安徽 阜阳 236065)

摘要: 试验旨在探究不同生育期的大豆其全株的饲用价值和产量的差异。以桂夏3号、华夏3号和十月黄3个品种为研究对象, 在不同生育期进行调查、分析。结果显示, 大豆的干物率、粗蛋白产量和干物产量随生长发育不断增加, 相对饲用价值在盛花期到盛荚期逐渐降低, 随后升高, 在满粒期达到最大。桂夏3号、华夏3号和十月黄在满粒期的产量分别是10.44、9.76和7.57 t/hm², 相对饲用价值分别为142.5、133.0和118.2。全株大豆的干物率、粗蛋白含量以及产量与生育期发展相一致, 呈逐渐增加的趋势并在满粒期达到最高, 以桂夏3号为最好。根据苜蓿相对饲用价值分级标准, 全株大豆应在满粒期收获较佳, 其质量等级接近或高于盛花期紫花苜蓿干草的营养价值。

关键词: 全株大豆; 生育期; 品种; 营养价值

中图分类号: S 816

文献标识码: A

文章编号: 1002-2813 (2021) 09-0094-05

Doi: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2021.09.022

Effect of growth stages and varieties on yield and nutritional value of whole-plant soybean

DONG Zhao-xia WANG Chuan-zhi ZHANG Jian-guo

Abstract: The purpose of the experiment was to investigate the effect of growth stages and varieties on the yield and nutritional value of soybean. Three soybean varieties of GX3, HX3 and SYH were selected to carry out the experiment. The soybeans were planted and mowed at different growth stages, and its yield and nutrients were determined. The results showed that the dry matter (DM), crude protein and DM yields of soybean were increased continually with the plants growth. RFV (Relative feed value) declined from full bloom stage to full pod stage then increased from full pod stage to full seed stage, and was the highest at full seed stage. DM yields of GX3, HX3 and SYH at full seed stage were 10.44, 9.76 and 7.57 t/hm², respectively. RFV of GX3, HX3 and SYH at full seed stage were 142.5, 133.0 and 118.2, respectively. The DM, crude protein content and DM yield of whole-plant showed a gradual upward trend with the growth period and reached maximum at full seed stage, and the GX3 was the best. According to alfalfa grading standards for RFV, their quality was near or higher than that of alfalfa hay at full flowering stage when soybean was harvested at the full seed stage.

Key words: whole-plant soybean; growth stage; variety; nutritional value

整株大豆均可以作为潜在的优质饲料。全株大豆添加化学或微生物添加剂来制作青贮饲料, 可以饲喂奶牛和肉牛^[1-4]。目前, 在土耳其和美国等地均已种植利用适应性广的大豆作为高价值的饲草^[5-6]。中国的大豆产量在2019年为1 810万t, 但仅为进口量的20%^[7]。于志晶等^[8]认为, 种植大豆能够缓解豆科饲料短缺问题。使用豆科作物作为青绿饲料可以降低成本和减少碳排放, 有利于可持续发展^[9]。现阶段, 中国种植大豆的籽粒主

要用于蛋白质和食用油生产, 加工豆制品, 下游产品主要为豆粕(用于饲料)^[7]。对大豆的研究主要集中在蛋白质和脂肪等营养成分, 对整株大豆作为饲料利用研究较少。有研究指出, 粒用型大豆产量和品质受生育期的影响较大^[10-11], 在初熟期收获的大豆蛋白质含量更高^[12-13]。Chang等^[6]研究表明, 绿肥大豆在初粒期的产量和品质都高于其他时期。Seiter等^[14]研究认为, 只要在满粒期到初熟期收获的饲用大豆, 品质都较理想。可见, 饲用大豆的最佳收获期会受地区和品种的影响。因此, 本试验研究株型较高大的3种粒用型夏大豆在不同生育期的全株产量和营养成分, 以期大豆全株作为饲用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种: 普通粒用型栽培大豆品种桂夏3号、华

第一作者: 董朝霞, 博士, 助理研究员, 研究方向为草地生态。

通信作者: 张建国, 博士, 教授, 博士生导师。

基金项目: 广东省现代农业产业技术体系南方现代草牧业(羊)创新团队项目(项目编号: 2019KJ127); 国家自然科学基金项目(项目编号: 31672486、31672039)

收稿日期: 2021-01-27

夏3号和十月黄,由华南农业大学农学院国家大豆改良中心广东分中心提供。试验地位于广东省广州市华南农业大学增城试验基地(23°26'N, 113°15'E)。采用随机区组设计,行长2.5 m,行距50 cm,株距15 cm,设置5行区,3次重复。种植期间没有灌溉和施肥,人工除草,一般大田管理。

1.2 测定指标及方法

1.2.1 农艺性状测定

生育期划分和取样参照生育期组划分标准^[15]:大豆分别在盛花期(R2)、盛荚期(R4)、满粒期(R6)采样。

株高:从植株子叶节到主茎顶端。

产量:单位面积地上全株收割的干物质重量。

1.2.2 营养成分分析

将不同生育期大豆的地上部分离地面10 cm处刈割(包括茎、叶、花及夹等),切短至2 cm,混匀取200 g样品装入纸袋,烘箱干燥后,粉碎过40目筛,装入密封袋中,置于干燥器中备用。

干物质(DM)含量采用干燥法测定,置于65℃鼓风干燥箱内48 h。水分测定置于(105±2)℃鼓风干燥箱内4 h后,称重。pH值检测:20 g样品加180 mL的蒸

馏水置于4℃冰箱浸泡16 h后,过滤得滤液,使用pH仪测定。粗蛋白(CP)的测定采用凯氏定氮法;粗灰分(Ash)的测定采用灼烧法;粗脂肪(EE)的测定采用残余法^[15]。粗纤维(CF)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)和木质素(ADL)的测定采用范氏纤维法^[16]。常规成分检测参考张丽英^[17]的方法。无氮浸出物(NFE)是100%减去粗蛋白、粗纤维、粗脂肪、粗灰分而得。可溶性碳水化合物(WSC)的测定采用蒽酮-硫酸法^[18]。

1.2.3 相对饲用价值计算

相对饲用价值(RFV)是一个被广泛接受用来评价饲料价值的指标,是在美国饲料市场上通用的计算工具。

$$RFV(\%)=93 \times (88.9 - 0.779ADF)/NDF(\%DM) \quad (1)$$

1.3 数据统计与分析

采用Excel 2010和SPSS 20.00对试验数据进行处理和统计分析,采用双因素方差分析,采用Duncan氏法进行多重比较,结果以“平均值±标准差”表示, $P<0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同生育期大豆的农艺性状(见表1)

表1 不同生育期大豆的农艺性状

| 项目 | 生育期 | 桂夏3号(GX3) | 华夏3号(HX3) | 十月黄(SYH) |
|----------------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 株高/cm | R2 | 69.78 ± 0.22 ^{bxy} | 76.81 ± 2.61 ^{cx} | 64.00 ± 4.26 ^{cy} |
| | R4 | 94.87 ± 0.20 ^{az} | 105.00 ± 5.57 ^{ay} | 135.56 ± 1.09 ^{bx} |
| | R6 | 89.00 ± 1.00 ^{az} | 95.67 ± 1.76 ^{by} | 151.67 ± 2.03 ^{ax} |
| 干物率(DM,%FM) | R2 | 19.04 ± 0.46 ^{cy} | 20.73 ± 0.54 ^{cx} | 16.79 ± 0.26 ^{cz} |
| | R4 | 24.99 ± 0.18 ^{by} | 23.13 ± 0.44 ^{by} | 29.85 ± 1.00 ^{bx} |
| | R6 | 35.77 ± 0.30 ^{ax} | 34.41 ± 0.33 ^{ay} | 36.28 ± 0.33 ^{ax} |
| 干物产量/(t/hm ²) | R2 | 2.74 ± 0.14 ^{cx} | 2.60 ± 0.07 ^{cx} | 1.92 ± 0.19 ^{cy} |
| | R4 | 6.14 ± 0.10 ^{bx} | 6.24 ± 0.06 ^{bx} | 5.43 ± 0.15 ^{by} |
| | R6 | 10.44 ± 0.52 ^a | 9.76 ± 0.39 ^a | 7.57 ± 0.30 ^a |
| 粗蛋白产量/(t/hm ²) | R2 | 0.63 ± 0.01 ^{cx} | 0.48 ± 0.02 ^{cy} | 0.37 ± 0.03 ^{cz} |
| | R4 | 1.32 ± 0.02 ^{bx} | 1.24 ± 0.01 ^{by} | 0.96 ± 0.01 ^{bx} |
| | R6 | 2.56 ± 0.09 ^{ax} | 1.95 ± 0.03 ^{ay} | 1.60 ± 0.07 ^{az} |

注:数据肩标不同小写字母a、b、c表示同一品种不同生育期的指标差异显著($P<0.05$),不同小写字母x、y、z表示同一生育期不同品种的指标差异显著($P<0.05$);下表同。

由表1可知,桂夏3号的株高在且盛荚期和满粒期的株高均显著高于盛花期($P<0.05$)。华夏3号的株高在3个生育期均有显著差异($P<0.05$),盛荚期最高。而十月黄的株高随着生育期的变化而不断生长,在满粒期时达到最大值。出现这种现象主要是生物特征造成的,因为在满粒期时大豆秸秆已经弯曲且木质化严重,使株高相对缩短;另外,桂夏

3号和华夏3号的生长习性为有限结荚习性而十月黄为无限结荚习性。

不同品种和生育期对干物率存在显著差异($P<0.05$),干物率随着生育期而不断增加,到满粒期时接近40%。同样,干物产量与品种和生育期都有显著相关性($P<0.05$),其中桂夏3号的产量在盛花期、盛荚期和满粒期分别是2.74、6.14和10.44 t/hm²;华

夏3号的干物产量分别是2.60、6.24和9.76 t/hm²；而十月黄的干物产量为1.92、5.43和7.57 t/hm²，相对较低。3个品种相对应的粗蛋白产量分别为0.63、1.32和2.56 t/hm²；0.48、1.24和1.95 t/hm²；0.37、

0.96和1.60 t/hm²，同一生育期不同品种间具有显著差异，同一品种不同生育期也存在显著差异，并且产量随着生育期的延长而不断增加。

2.2 不同生育期大豆的营养特性（见表2）

表2 不同生育期大豆的营养特性(DM)

| 项目 | 生育期 | 桂夏3号 (GX3) | 华夏3号 (HX3) | 十月黄 (SYH) |
|-------------|-----|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 粗蛋白/% | R2 | 21.81 ± 1.04 ^{ab} | 18.46 ± 1.31 | 19.50 ± 1.12 ^{ab} |
| | R4 | 20.48 ± 0.56 ^{bx} | 19.26 ± 0.59 ^x | 16.12 ± 1.06 ^{by} |
| | R6 | 24.08 ± 0.42 ^{ax} | 20.03 ± 0.55 ^y | 21.21 ± 0.57 ^{ay} |
| 粗脂肪/% | R2 | 2.73 ± 0.34 ^{bx} | 3.38 ± 0.44 ^{bx} | 1.35 ± 0.20 ^{by} |
| | R4 | 2.65 ± 0.17 ^{bx} | 3.21 ± 0.17 ^{bx} | 1.60 ± 0.08 ^{by} |
| | R6 | 9.18 ± 0.18 ^{ax} | 8.49 ± 0.51 ^{axy} | 7.85 ± 0.34 ^{ay} |
| 粗纤维/% | R2 | 32.30 ± 1.34 ^a | 34.28 ± 1.99 | 34.14 ± 1.65 ^{ab} |
| | R4 | 30.59 ± 1.75 ^{aby} | 36.43 ± 2.49 ^{xy} | 38.46 ± 1.38 ^{ax} |
| | R6 | 27.49 ± 0.45 ^{by} | 35.89 ± 3.19 ^x | 33.29 ± 1.20 ^{bxy} |
| 粗灰分/% | R2 | 9.11 ± 0.04 ^{ay} | 8.01 ± 0.31 ^{az} | 10.02 ± 0.19 ^{ax} |
| | R4 | 7.90 ± 0.04 ^{bx} | 7.25 ± 0.26 ^{ay} | 6.91 ± 0.17 ^{by} |
| | R6 | 5.84 ± 0.12 ^c | 6.19 ± 0.07 ^b | 6.19 ± 0.19 ^c |
| 无氮浸出物/% | R2 | 24.63 ± 0.60 ^b | 25.45 ± 1.06 | 25.41 ± 1.91 |
| | R4 | 30.70 ± 1.66 ^a | 25.73 ± 2.87 | 29.42 ± 1.20 |
| | R6 | 27.08 ± 0.90 ^{ab} | 22.46 ± 2.11 | 25.49 ± 1.88 |
| 中性洗涤纤维/% | R2 | 47.12 ± 2.93 ^b | 51.16 ± 2.26 ^{ab} | 54.43 ± 1.08 ^{ab} |
| | R4 | 52.12 ± 0.90 ^{xy} | 56.39 ± 1.42 ^{ax} | 56.97 ± 1.24 ^{ax} |
| | R6 | 44.63 ± 2.28 ^c | 45.03 ± 1.94 ^b | 49.96 ± 2.57 ^b |
| 酸性洗涤纤维/% | R2 | 30.56 ± 1.24 ^a | 33.96 ± 2.07 | 33.79 ± 2.12 ^b |
| | R4 | 31.84 ± 0.82 ^{az} | 36.43 ± 0.67 ^y | 39.93 ± 0.90 ^{ax} |
| | R6 | 26.80 ± 0.34 ^{by} | 31.84 ± 1.00 ^x | 33.04 ± 0.30 ^{bx} |
| 木质素/% | R2 | 7.72 ± 0.73 ^{ab} | 8.12 ± 0.50 ^{ab} | 7.78 ± 1.44 ^b |
| | R4 | 9.13 ± 0.27 ^{ay} | 9.53 ± 0.40 ^{axy} | 10.52 ± 0.19 ^{ax} |
| | R6 | 6.64 ± 0.26 ^{by} | 7.27 ± 0.37 ^{by} | 9.39 ± 0.77 ^{abx} |
| 可溶性碳水化合物/% | R2 | 4.20 ± 0.08 ^{cxy} | 5.13 ± 0.17 ^{bx} | 3.20 ± 0.89 ^{by} |
| | R4 | 5.08 ± 0.21 ^b | 4.28 ± 0.22 ^c | 5.20 ± 0.88 ^{ab} |
| | R6 | 7.18 ± 0.11 ^a | 5.74 ± 0.65 ^a | 6.63 ± 0.41 ^a |
| 缓冲能/(mE/kg) | R2 | 307.61 ± 32.81 ^{axy} | 274.00 ± 24.20 ^{by} | 376.53 ± 4.45 ^{ax} |
| | R4 | 151.29 ± 45.39 ^{by} | 371.49 ± 10.22 ^{ax} | 381.58 ± 4.45 ^{ax} |
| | R6 | 73.12 ± 22.69 ^c | 60.51 ± 10.09 ^c | 58.83 ± 13.76 ^b |
| pH值 | R2 | 6.50 ± 0.02 ^{bx} | 6.37 ± 0.03 ^{by} | 6.52 ± 0.02 ^{bx} |
| | R4 | 6.51 ± 0.03 ^b | 6.69 ± 0.08 ^a | 6.54 ± 0.05 ^b |
| | R6 | 6.73 ± 0.02 ^{ay} | 6.67 ± 0.07 ^{ay} | 6.94 ± 0.03 ^{ax} |

由表2可知, 华夏3号粗蛋白的含量随着生育期的变化不断增加, 在满粒期达到最高值。同样, 桂夏3号和十月黄的粗蛋白含量在满粒期显著高于盛荚期 ($P<0.05$), 但在盛荚期出现拐点。桂夏3号和华夏3号的粗脂肪含量在满粒期显著高于盛荚期, 但在盛荚期出现拐点后迅速在满粒期达到最大值。同样, 十月黄的粗脂肪含量在满粒期高于盛花期和盛荚期, 并随着生长粗脂肪不断增加。

3个品种的无氮浸出物在3个生育期均无显著差异 ($P>0.05$), 粗纤维、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维含量在盛花期均无显著差异 ($P>0.05$), 但均在盛荚期最高。桂夏3号、华夏3号和十月黄的无氮浸出物的最高含量均在盛荚期, 分别为30.70%、25.73%、29.42%。桂夏3号和十月黄的可溶性碳水化合物随着生育期不断增加, 且在盛花期有显著差异 ($P<0.05$)。

2.3 不同生育期大豆的相对饲用价值 (见图1)

由图1可知, 桂夏3号、华夏3号和十月黄的相对饲用价值均在满粒期达到最大, 分别为142.5、133.0和118.2。3个大豆品种在盛荚期的相对饲用价值显著低于盛花期和满粒期。

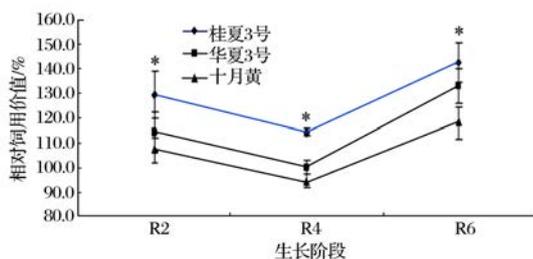


图1 不同生育期大豆的相对饲用价值

3 讨论

3.1 不同大豆品种不同生育期的营养成分分析

Acikgoz等^[19]和索荣臻等^[20]研究不同种植行距、播种率和收割时期对全株大豆产量和营养品质的影响, 结果表明, 饲用大豆在种植行距最大时草产量最大。播种率和收割时期增加, 干物产量随着增加, 种植行距和播种率对饲用大豆的粗蛋白、可降解蛋白和体外干物质消化率没有影响。Foster等^[21]分析全株大豆, 豌豆和豇豆的营养品质差异, 发现全株大豆更有作为奶牛饲料的潜力。有研究表明, 大豆的营养价值与饲用品质受生育期和品种的影响较大^[6,12-13]。

本研究中, 桂夏3号和十月黄的粗蛋白含量受生育期影响较大, 满粒期的粗蛋白含量较高, 而华夏3号的粗蛋白含量不受生育期的影响。Dias等^[22]认为, 在始荚期至初熟期, 大豆粗蛋白含量无显著差异。有研究表明, 两个大豆品种粗蛋白含量即使在同一生育期也有差异, 且最高含量位于不同的生育期^[6]。

本试验中, 3个大豆品种的粗脂肪含量在满粒期均明显高于盛花期和盛荚期, 其中桂夏3号和华夏3号的粗脂肪含量在盛花期至盛荚期时稍微降低, 在盛荚期到满粒期迅速增加, 而十月黄的粗脂肪含量是随着发育阶段而增加的。这可能是由于随着生长发育, 大豆籽粒中的蛋白质和脂肪等重要营养成分随着光合作用而不断积累的结果^[11,14]。

粗纤维在不同时期不同品种中变化规律相对比较复杂。华夏3号和十月黄表现为先增加后减少, 桂夏3号呈一直减少趋势, 3个品种的无氮浸出物、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量从盛花期到盛荚期不断增加, 从盛荚期至满粒期逐渐减少。Niaz等^[11]研究指出, 中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和木质素的含量在始花期到初粒期不断增加, 在初粒期至初熟期不断减少。Chang等^[6]通过绿肥型大豆TN4和TN7的品质对比研究发现, TN4的酸性洗涤纤维含量最低值和最高值分别出现在始荚期和初粒期, TN7的酸性洗涤纤维含量和中性洗涤纤维含量则随着生长发育而不断增加。桂夏3号和十月黄的可溶性碳水化合物含量随着生育期的延长而不断增加, 而华夏3号在盛荚期出现回落后再逐渐升高。有部分研究者认为, 碳水化合物在始荚期的含量低于初粒期和初熟期的含量^[6]。

3.2 不同大豆品种不同生育期的农艺性状分析

Niaz等^[11]和Dias等^[22]研究指出, 不同大豆品种的干物率随着生育期延长而不断提高, 与本试验对桂夏3号、华夏3号和十月黄的研究结果相同。同样, 大豆干物产量和干物率的变化趋势相似, 都是随着生育期的推进而不断增加。2001至2008年的数据表明, 饲料豆在美国大平原中部的半湿润半干旱地区, 其生物产量从始花期持续增加到初熟期, 由于生物产量的不断积累在灌溉量适宜增加的情况下粗蛋白的产量也在增加。同时, 在满粒期粗蛋白产量达到最大值, 2001至2008年的相对饲用价值的变化范围在136~208^[11]。

本研究所用材料桂夏3号、华夏3号和十月黄均为普通粒用型栽培品种, 全株干重与此报道相近^[21], 也存在其他品种略高于本研究中干重的情況^[23], 其中干重产量范围为7.6~10.4 t/hm², 其均值为9.3 t/hm², 蛋白质含量为21.77% DM。而同地区的全株饲用小麦年产量为7.73 t/hm², 高于蚕豆和苜蓿等小作物^[24-25]。此外, 大豆生物产量仍难与18.6 t/hm²的玉米以及34.3~44.0 t/hm²的甜高粱等夏季C₄作物相比^[26-27]。因此, 大豆在做青贮饲料时应考虑与熟期相一致的高产低蛋白质含量的作物间套种植比较好。

4 结论

通过对桂夏3号、华夏3号和十月黄3个大豆品种在不同生育期的营养价值对比研究, 发现整株大豆饲用价值和产量受大豆品种和生育期影响较大, 变化规律不一。

盛花期至满粒期的干物率、干物产量、粗蛋白产量和相对饲用价值均存在显著差异,且干物率、干物产量和粗蛋白产量随生育期延长均呈逐渐增加的趋势,而相对饲用价值在盛花期出现降低,随后在满粒期达到最大值。根据大豆相对饲用价值参考苜蓿分级标准,饲用大豆应在满粒期收获比较好,其质量等级接近或高于盛花期的苜蓿的营养价值。

参考文献

- [1] Nielsen D C. Forage soybean yield and quality response to water use[J]. *Field Crops Research*, 2011, 124(3): 400-407.
- [2] Gandra J R, Takiya C S, Valle T A D, et al. Soybean whole-plant ensiled with chitosan and lactic acid bacteria: Microorganism counts, fermentative profile, and total losses[J]. *Journal of Dairy Science*, 2018, 101(9): 7871-7880.
- [3] Ghizzi L G, Del Valle T A, Zilio E M C, et al. Partial replacement of corn silage with soybean silage on nutrient digestibility, ruminal fermentation, and milk fatty acid profile of dairy cows[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2020, 266: 114526.
- [4] 王世珍. 不同大豆青贮对肉牛生长性能和经济效益的影响[J]. *饲料研究*, 2020, 43 (10): 26-28.
- [5] Barth S, Milbourne D. Breeding strategies for sustainable forage and turf grass improvement[M]. Dordrecht: Springer, 2012.
- [6] Chang S, Lu C, Lur H, et al. Forage yield, chemical contents, and silage quality of manure soybean[J]. *Agronomy Journal*, 2012, 104(1): 130-136.
- [7] 苏剑, 纪尧. 2020年中国大豆和玉米供求分析[J]. *中国经济报告*, 2020 (3): 77-82.
- [8] 于志晶, 牛陆, 尚丽霞, 等. 利用大豆潜力实现可持续农业发展和粮食安全[J]. *大豆科技*, 2019 (5): 36-39.
- [9] Dixit A K, Rai A K, Prasad M, et al. Long-term fertilization effects on carbon pools and carbon management index of loamy soil under grass-forage legumes mixture in semi-arid environment[J]. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 2020, 66(10): 1373-1383.
- [10] 安东. 33个南方籽粒型大豆品种在黄土高原的饲用潜力综合评价[D]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- [11] Niaz S, Irshad S, Imdad M, et al. Effect of different sowing dates on growth, yield and quality of soybean cultivars[J]. *International Journal of Biosciences*, 2018, 12(1): 178-186.
- [12] Leonel F D P, Pereira J C, Costa M G, et al. Intercropping of signal grass and soybean: Productive performance of the crops and nutritional characteristics and quality of silage[J]. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2008, 37(11): 2031-2040.
- [13] Kawamoto H, Touno E, Uchino H, et al. Comparison of fermentation quality and ruminal degradability between two different harvest timings of forage soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) ensiled with the corn-silage system[J]. *Grassland Science*, 2013, 59(2): 120-123.
- [14] Seiter S, Altemose C E, Edu C P, et al. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance[J]. *Agronomy Journal*, 2004, 96(4): 966-970.
- [15] Fehr W R, Caviness C E. Stages of soybean development[M]. Ames, Iowa: Iowa State University of Science and Technology, 1977.
- [16] Van Soest P J, Robertson J B, Lewis B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition[J]. *Journal of Dairy Science*, 1991, 74(10): 3583-3597.
- [17] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007.
- [18] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1996.
- [19] Acikgoz E, Sincik M, Oz M, et al. Forage soybean performance in mediterranean environments[J]. *Field Crops Research*, 2007, 103(3): 239-247.
- [20] 索荣臻, 王明玖, 王娜, 等. 不同种植密度对饲用大豆品系15农艺性状及产量的影响[J]. *大豆科学*, 2020, 39 (1): 62-67.
- [21] Foster J L, Adesogan A T, Carter J N, et al. Annual legumes for forage systems in the United States gulf coast region[J]. *Agronomy Journal*, 2009, 101(2): 415-421.
- [22] Dias F J, Jobim C C, Filho J L S, et al. Chemical composition and dry matter total losses of soybean plant silage[J]. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 2010, 32(1): 19-26.
- [23] Xie Z L, Zhang T F, Chen X Z, et al. Effects of maturity stages on the nutritive composition and silage quality of whole crop wheat[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2012, 25(10): 1374-1380.
- [24] Chen J, Zhu R, Zhang Y, et al. Yields of alfalfa varieties with different fall dormancy levels in northeast China[J]. *Pakistan Journal of Botany*, 2014, 46(1): 167-172.
- [25] Tammeorg P, Simojoki A, Mäkelä P S A, et al. Biochar application to a fertile sandy clay loam in boreal conditions: Effects on soil properties and yield formation of wheat, turnip rape and faba bean[J]. *Plant and Soil*, 2014, 374(1/2): 89-107.
- [26] Reta Sánchez D G, Espinosa S J T, Palomo G A, et al. Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips[J]. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2010, 8(3): 713-721.
- [27] Qu H, Liu X B, Dong C F, et al. Field performance and nutritive value of sweet sorghum in Eastern China[J]. *Field Crops Research*, 2014, 157: 84-88.

辽宁科研诚信科技服务有限公司

LIAONING RESEARCH INTEGRITY TECHNOLOGY SERVICE

科研诚信是科技创新的基石，是实现科技强国的重要基础。当前，我国正在积极抢抓新一轮科技革命和产业变革的机遇，深入实施创新驱动发展战略，大力推进科研诚信建设。辽宁科研诚信科技服务有限公司正是在这一关键时期应运而生，在国家科研诚信建设新形势下承担重要使命。

辽宁科研诚信科技服务有限公司与万方数据共同携手，在辽宁省及东北地区开展“万方文献相似性检测”业务，并以各种查重产品为基础，在高校、期刊社等领域打造科研诚信体系生态，从诚信教育、诚信监督、诚信复查等方面进行系统完善，推进科研诚信意识的思想沉淀。



学术不端检测

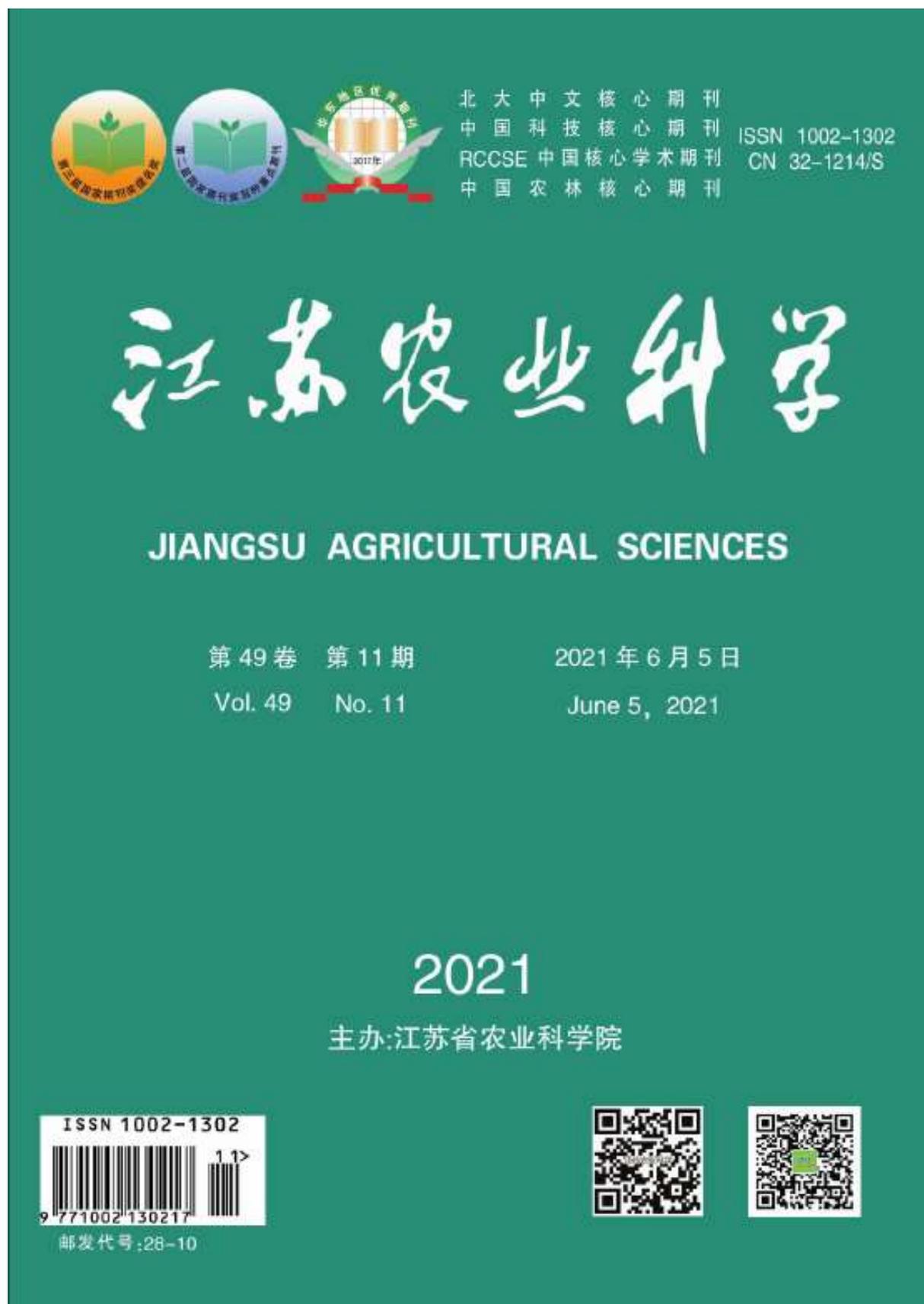
www.keyanchengxin.com

☎ 咨询 / 合作 024-3160 3655 138 8936 8186



国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S 邮发代号：2-216 定价：20.00元

2.5 甘薯藤和甘薯皮山羊瘤胃降解率的动态变化



江苏农业科学

第 49 卷 第 11 期 2021 年 6 月 5 日

目 次

●“乡村振兴”专栏

基层治理现代化视阈下乡村振兴战略的蓝图擘画:制度梳理与研究综述 雷浩伟,廖秀健(1)

CSI 理论框架下农户农地抵押贷款满意度影响因素分析——以辽宁省试点区调查样本为例
..... 戴 琳,于丽红(9)

基于 AHP 分析的特色小镇可持续发展研究——以连云港市东海水晶小镇为例 吕添贵,胡 晗(14)

●专论与综述

藜麦抗旱性研究进展与展望 侯丽媛,董艳辉,李亚莉,等(22)

柳树耐盐机制及耐盐基因研究进展 江钰娜,朱星兆,刘 昱,等(28)

我国黄精种质资源研究进展 崔阔澍,肖 特,李慧萍,等(35)

●生物技术

西藏大花红景天 EST-SSR 开发及通用性分析 张力鹏,滕彦娇,王宏鹏,等(40)

CRISPR/Cas9 基因编辑技术应用于绿僵菌 张二豪,张 杰(48)

●遗传育种与耕作栽培

不同小麦品种耐晚播特性研究 朱冬梅,王 慧,高致富,等(54)

山东省高质短季棉新品种研发及高效技术产业化应用 王桂峰,王安琪(58)

增施中、微量元素对烤烟品质及主要经济性状的影响 尼金玉,胡蓉花,王 俊,等(65)

●植物保护

以 *cytC* 基因为靶标的 LAMP 快速检测番茄溃疡病菌方法的建立 刘燕妮,毛芙蓉,范慧冬,等(72)

小麦赤霉病化学农药减量控害的技术途径 吴海霞,谷莉莉,吴佳文,等(76)

杀菌剂咯菌腈对根腐病的室内毒力测定和田间防治效果 姜天成,左 杨,张心宁,等(80)

●园艺与林学

高温胁迫对多花栎木幼苗叶片生理因子的影响 周余华,梁宇翔(85)

羊山湿地景观植物群落与景观应用模式 申益春,任明迅,黎 伟,等(92)

配方施肥对杉木人工林大径材的影响 覃文渊(98)

| | |
|---|--------------------|
| 信阳野生花境植物资源及观赏应用研究 | 滕云(102) |
| 适合茶枝屑代料栽培的优良食用菌菌株筛选 | 贺望兴,石旭平,谢小群,等(110) |
| ●畜牧兽医与水产蚕桑 | |
| 甘薯藤和甘薯皮山羊瘤胃降解率的动态变化 | 董朝霞,章瑜,陈鑫珠,等(115) |
| 枫泾猪保种群乳头数性状的遗传研究 | 笪浩,陈雯,郭革,等(120) |
| 山羊副流感病毒 3 型和巴氏杆菌混合感染的诊断与病原分离鉴定 | 恽佳蕾,毛立,杨蕾蕾,等(124) |
| 苏淮仔猪腹泻细菌性病原的分离鉴定与耐药性分析 | 王礼伟,周刚,柏传茂,等(127) |
| ●贮藏加工与检测分析 | |
| 柱前衍生-气相色谱-串联质谱法检测鹅肉中青霉素 G 残留量 | 谢星,刘楚君,陈晋元,等(132) |
| 贵州省不同籼稻品种稻米品质及风味物质分析 | 邓茹月,闫志强,朱速松,等(138) |
| 固相萃取-高效液相色谱质谱法测定有机肥中 18 种抗生素残留 | 冷远鹏,薛晓康,孙华(146) |
| ●农业工程与信息技术 | |
| 基于辐热积的油菜始花期预报模型 | 吴芳,邹学智,李静,等(153) |
| 基于案例的刺参育苗投喂专家系统 | 张启宇,唐君玮,马正,等(158) |
| 带回热器的热泵烤烟除湿系统性能 | 惠宠,罗会龙,孙茹男,等(166) |
| 双排三行采棉机液压系统设计及 AMESim 仿真分析 | 柯春鹏,丁问司(170) |
| ●资源与环境 | |
| 基于 DPSIR 模型的土地生态系统健康诊断 | 高洁芝,郑华伟,刘友兆(178) |
| 盐胁迫对匈牙利能源植物 SZARVASI-1 种子萌发和幼苗生长的影响 | 曾继娟,朱强,乔改霞(186) |
| 蚯蚓粪及沼液处理对赣南稀土尾矿种植皇竹草及改良土壤的影响 | 雷小文,邱静芸,李建军,等(191) |
| 腐殖酸及有机肥对土壤中钾淋溶规律的影响 | 郝会军,蔡朝阳,张溪,等(197) |
| 蚓粪和益生菌配施对土壤微生物生物量及酶活性的影响 | 胡哲伟,金淑,应蓉蓉,等(201) |
| 棘孢曲霉液体发酵产 β -葡萄糖苷酶培养基的优化 | 张玉千,周学,夏文静,等(208) |
| ●农业经济与管理 | |
| 厚植农业科技服务的日本经验:来自长野的实地考察 | 袁伟民,郝换换,陶佩君(213) |
| 粮食规模经营户生产经营行为与耕地质量变化特征 | 周超,吕开宇,张崇尚(220) |
| 应用马斯洛需要层次理论构建缓解相对贫困的差异化长效机制 | |
| ——基于江苏省南通市缓解相对贫困实践的研究 | 唐明霞,朱海燕,陈建军,等(226) |
| 比较效益、生产选择与作物结构调整 | 黄柳婷,王颖(231) |
| 近 10 年全国农业科研院所国家自然科学基金资助情况分析 | 郭婷,任妮,孙艺伟,等(236) |
| 农业类上市公司融资约束对企业投资效率的影响——基于宏观经济下行期的经验数据 | |
| | 吴虹雁,易慧琳(242) |

JIANGSU AGRICULTURAL SCIENCES

Vol. 49 No. 11 June 5 2021

CONTENTS

Rural Revitalization

- Blueprint of rural revitalization strategy under the visual threshold of grassroots governance modernization; institutional analysis and research summary *Lei Haowei, et al*(1)
- Analysis on factors influencing farmer household's satisfaction for farmland mortgage loan under CSI theory framework
—Taking survey sample in pilot area of Liaoning Province as an example *Dai Lin, et al*(9)
- Study on sustainable development of featured towns based on AHP analysis—Taking Donghai Crystal Town of Lianyungang City as an example *Lü Tianguai, et al*(14)

Monograph and Review

- Research progress and prospect of drought tolerance of quinoa *Hou Liyuan, et al*(22)
- Research progress on salt tolerance mechanism and salt tolerance genes of willow *Jiang Yuna, et al*(28)
- Research progress of China's *Polygonatum* germplasm resources *Cui Kuoshu, et al*(35)

Bio-technology

- EST – SSR development and universal analysis of Tibet *Rhodiola crenulata* *Zhang Lipeng, et al*(40)
- CRISPR/Cas9 – mediated genome editing in *Metarhizium acridum* *Zhang Erhao, et al*(48)

Genetics and Breeding · Tillage and Cultivation

- Study on late sowing resistance characteristics of different wheat cultivars *Zhu Dongmei, et al*(54)
- Research and development of new varieties of high – quality short – season cotton and its industrial application of high – efficiency technology in Shandong Province *Wang Guifeng, et al*(58)
- Effects of adding medium and trace elements on quality and main economic characteristics of flue cured tobacco
..... *Ni Jinyu, et al*(65)

Plant Protection

- Establishment of LAMP method for rapid detection of tomato canker using *cytC* gene as target *Liu Yanni, et al*(72)
- Technical approaches of reducing chemical pesticides to control Fusarium head blight *Wu Haixia, et al*(76)
- Indoor toxicity test and field control effect of fungicide fludioxonil on root rot disease *Lou Tiancheng, et al*(80)

Horticulture and Forestry

- Influence of high temperature stress on physiological factors of *Cornus florida* seedling leaves *Zhou Yuhua, et al*(85)
- Landscape plant community and its application model in Yangshan Wetland *Shen Yichun, et al*(92)
- Effect of formula fertilization on large diameter timber of Chinese fir plantation *Qin Wenyuan*(98)
- Study on wild flower border plant resources and ornamental application in Xinyang area *Teng Yun*(102)
- Screening of fine edible fungus strains suitable for cultivation with tea branch scraps *He Wangxing, et al*(110)

Husbandry and Veterinary · Aquaculture and Sericulture

- Dynamic changes of rumen degradation rate of sweet potato vines and sweet potato peels in goats
..... *Dong Zhaoxia, et al*(115)

| | |
|--|--------------------------------|
| Genetic research on traits of nipple number in preserved population of Fengjing pig | <i>Da Hao, et al</i> (120) |
| Diagnosis and pathogenic isolation and identification of mixed infection with parainfluenza virus type 3 and <i>Pasteurella</i> in goats | <i>Yun Jialei, et al</i> (124) |
| Isolation, identification and drug resistance analysis of bacterial pathogen causing diarrhea in Suhuai piglets | <i>Wang Lüwei, et al</i> (127) |

Storage and Processing • Detection

| | |
|---|-----------------------------------|
| Determination of penicillin G residue in goose by pre – column derivation – gas chromatography – tandem mass spectrometry | <i>Xie Xing, et al</i> (132) |
| Analysis of rice quality and flavor substances of different indica rice cultivars in Guizhou Province | <i>Deng Ruyue, et al</i> (138) |
| Determination of 18 antibiotics residues in organic fertilizer by solid phase extraction – high performance liquid chromatography mass spectrometry | <i>Leng Yuanpeng, et al</i> (146) |

Agricultural Engineering and Information Technology

| | |
|--|---------------------------------|
| Study on prediction model of rape flowering date based on radiant thermal product | <i>Wu Fang, et al</i> (153) |
| Study on <i>Apostichopus japonicus</i> seeding feeding system based on case | <i>Zhang Qiyu, et al</i> (158) |
| Performance of heat pump flue – cured tobacco dehumidification system with heat recovery exchanger | <i>Hui Chong, et al</i> (166) |
| Design and AMESim simulation analysis of hydraulic system of 2 – column and 3 – row cotton picker | <i>Ke Chunpeng, et al</i> (170) |

Resources and Environment

| | |
|---|----------------------------------|
| Health diagnosis of land ecosystem based on DPSIR model | <i>Gao Jiezhai, et al</i> (178) |
| Impacts of salt stress on seed germination and seedling growth of Hungarian energy plant SZARVASI – 1 | <i>Zeng jjuan, et al</i> (186) |
| Effects of wormcast and biogas slurry treatment on <i>Pennisetum hybridum</i> cultivation and soil improvement in rare earth tailings in southern Jiangxi | <i>Lei Xiaowen, et al</i> (191) |
| Influences of humic acid and organic fertilizer on law of potassium leaching in soil | <i>Hao Huijun, et al</i> (197) |
| Impacts of combined application of vermicompost and probiotics on soil microbial biomass and enzyme activities | <i>Hu Zhewei, et al</i> (201) |
| Optimization of culture medium for β – glucosidase production by <i>Aspergillus aculeatus</i> in liquid fermentation | <i>Zhang Yuqian, et al</i> (208) |

Agricultural Economy and Management

| | |
|---|-----------------------------------|
| Japanese experience in developing agricultural science and technology services; a field visit from Nagano | <i>Yuan Weimin, et al</i> (213) |
| Production and management behaviors of large – scale grain business households and characteristics of cultivated land quality changes | <i>Zhou Chao, et al</i> (220) |
| Applying Maslow’s hierarchy of needs theory to construct a differential long – term mechanism for alleviating relative poverty —Based on practice of alleviating relative poverty in Nantong City, Jiangsu Province | <i>Tang Mingxia, et al</i> (226) |
| Comparative benefits, production options and crop structure adjustment | <i>Huang Liuting, et al</i> (231) |
| Study on NSFC funding situation of national agricultural research institutes in 2010—2019 | <i>Guo Ting, et al</i> (236) |
| Impact of financing constraints on investment efficiency of agricultural listed companies—Based on empirical data of macroeconomic downturns | <i>Wu Hongyan, et al</i> (242) |

董朝霞,章瑜,陈鑫珠,等.甘薯藤和甘薯皮山羊瘤胃降解率的动态变化[J].江苏农业科学,2021,49(11):115-119.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.11.020

甘薯藤和甘薯皮山羊瘤胃降解率的动态变化

董朝霞¹,章瑜^{2,3},陈鑫珠^{2,3},黄小云⁴,黄秀声⁴,黄勤楼⁵,庄益芬³

(1. 华南农业大学南方草业中心,广东广州 510642; 2. 福建省农业科学院畜牧兽医研究所,福建福州 350013;

3. 福建农林大学动物科学院,福建福州 350013; 4. 福建省农业科学院农业生态研究所,福建福州 350013;

5. 福建省丘陵地区循环农业工程技术研究中心,福建福州 350013)

摘要:为开发利用甘薯藤、甘薯皮作为非常规饲料饲养反刍动物,以甘薯藤和2个品种的甘薯皮为原料进行其营养成分分析和福清山羊瘤胃降解率测定。试验选取3只健康并安装有永久性瘤胃瘘管的福清山羊,采用尼龙袋法测定其干物质(DM)、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)在福清山羊瘤胃内不同降解时间点(4、8、16、24、36、48、72 h)的降解率。结果表明,甘薯藤粗蛋白(CP)含量较高,达13.10% DM,2种甘薯皮原料可溶性碳水化合物(WSC)含量较高,均高于20% DM;3份样本NDF、ADF和DM的瘤胃降解率均随着降解时间延长呈现上升趋势,72 h达峰值;甘薯藤瘤胃降解率峰值DM达53.21%,中性洗涤纤维为49.65%,酸性洗涤纤维为41.16%;2份甘薯皮原料DM降解率达72.79%和74.58%,中性洗涤纤维为60.35%和65.77%,酸性洗涤纤维为27.09%和29.08%。提示甘薯藤和甘薯皮均可作为反刍动物优质粗饲料,其中山东济薯26甘薯皮优于广东普薯32甘薯皮、广东普薯32甘薯皮优于甘薯藤。

关键词:甘薯藤;甘薯皮;瘤胃降解率;福清山羊

中图分类号:S827.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)11-0115-05

我国是饲料资源不足的国家,常规饲料的供需

矛盾越来越严重,开发利用非常规饲料资源就显得尤为重要,已成为当前畜牧业发展的关键性因素之一^[1-3]。甘薯又名红薯、地瓜、番薯等^[4],在我国分布很广,从南海诸岛到内蒙古,从陕西、陇南至新疆,从辽宁、吉林到黑龙江南部及云贵高原和藏南均有种植,种植面积和总产量居第4位,仅次于小麦、水稻和玉米^[5]。在甘薯产业食品加工中产生大量的甘薯皮及其边角料等,这些原料被废弃或焚烧处置,造成严重的环境污染、资源浪费,同时已经严重制约了甘薯产业的可持续发展。饲料原料的营养含量可否满足动物的生长需要,需对其进行系统的营养价值评定,针对其营养特性进行不同动物日

收稿日期:2020-09-01

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0502105);公益性行业(农业)科研专项(编号:201303094);福建省省属公益类科研院所基本科研专项(编号:2019R1026-1);福建省科技计划(编号:2016R1016-2);福建省农业科学院项目(编号:STIT2017-2-10、AA2018-5、2016PI-29)。

作者简介:董朝霞(1974—),女,内蒙古呼和浩特人,博士,助理研究员,主要从事草地与农田生态研究。E-mail:dongzhaoxia@scau.edu.cn。

通信作者:陈鑫珠,博士,副研究员,主要从事非常规饲料资源的加工、贮藏与利用研究,E-mail:010622051@163.com;黄秀声,研究员,主要从事草业科学和循环研究,E-mail:hxs706@163.com。

糖和灵芝酸合成的功能^[8]。因此经过综合比较分析,筛选得到夏灰1号平菇以及灵芝92是适宜茶枝屑代料栽培的优良食用菌菌株。

参考文献:

- [1] 贺望兴,江新风,谢小群,等.茶枝栽培食用菌研究进展[J].蚕桑茶叶通讯,2018(4):28-31.
- [2] 刘明香,林忠宁,陈敏健,等.茶枝屑代料栽培灵芝菌株的筛选[J].福建农林大学学报(自然科学版),2012,41(2):183-186.
- [3] 王冲,张林,张伦,等.茶枝屑代料培育灵芝原种的对比试

验[J].贵州科学,2013,31(3):55-60.

- [4] 梁明玉,罗先群,黄雪星.茶枝屑栽培黑木耳试验初探[J].广西林业科学,2019,48(3):404-407.
- [5] 龚翔,吴建坤,朱小明,等.废茶树枝栽培茶薪菇的关键技术[J].中国茶叶,2004,26(1):30-31.
- [6] 龚龙振.茶枝屑栽培花菇的技术与效益[J].林业勘察设计,2008(2):189-191.
- [7] 刘明香,林忠宁,陈敏健,等.茶枝屑代料栽培对灵芝生物转化率和质量的影响[J].福建农业学报,2011,26(5):742-746.
- [8] 邹礼根,丁玉庭.茶叶对灵芝菌丝生长和菌体形态的影响[J].中国食品学报,2006,6(6):25-29.

粮配制是合理利用的前提^[6]。尼龙袋法是国际认可的测定瘤胃降解率的有效方法,其操作方法简便,能真实反映瘤胃的内环境,还能测定养分的消化降解情况^[7]。本试验采用尼龙袋法对甘薯藤和甘薯皮原料进行瘤胃降解率测定,旨在探究其营养成分在福清山羊中的利用率,为甘薯副产物的利用提供理论依据,降低养殖成本,从而促进我国畜牧业的可持续发展^[8]。

1 材料与方 法

1.1 试验原料

试验原料是甘薯藤(sweet potato vine,SPV)粉、甘薯皮 1(sweet potato peels,SPS1)和甘薯皮 2(small sweet potato peels,SPS2),由连城连通饲料有限公司提供。甘薯品种:甘薯皮 1 为广东普薯 32,甘薯皮 2 为山东济薯 26。2 个品种新鲜甘薯皮由福建紫心生物薯业有限公司提供,甘薯藤由连城连通饲料有限公司向当地农民收购,3 种样品鲜样由连城连通饲料有限公司烘干设备烘干后粉碎制成干粉样,供饲料加工利用。

1.2 试验用 瘿管羊及试验时间与地点

试验选取 3 只年龄约 1.5 岁的健康福清山羊,体质量约 40 kg,驱虫健胃,2018 年 9 月 12 日在福建农林大学宠物医院中进行永久性瘿管安装手术,在福建省农业科学院畜牧兽医研究所泉头动物试验养殖基地中术后护理 1 个月恢复后进行瘤胃降解试验。

1.3 试验设计

按照《反刍动物饲料瘤胃降解率的测定——瘤胃尼龙袋法技术规程》进行 4、8、16、24、36、48、72 h 的 7 个降解时间点瘤胃降解率的测定,每个样本每只羊内设置 2 个平行样本,3 只羊为 3 个重复。

1.4 瘿管羊的饲料组成与日常管理

日粮由粗料与混合精料组成。粗料为新鲜杂交狼尾草,混合精料为 44% 玉米、14% 麦麸、8% 豆粕、5% 棉粕、4% 玉米胚芽饼、20% 玉米麸和 5% 预混料构成。试验羊按舍饲、单槽分饲、自由饮水,粗料与精料日喂量分别为 1 000、600 g,混合均匀后,分 2 次饲喂(09:00,16:00)。

1.5 尼龙袋试验方法

1.5.1 尼龙袋的准备 将孔径为 300 目的尼龙布剪裁成规格为 250 mm × 100 mm 的长方形,购于北京一牛肉牛信息技术研究中心。

1.5.2 测定方法 参考《饲料分析及饲料质量检测技术》测定风干样本的 DM 含量和粗蛋白质(crude protein,CP)含量^[9]测定。中性洗涤纤维(neutral detergent fiber,NDF)和酸性洗涤纤维(acid detergent fiber,ADF)的测定采用 van Soest 等的方法^[10]。可溶性碳水化合物(water soluble-carbohydrate,WSC)采用 Anthrone 比色法定量^[11]。

1.6 指标计算

采用以下公式计算装袋样品逃逸率、校正装袋样品量、目标成分降解量、目标成分实时降解率。

装袋样品逃逸率 = (空白试验装袋样品干物质质量 - 空白试验袋中残留物质量) / 空白试验袋样品干物质质量 × 100% ;

校正装袋样品量 = 实际装袋样品量 × (1 - 样品逃逸率);

某目标成分某培养时间点的降解量 = (校正装袋样品量 × 空白试验残余物中某目标成分的含量) - (某培养时间点残余物的质量 × 某培养时间点残余物中某目标成分的含量);

某目标成分时间点的实时降解率 = 某目标成分某时间点的降解量 / (校正装袋样品量 × 空白试验残余物中某目标成分的含量) × 100% 。

1.7 数据分析

采用 Excel 2003 统计软件初步处理原始数据,再用 SPSS 17.0 统计软件对数据进行单因子方差分析,采用 Duncan's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 原料的化学成分

由表 1 可知,3 种原料干物质含量相近,均达 92.00% 及以上;2 种甘薯皮的化学成分相近,甘薯藤的营养成分与甘薯皮差异较大,甘薯藤的蛋白质含量显著高于甘薯皮($P < 0.05$),可溶性碳水化合物含量显著低于 2 种甘薯皮原料($P < 0.05$);另外,甘薯皮 2 的可溶性碳水化合物显著高于甘薯皮 1 ($P < 0.05$);甘薯皮 1 的中性洗涤纤维含量和酸性洗涤纤维含量显著高于甘薯藤和甘薯皮 2 ($P < 0.05$);甘薯藤的半纤维素含量显著低于甘薯皮 1 和甘薯皮 2 ($P < 0.05$)。

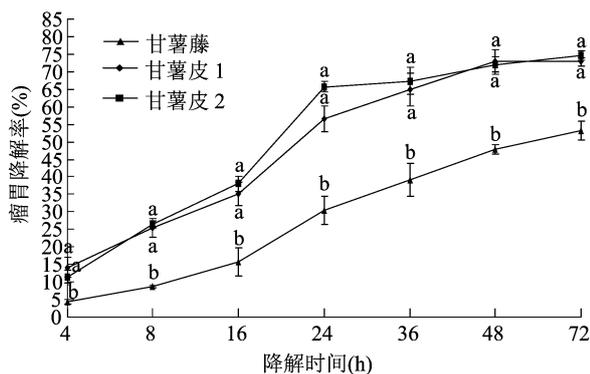
2.2 不同原料的瘤胃降解率

由图 1 至图 3 可知,在瘤胃内不同的滞留时间点中干物质瘤胃降解率,甘薯藤显著低于甘薯皮 ($P < 0.05$),甘薯皮 1 和甘薯皮 2 之间无显著差异

表1 原料的化学成分

| 项目 | 干物质含量 (%) | 粗蛋白质含量 (%) | 可溶性碳水化合物含量 (%) | 中性洗涤纤维含量 (%) | 酸性洗涤纤维含量 (%) | 半纤维素含量 (%) |
|------|--------------|---------------|----------------|---------------|---------------|--------------|
| 甘薯藤 | 92.00 ± 4.25 | 13.10 ± 1.08a | 2.17 ± 1.27c | 43.20 ± 1.31b | 38.20 ± 2.46b | 5.00 ± 1.11b |
| 甘薯皮1 | 92.02 ± 3.09 | 8.06 ± 0.99b | 21.41 ± 2.54b | 53.00 ± 1.89a | 43.56 ± 3.03a | 9.44 ± 2.59a |
| 甘薯皮2 | 92.80 ± 3.67 | 6.22 ± 0.87b | 28.67 ± 2.13a | 45.39 ± 1.73b | 35.97 ± 2.10b | 9.42 ± 1.88a |

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著, $P < 0.05$ 。下同。



不同小写字母表示数据间差异显著($P < 0.05$), 下同
图1 甘薯藤与甘薯皮不同时间点干物质降解率

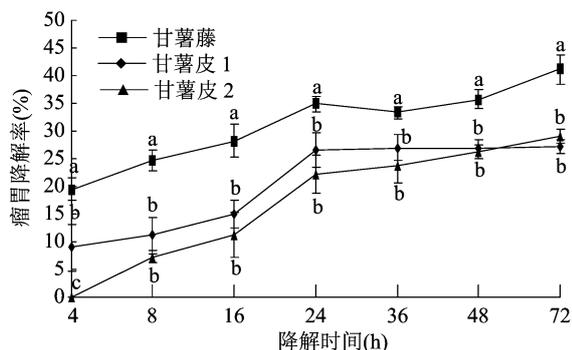


图2 甘薯藤与甘薯皮不同时间点中性洗涤纤维降解率

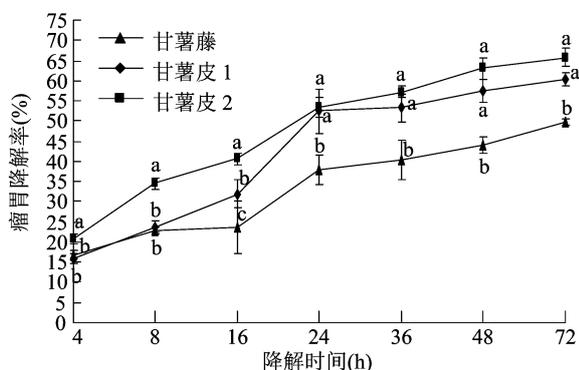


图3 甘薯藤与甘薯皮不同时间点酸性洗涤纤维降解率

($P > 0.05$); 中性洗涤纤维降解率, 甘薯藤显著高于甘薯皮($P < 0.05$), 4 h 的甘薯皮1 显著高于甘薯皮2 ($P < 0.05$), 其余6个时间点2种甘薯皮间无显著差异($P > 0.05$); 酸性洗涤纤维瘤胃降解率, 除4 h

和8 h 这2个时间点外, 其他5个时间点的甘薯藤显著低于甘薯皮($P < 0.05$), 4、8、16 h 的甘薯皮2 显著高于甘薯藤和甘薯皮1 ($P < 0.05$)。

2.3 原料不同滞留时间的瘤胃内降解率

由表2可知, 甘薯藤和甘薯皮的干物质、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的瘤胃降解率随着瘤胃滞留时间延长而升高, 3个指标的降解率升高速度(幅度)前期(4~36 h)快于后期(36~72 h), 72 h 时瘤胃降解率最高(除甘薯皮1 的干物质瘤胃降解率)。

甘薯藤的72 h 干物质和中性洗涤纤维瘤胃降解率显著高于除48 h 以外的5个时间点($P < 0.05$); 除8 h 和4 h 之间无显著差异($P > 0.05$), 36、24、16、8、4 h 这5个时间点间的干物质瘤胃降解率均存在显著差异($P < 0.05$); 36 h 和24 h 的中性洗涤纤维瘤胃降解率显著高于16、8、4 h ($P < 0.05$), 16 h 和8 h 显著高于4 h ($P < 0.05$); 72 h 的酸性洗涤纤维瘤胃降解率显著高于36、16、8、4 h ($P < 0.05$), 36 h 显著高于8 h 和4 h ($P < 0.05$), 8 h 显著高于4 h ($P < 0.05$)。

72 h 和48 h 的甘薯皮1 的干物质瘤胃降解率显著高于其他5个时间点($P < 0.05$), 36 h 和24 h 显著高于16、8、4 h ($P < 0.05$), 16 h 和8 h 显著高于4 h ($P < 0.05$); 72 h 中性洗涤纤维瘤胃降解率显著高于24、16、8、4 h ($P < 0.05$), 24 h 显著高于16 h、8 h 和4 h ($P < 0.05$), 16 h 和8 h 显著高于4 h ($P < 0.05$); 72、48、36、24 h 的酸性洗涤纤维显著高于16、8、4 h ($P < 0.05$)。

甘薯皮2 的干物质瘤胃降解率72 h 显著高于其他6个时间点($P < 0.05$), 48、36、24、16 h 显著高于8 h 和4 h ($P < 0.05$), 8 h 显著高于4 h ($P < 0.05$); 中性洗涤纤维瘤胃降解率72 h 和48 h 显著高于24、16、8、4 h ($P < 0.05$), 24 h 显著高于16、8、4 h ($P < 0.05$), 16 h 和8 h 显著高于4 h ($P < 0.05$); 酸性洗涤纤维72、48、36、24 h 显著高于16、8、4 h ($P < 0.05$)。

表2 甘薯藤和甘薯皮在山羊瘤胃内不同时间的降解率

| 材料 | 降解时间 (h) | 降解率 (%) | | |
|------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 干物质 | 中性洗涤纤维 | 酸性洗涤纤维 |
| 甘薯藤 | 4 | 4.31 ± 0.66e | 16.91 ± 2.00d | 19.52 ± 2.00d |
| | 8 | 8.65 ± 0.25e | 22.95 ± 1.78c | 24.63 ± 1.78c |
| | 16 | 15.83 ± 3.96d | 23.66 ± 2.99c | 28.23 ± 2.99bc |
| | 24 | 30.42 ± 4.02c | 37.91 ± 1.45b | 34.92 ± 1.45ab |
| | 36 | 39.12 ± 4.78b | 40.46 ± 1.09b | 33.43 ± 2.09b |
| | 48 | 47.87 ± 1.30ab | 44.02 ± 1.70ab | 35.70 ± 1.70ab |
| | 72 | 53.21 ± 2.69a | 49.65 ± 2.71a | 41.16 ± 2.71a |
| | 甘薯皮1 | 4 | 14.18 ± 2.72d | 15.82 ± 4.18d |
| 8 | | 25.51 ± 2.69c | 23.71 ± 3.29c | 11.19 ± 3.29b |
| 16 | | 35.23 ± 3.36c | 31.98 ± 2.54c | 15.09 ± 2.54b |
| 24 | | 56.44 ± 3.64b | 52.39 ± 3.21b | 26.52 ± 3.21a |
| 36 | | 64.87 ± 4.59b | 53.21 ± 2.32ab | 26.97 ± 2.32a |
| 48 | | 73.12 ± 3.28a | 57.48 ± 1.74ab | 26.81 ± 1.74a |
| 72 | | 72.79 ± 1.24a | 60.35 ± 1.29a | 27.09 ± 1.29a |
| 甘薯皮2 | | 4 | 11.48 ± 1.75d | 20.77 ± 0.00d |
| | 8 | 26.46 ± 1.08c | 34.53 ± 1.04c | 7.27 ± 1.04b |
| | 16 | 38.03 ± 2.17b | 40.65 ± 3.99c | 11.24 ± 3.99b |
| | 24 | 65.75 ± 1.65b | 53.43 ± 3.34b | 22.22 ± 3.34a |
| | 36 | 67.32 ± 3.87b | 57.21 ± 3.12ab | 23.89 ± 3.12a |
| | 48 | 71.80 ± 2.38b | 62.98 ± 1.27a | 26.37 ± 1.27a |
| | 72 | 74.58 ± 1.42a | 65.77 ± 1.24a | 29.08 ± 1.24a |

3 结论与讨论

3种原料营养物质丰富,干物质的瘤胃降解率分别为53.21%、72.79%和74.58%,高于一般粗饲料。山东济薯26甘薯皮中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维及干物质降解率的峰值均高于广东普薯32甘薯皮和甘薯藤,且广东普薯32甘薯皮高于甘薯藤。说明甘薯藤和甘薯皮均为反刍动物优质粗饲料,且山东济薯26甘薯皮优于广东普薯32甘薯皮、广东普薯32甘薯皮优于甘薯藤。

粗饲料养分含量因其种类不同而存在较大差异。甘薯藤和甘薯皮烘干粉碎后做饲料,其干物质(DM)含量均在92%以上,水分含量低于8%,能够长期有效地保存其营养物质,可配制全年营养均衡的饲料,有利于在规模化养殖企业畜禽配合饲料中推广利用,有广阔的推广前景。因此,采用此种工艺处理,可有效提高甘薯藤和甘薯皮的利用。

藤蔓类粗饲料具有相对较高的营养价值,多数藤蔓类粗饲料粗蛋白含量高于玉米秸秆^[12]。本试验甘薯藤的粗蛋白质含量显著高于甘薯皮,可溶性

碳水化合物含量显著低于甘薯皮。主要是因为甘薯皮中留有一部分甘薯的果肉,甘薯果肉中糖分含量较高。3种原料的中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量低于陈晓琳等、郝松华等报道的大部分牧草粗饲料^[12-13],甘薯藤和甘薯皮2中性洗涤纤维的含量分别为43.20%和45.39%,与陈晓琳等报道的苜蓿草的中性洗涤纤维含量^[14]相近,而甘薯皮1中性洗涤纤维的含量为53.00%,与陈晓琳等报道的燕麦草中性洗涤纤维含量^[14]相近。表明本试验3种原料的营养特性可与优质饲草相媲美,可作为反刍动物的优质粗饲料进行利用,其中的纤维素和半纤维素作为反刍动物的主要能源物质,不仅能确保较低的饲料成本,还能促进肠胃蠕动、调节瘤胃内环境,从而保证反刍动物健康和生产潜力的充分发挥^[15]。

不同饲草原料品种间的营养成分瘤胃降解率差异显著,随着饲草在瘤胃中滞留时间的延长,营养成分的降解率逐渐增大,72 h趋于稳定^[16]。这是由于瘤胃内的微生物和酶作用于原料的时间越长,原料的营养成分被降解的数量越多,则营养成分的降解率越高^[17]。相同饲草,因其种植地点、收获时间的不同,其营养成分与瘤胃降解率存在一定差异^[18-20]。郑向丽等报道,奶牛瘤胃中不同品种花生秸秆的干物质降解率和粗蛋白降解率趋势相同,但降解率和有效降解率不同,其中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的降解率分别在38.39%~49.87%和39.28%~52.54%^[18]。陈鑫珠等采集不同品种、不同种植季节的4种花生秸秆样本,测定瘤胃降解率,结果表明,4种花生秸秆样本干物质、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维在瘤胃内降解趋势一致,均随着降解时间延长呈上升的趋势,48~72 h花生秸秆DM的降解率达到50%~57%,其中,秋植花生秸秆的山羊瘤胃降解率较高^[19]。魏晨等研究表明,不同地区小麦秸秆营养成分及瘤胃降解规律不同^[21]。本试验中3种原料干物质、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的瘤胃降解率随瘤胃滞留时间的延长而升高,72 h达最高。其中,甘薯藤的干物质消化主要在中期进行,其16 h前的瘤胃降解率和36 h之后的降解速度较慢,24~36 h间降解速度较快,中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维消化主要在在36 h前变化较快。2个不同甘薯品种的甘薯皮原料的干物质、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维降解率均随降解时间延长呈现升高的趋势,但降解率升高的速度前期快于后期,24~36 h后的各个降解时间点间没有显著

差异。

干物质瘤胃降解率是影响干物质采食量的一个主要因素,受饲料原料纤维素含量和木质化程度的影响,反映饲料降解的难易程度^[22-23]。李茂等研究发现,原料干物质瘤胃降解率越高,其干物质采食量相应越大^[24]。中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维瘤胃降解率的高低则是反映了该饲料被消化的难易程度^[18]。本试验2种甘薯皮干物质和中性洗涤纤维瘤胃降解率的峰值均高于甘薯藤,且甘薯皮2干物质和中性洗涤纤维瘤胃降解率的峰值最高,表明甘薯皮2在福清山羊中利用可获得最好效果,采食量和消化率均可得到最佳。3种原料干物质的降解率分别为53.21%、72.79%和74.58%,较一般粗饲料的数值高或相近。另外,甘薯皮2的中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维以及干物质降解率的峰值均高于甘薯皮1和甘薯藤,甘薯皮1的中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维及干物质降解率的峰值均高于甘薯藤。证明甘薯藤和甘薯皮均可作为反刍动物的饲料;甘薯皮2的营养价值优于甘薯皮1和甘薯藤,甘薯皮1的营养价值优于甘薯藤。植物原料的纤维为植物细胞壁成分,在瘤胃内被消化前,瘤胃内的微生物和酶等均必须先紧密附着在这些底物上,需要一定时间后才能进行有效的快速消化,因此,中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的瘤胃降解率在4~8h会出现一个延滞期^[19]。甘薯皮在酸性洗涤纤维瘤胃降解中此现象较明显。研究团队后期将应用SAS软件进行瘤胃降解参数分析,进一步解析这3种原料的瘤胃降解规律。

参考文献:

- [1] 贾康,柯锦华,党国英,等. 中国农村研究:乡村治理现代化(笔谈)[J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版),2020,59(2):12-27.
- [2] 樊志龙,柴强,曹卫东,等. 绿肥在我国旱地农业生态系统中的服务功能及其应用[J]. 应用生态学报,2020,31(4):1389-1402.
- [3] 黄国勤. 长江经济带稻田耕作制度绿色发展探讨[J]. 中国生态农业学报,2020,28(1):1-7.
- [4] 张芳婷. 甘薯加工副产物综合利用及效益分析[J]. 农业工程技术,2019,39(11):75-76.
- [5] 马剑凤,程金花,汪洁,等. 国内外甘薯产业发展概况[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):1-5.
- [6] 陈晓琳,刘志科,孙娟,等. 不同牧草在肉羊瘤胃中的降解特性研究[J]. 草业学报,2014,23(2):268-276.
- [7] 冯仰廉,澳斯柯夫. 反刍家畜降解蛋白质的研究(一) 用尼龙袋法测定几种中国精饲料在瘤胃中的降解率及该方法稳定性的研究[J]. 中国畜牧杂志,1984(5):4-7.
- [8] 郑飞. 毛竹叶和杨树叶的营养价值及奶牛瘤胃降解特性的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2019.
- [9] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1993:19-33.
- [10] Van Soest P J. Development of comprehensive system of feed analyses and its application to forages [J]. Journal of Animal Science,1967,26(1):119.
- [11] 陈鑫珠,李文杨,刘远,等. 甘蔗稍绿汁发酵液对菌糠发酵品质的影响[J]. 草地学报,2018,26(2):474-478.
- [12] 郝松华,丁娜,赵俊星,等. 不同粗饲料在肉羊瘤胃中的降解特性研究[J]. 中国草食动物科学,2017,37(4):16-21,26.
- [13] 陈晓琳,孙娟,王月超,等. 不同类农作物秸秆在肉羊瘤胃中的降解特性研究[J]. 中国畜牧杂志,2015,51(5):45-51.
- [14] 陈晓琳. 肉羊常用粗饲料营养价值和瘤胃降解特性研究[D]. 青岛:青岛农业大学,2014.
- [15] 牟兰. 苕麻的饲用安全性及其肉牛瘤胃降解特性和饲喂效果研究[D]. 兰州:兰州大学,2019.
- [16] 陈晓琳,郝松华,侯玉洁,等. 5种不同牧草在奶牛瘤胃中降解特性的研究[J]. 中国奶牛,2013(16):4-8.
- [17] 杨凤. 动物营养学[M]. 北京:农业出版社,1993.
- [18] 郑向丽,王俊宏,徐国忠,等. 4种花生秸秆在奶牛瘤胃中的降解特性[J]. 草业学报,2016,25(5):149-155.
- [19] 陈鑫珠,林雅婷,黄秀声,等. 花生秸秆在福清山羊中的瘤胃降解特性[J]. 福建农业学报,2019,34(11):1270-1275.
- [20] 姬奇武,韩汝旦,董宽虎,等. 山西不同居群白羊草的营养成分及瘤胃降解规律[J]. 草业学报,2015,24(9):53-62.
- [21] 魏晨,游伟,万发春,等. 不同地区小麦秸秆的营养价值及瘤胃降解规律[J]. 饲料工业,2018,39(23):13-17.
- [22] Latimer G W J. Official methods of analysis of AOAC International [M]. AOAC International,1995.
- [23] 夏科,姚庆,李富国,等. 奶牛常用粗饲料的瘤胃降解规律[J]. 动物营养学报,2012,24(4):769-777.
- [24] 李茂,字学娟,白昌军,等. 不同生长高度王草瘤胃降解特性研究[J]. 畜牧兽医学报,2015,46(10):1806-1815.

《江苏农业科学》杂志理事会

(排名不分先后)

理事长单位

江苏省农业科学院

副理事长单位

江苏省农业科学院粮食作物研究所
江苏里下河地区农业科学研究所
江苏沿海地区农业科学研究所
江苏丘陵地区镇江农业科学研究所
江苏徐淮地区徐州农业科学研究所
江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所
江苏省农业科学院果树研究所
江苏省农业科学院蔬菜研究所
江苏丘陵地区南京农业科学研究所
江苏徐淮地区连云港农业科学研究所
江苏太湖地区农业科学研究所
江苏省农业科学院宿迁农科所
江苏省农业科学院泰州农科所
南京市农业农村局
南京国家现代农业产业科技创新示范区管理委员会
农业部南京农业机械化研究所
江苏省粮食集团有限责任公司
江苏农牧科技职业学院
苏州农业职业技术学院

常务理事单位

建湖县人民政府
江苏省植物生长调节剂工程技术研究中心
张家港市常阴沙现代农业示范园区
江苏佳盛源农业发展有限公司
江苏红旗种业股份有限公司
丹阳市徒香草现代农业园区发展有限公司
大丰市丰收大地现代农业示范区
江苏大中农场集团有限公司
盐城市新洋农业试验站
南京江宁台湾农民创业园发展有限公司
江苏佳盛源农业发展有限公司
江苏烨佳梨园发展有限公司

理事单位

江苏农林职业技术学院
苏州农业职业技术学院
苏州市农业干部学院
滨海县农业干部学校
宝应县农业农村局
常熟理工学院生物与食品学院
仲恺农业工程学院
徐州工程学院环境工程学院

代表

常有宏

代表

杨杰
李爱宏
葛汉勤
姚克兵
李强
彭杰
俞明亮
赵统敏
景金泉
徐大勇
姜红卫
于成功
陈应柳
陆信娟
叶长文
陈巧敏
王刚
何正东
傅兵

代表

翟大伟
王伟中
王卫国
贾宁宁
查联群
许云良
崔恒骏
苏建权
洪立洲
汤信仁
张彬
唐红新

代表

陈军
耿晓东
何蓓蓓
刘健
吴永生
朱建一
周红军
张建昆

理事单位

常州市武进区农业农村局
响水县农业农村局
常熟市横塘蔬菜专业合作社
常熟市农业科学研究所
东台市农业农村局
高淳县桤溪国华水草栽培专业合作社
海门市农业科学研究所
江苏盐土生物资源研究重点实验室
江苏省家禽科学研究所
江苏开放大学环境生态学院
江苏科技大学
江苏省农垦农业发展股份有限公司
江苏省南京市白马高新技术产业开发区
江苏省泗阳县现代农业产业园管理委员会
江苏省射阳现代农业产业园
江苏香河农业开发有限公司
江苏金色农业科技发展有限公司
江苏武进水稻研究所
金陵科技学院园艺学院
金坛市农业农村局
靖江市农业农村局
南京农业大学工学院
南京晓庄学院
南京市溧水区农业农村局
南京市六合区农业农村局
南京市江宁区农业农村局
金河佑本生物制品有限公司
南充市农业科学院
沭阳县农业农村局
宿迁市农业农村局
睢宁县农业农村局
苏州市吴中区农业农村局
苏州市吴中区东山镇农林服务中心
苏州农业现代化研究中心
泰州市农业农村局
泰州市姜堰区农业农村局
太仓市农业技术推广中心
泰州市苏中园艺有限公司
泰兴市农业科学研究所
盐城生物工程高等职业技术学院
盐城市盐都区农业科学研究所
扬州大学食品科学与工程学院
扬州雅典娜园艺科技开发有限公司
张家港市农业农村局
张家港市作物栽培指导站

代表

张小虎
罗玉刚
张祖学
许炳华
王美璠
汪桂伢
俞圣平
唐伯平
邹剑敏
千方群
鲁玉杰
陈培红
张亲翔
张小川
周景艳
刘光明
王宣山
徐晓杰
宰学明
闫炳泉
李江豪
何瑞银
周峰
丁长青
韦俊生
焦珍山
康斌
谢树果
李寒梅
解永生
韩超
刘龙俊
李浩宇
童举希
毛正球
孙来扣
沈文忠
田学书
谢吉先
王中军
郭红
杨振泉
佴辉
徐江
顾明柯

《江苏农业科学》第九届编辑委员会

主任委员 常有宏

副主任委员 黄俊 孙洪武 沈建新 邹剑敏 曹光乔 徐向明

委员 (按姓氏笔画为序)

马永祥 马艳 王冉 王伟中 毛罕平 艾玉春 邝文国 朱士农 朱方林 朱善元 庄义庆
刘永锋 刘明钟 余向阳 李爱宏 李光发 沈奇 杨杰 张洁夫 杨再强 邵国青 周国勤
周建涛 姚克兵 俞卫东 赵统敏 夏礼如 顾洪如 徐跑 彭杰 葛汉勤 韩建刚

主编 常有宏

副主编 马永祥(常务) 李爱宏 刘明钟 彭杰 葛汉勤 姚克兵

编辑部主任 邝文国 编辑部副主任 吴桂亮 许莉莉

责任编辑 徐立华 江河 唐素华 马永恒 蒋盼盼 胡立 曹亚非 魏天宸

主管 江苏省农业科学院 主办 江苏省农业科学院

学术支持 江苏省农业科学院粮食作物研究所 江苏沿海地区农业科学研究所
江苏里下河地区农业科学研究所 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所
江苏徐淮地区徐州农业科学研究所 江苏省农业科学院果树研究所
江苏省农业科学院蔬菜研究所 江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所
江苏省农业科学院农产品加工研究所 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所
江苏丘陵地区南京农业科学研究所

江苏农业科学(半月刊)

第49卷 第11期 2021年6月5日

JIANGSU AGRICULTURAL SCIENCES(Semimonthly)

Vol. 49 No. 11 June 5, 2021

编辑出版 《江苏农业科学》杂志社

地址:南京市孝陵卫钟灵街50号 邮编:210014

电话:(025)84390282

E-mail:jsnykx@vip.163.com

网址:http://www.jsnykx.cn

印刷:丹阳日报社印刷厂

国内发行:江苏省报刊发行局

国外发行:江苏省图书进出口公司

订购处:全国各地邮局(所)

发行范围:国内外公开发行

国内统一刊号:CN 32-1214/S

广告发布登记编号:广登 32000000075

创刊时间:1973年 刊期:半月刊

Administrated by:Jiangsu Academy of Agricultural Sciences

Sponsored by:Jiangsu Academy of Agricultural Sciences

Editor in chief:Chang Youhong

Edited&Published by:

Editorial Department of Jiangsu Agricultural Sciences

Address:Xiaolingwei Nanjing China

Postal Code:210014

Telephone:+86-25-84390282

E-mail:jsnykx@vip.163.com

Website:http://www.jsnykx.cn

Domestic Distributor:Jiangsu Province Post Office

Overseas Distributor:

Jiangsu Publications Import and Export Corporation

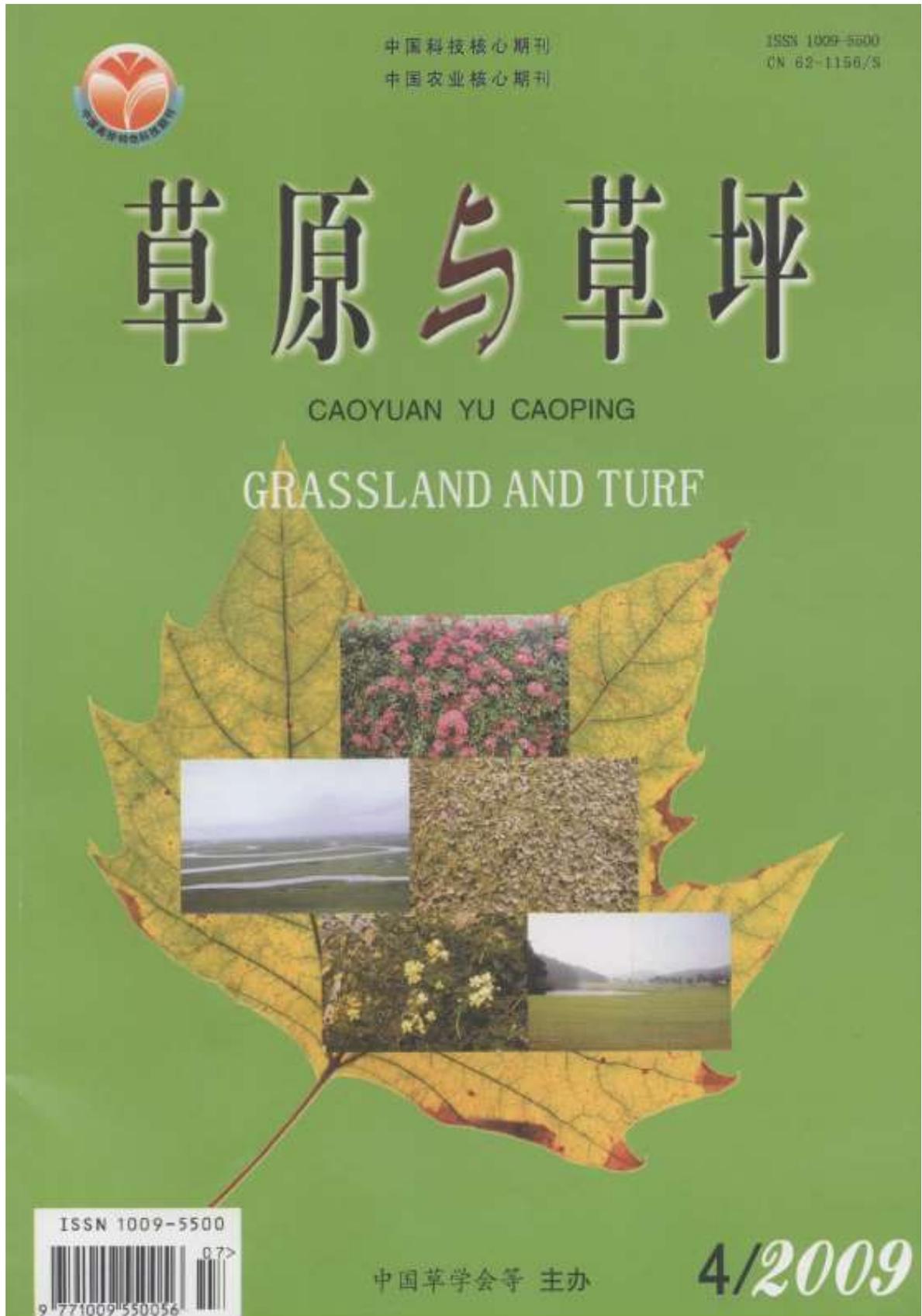
江苏农业科学

国内统一连续出版物号:CN 32-1214/S

邮发代号:28-10

定价:15.00元

2.6 草坪中外来入侵杂草的化感作用及其利用



草原与草坪

CAOYUAN YU CAOPING

双月刊 2009年第4期(总第135期)

中国科技核心期刊
中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊
中国期刊全文数据库全文收录期刊(CJFD)
“万方数据—数字化期刊群”全文上网期刊
中文科技期刊数据库源期刊
中国核心期刊遴选数据库源期刊

目次

· 研究报告 ·

- 6-BA 和保水剂对匍匐翦股颖种茎耐贮性的影响 石秀兰, 陈平, 韩瑞宏, 等(1)
- 龙爪茅与海滨雀稗抗寒性比较 柯黄婷, 沈益新(7)
- 东川银合欢生产性能的研究 尹俊, 蒋龙(12)
- 重度践踏对粤选匍匐翦股颖新品系 38 号坪用性状的影响 吴立山, 刘荣堂, 周胜, 等(16)
- 补播禾草对玛曲高寒沙化草地植物生态位特征的影响 高玉红, 牛俊义, 陈子萱, 等(20)
- 岷山红三叶改良亚高山草甸退化草地效果研究 王志明, 岳民勤, 杜文华, 等(25)
- 用模糊数学对门源草地畜牧业可持续发展评价方法的研究 米兴亮, 马存寿, 冯生青, 等(28)
- 紫花苜蓿杂交一代品系在云南的适应性分析 马凯恒, 毕玉芬, 高静, 等(32)
- 基于高分辨率卫星图像的深圳特市区市政绿地结构特征分析 宋桂龙, 谭一凡, 肖国增, 等(36)
- 不同添加剂对苜蓿青贮品质动态变化的影响 朱慧森, 董宽虎(40)
- 深圳高尔夫球场草坪蛴螬发生及其生物防治效果研究 李存焕, 农向群, 岳存涛, 等(45)
- 主动柔性垂直绿化防护在岩石边坡工程中的应用 党志强, 刘洋, 陈明新, 等(50)
- NaClO 和蔗糖溶液对红三叶种子发芽特性的影响 田新会(53)
- NaCl 胁迫对 15 个草地早熟禾品种萌发的影响 王建丽, 申忠宝, 钟鹏, 等(57)
- 澳大利亚燕麦在高寒牧区引种试验研究 苏才旦, 周雷(61)
- 兰州九州石峡口边坡综合防治方法及效果初探 张卫雄, 翟向华, 荔海晟(65)

· 综述与专论 ·

- 全球视野下的中国草原生态系统可持续发展 盖志毅(68)
- 草坪中外来入侵杂草的化感作用及其利用 董朝霞, 张巨明, 解新明(73)
- 观赏草的观赏特性与养护技术研究进展 赵天荣, 蔡建岗, 施永泰, 等(77)
- 西藏疯草研究进展 王保海, 次仁多吉, 王敬龙, 等(81)

本期责任编辑 刘晓娟 靳奇峰 周爱琴 英文编辑 姚拓

〔期刊基本参数〕CN 62-1156/S * 1981 * B * A4 * 86 * zh * P * ¥6.00 * 2 000 * 20 * 2009-08

封面照片由龙瑞军, 周爱琴提供

GRASSLAND AND TURF

(Bimonthly) 2009 No. 4(Sum No. 135)

Contents

- The effect of 6-BA and SAR on storability of *Agrostis Stolonifera* cv. Yuexuan No. 1 stem
..... SHI Xiu-lan, CHEN Ping, HAN Rui-hong, *et al*(1)
- Cold resistance between *Dactyloctenium aegyptium* and *Paspalum vaginatum*
..... KE Huang-ting, SHEN Yi-xin(7)
- Production performance of *Leacaena leucacephal* cv. Dongchuan
..... YIN Jun, JIANG Long(12)
- Effect of heavy trampling on phenotypic traits of new strain Yue-Xuan No. 38
..... WU Li-sha, LIU Rong-tang, ZHOU Sheng, *et al*(16)
- Effects of interseeding on characteristics of niche and niche overlap in Maqu alpine desertified meadow
..... GAO Yu-hong, NIU Jun-yi, CHEN Zi-xuan, *et al*(20)
- Effects of *Trifolium pratense* cv. Minshan improving degraded sub-alpine meadow
..... WANG Zhi-ming, YUE Min-qin, DU Wen-hua, *et al*(25)
- Evaluation of grassland animal husbandry sustainable development of Menyuan based on fuzzy mathematics
..... MI Xing-liang, MA Cun-shou, FENG Sheng-qing, *et al*(28)
- Adaptability analysis of alfalfa cultivars on red earth in Yunnan Province.
..... MA Kai-heng, BI Yu-fen, GAO Jing, *et al*(32)
- Analysis of landscape structural features of Shenzhen municipal green-land based on fineresolutioned satellite image
..... SONG Gui-long, TAN Yi-fan, XIAO Guo-zeng, *et al*(36)
- Effect of different additives on *Medicago Sativa* silage quality
..... ZHU Hui-sen, DONG Kuan-hu(40)
- Occurrence of white grubs and its biocontrol by *Metarhizium anisopliae* in golf course
..... LI Cun-huan, NONG Xiang-qun, YUE Cun-tao, *et al*(45)
- Applications of initiative flexible vertical greening protection in rock slope engineering
..... DANG Zhi-qiang, LIU Yang, CHEN Ming-xin, *et al*(50)
- Effects of NaClO and sucrose solution on germination performance of red clover
..... TIAN Xin-hui(53)
- Effect of sodium chloride on Kentucky bluegrass seed germination
..... WANG Jian-li, SHEN Zhong-bao, ZHONG Peng, *et al*(57)
- Sustainable development of grassland ecological system in China in the view of global vision
..... GAI Zhi-yi(68)
- Allelopathy and utilization of alien invasive weeds in turf
..... DONG Zhao-xia, ZHANG Ju-ming, XIE Xin-ming(73)
- A Review :ornamental characteristic and maintain technique of ornamental grasses
..... ZHAO Tian-rong, CAI Jian-gang, SHI Yong-tai, *et al*(77)
- Research progress of locoweed in Tibet
..... WANG Bao-hai, CIREN Duo-ji, WANG Jing-long, *et al*(81)

草坪中外来入侵杂草的化感作用及其利用

董朝霞, 张巨明, 解新明

(华南农业大学 农学院, 广东 广州 510642)

摘要: 外来入侵杂草在草坪杂草中占有越来越大的比例, 而且极难防除, 给草坪的建植管理带来了新的问题。本文概述了化感作用的作用机理、化感物质的类型、综合作用及外来入侵杂草的化感作用在草坪中的有害影响, 并提出从施用化感物质防除杂草、培育能够自身控制杂草的草坪草品种、培育非自毒甚至有促进作用的草坪草新品种和创造适宜草坪草生长的环境等方面对草坪中入侵杂草的化感作用加以利用。

关键词: 草坪; 杂草; 化感作用

中图分类号: S 451.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-5500(2009)04-0073-05

随着草坪应用的不断增加, 杂草草坪对草坪质量的不良影响也日趋严重。草坪杂草降低了草坪的观赏性, 使整齐一致的草坪变得杂乱、出现斑秃、凹凸不平。杂草侵占草坪的地上和地下空间, 与草坪争光、争水、争肥, 影响草坪的正常生长发育, 严重时造成草坪枯死和草坪杂草化。许多地方由于杂草危害给草坪建植带来严重损失, 甚至使草坪毁灭而不得不重新更换。目前草坪杂草防除主要以人工拔除为主, 每年需要投入大量劳力和财力, 而且防除效果低。

草坪中除了当地的杂草外, 外来入侵草坪杂草也占有越来越大的比例。外来杂草不仅对草坪具有很大的危害, 同时也极难防除, 外来入侵杂草的防除是草坪建植管理过程中面临的又一难题。许多入侵杂草由于具有化感作用(allelopathy)而对周围草坪草产生害毒作用。因此, 可以利用杂草的化感作用, 减少人工拔除杂草和除草剂的使用。

1 化感作用及化感物质

植物之间的化感作用是当前化学生态学研究的热

点, 它是指供体植物通过茎叶挥发、淋溶、凋落物分解、根系分泌等途径向环境中释放化学物质, 从而促进或抑制周围植物的生长和发育。植物的化感作用广泛存在于自然界中, 与植物间光、水分、养分和空间的竞争一起构成了植物之间的相互作用^[1-3]。柴强等^[4-6]将化感作用的基本机理总结为如下几个方面: (1) 影响膨压和叶水势; (2) 影响植物的光合作用及有关过程; (3) 影响植物代谢和酶活性; (4) 影响呼吸代谢; (5) 影响细胞的分裂增殖; (6) 影响细胞及细胞器膜的完整性和渗透性; (7) 影响根系生长和矿质营养的吸收利用; (8) 影响蛋白质合成; (9) 调节生长过程、抑制种子萌发; (10) 影响激素代谢。

植物化感物质是植物体分泌到环境中的代谢物或次生代谢物, 它们分布于植物的根、茎、叶、花、果实或种子中。根据它们的性质分 4 大类^[7]: (1) 脂肪族化合物, 指水溶性的醇和酸, 如草酸、乳酸、甲醇、乙醇、丁醇等; (2) 脂肪酸、类酯物以及不饱和内酯, 如苹果酸、柠檬酸、花楸酸、棒曲霉素; (3) 萜类化合物, 如单萜烯、萜烯、樟脑、桉树脑以及倍半萜烯等; (4) 芳香族化合物, 简单的酚、酚酸、醌、单宁、香豆素、黄酮类、生物碱、肉桂酸衍生物及经莽草酸途径合成的芳香族氨基酸。

多种化感作用物质同时存在, 并作用于植株时, 其综合作用有 3 种可能性^[8]: (1) 加合作用: 总作用效果等于各物质分别作用的总和。(2) 拮抗作用: 总作用效果低于各物质分别作用的总和。试验结果表明, 咖啡

收稿日期: 2009-03-11; 修回日期: 2009-05-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30671489)和华南农业大学校长基金(2006K020)资助

作者简介: 董朝霞(1974-), 女, 内蒙古呼和浩特人, 讲师, 在读博士, 主要从事草业科学方面的研究。

解新明为通讯作者。

酸、没食子酸会抑制苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性,从而限制酚类物质的代谢,降低水稻化感作用的潜力^[9]。(3)协同作用:总作用效果大于各物质分别作用的总和。一些无活性的物质,往往在植物化感作用中起着重要作用。孔垂华等^[11]的研究表明,胜红蓟(*Ageratum conyzoides*)释放的化感物质,早熟素Ⅱ和无活性的3个化感物质结合,表现出强烈的化感活性。

2 入侵杂草对草坪的毒害作用

入侵杂草中的一些恶性杂草,如空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、蟛蜞菊(*Wedelia chinensis*)、薇甘菊(*Mikania micrantha*)、北美车前(*Plantago virginica*)、土荆芥(*Chenopodium ambrosioides*)等可分泌化感抑制其他植物发芽和生长。

邵华等^[12]的研究表明,薇甘菊根系部分的水提液对白三叶(*Trifolium repens*)的生长有显著影响,但是对黑麦草(*Lolium multiflorum*)的影响未达到显著。薇甘菊含有的化感物质,可以随雨水淋溶、根系分泌、枯枝落叶分解而作用于其他植物,抑制其生长,从而为自身的生长创造更好的条件。Rice E L^[13]和李绍文^[14]的研究表明,白三叶和红三叶(*T. pratense*)具有化感作用。对南京地区的草坪杂草调查发现,白三叶草已引起草坪的严重退化。北美车前侵入草坪,侵入处草种生长受到抑制,草坪退化。土荆芥在我国分布于北京、广西、广东、福建、山东、浙江、江西、湖南、重庆等地^[15],该种对生长环境要求不严,极易扩散。该种含有毒的挥发油,对其他植物产生化感作用^[16]。在我国长江流域,土荆芥常和一年蓬(*Erigeron annuus*)、黄花蒿(*Artemisia annua*)等植物混生在一起形成杂草群落,侵入并威胁种植在长江大堤的护堤美化的结缕草(*Zoysia japonica*)草坪。五爪金龙(*Ipomoea cairica*)是华南地区一种常见杂草,对园林绿化植物危害严重。刘伟等^[17]的研究揭示了五爪金龙水抽提液对番茄(*Lycopersicon esculentum*)等6种植物的种子萌发及幼苗生长具有一定的化感作用。空心莲子草比较容易入侵人工草坪,入侵后通常在草坪上形成斑块状镶嵌体,很难被根除。刘爱荣等发现空心莲子草地下部浸提液和粉碎液对黑麦草和高羊茅(*Festuca arundinacea*)的种子萌发和幼苗生长均有抑制作用^[18],但其化感作用较弱^[19]。

此外,假臭草(*Eupatorium catarium*)、直立婆婆

纳(*Veronica arvensis*)、香附子(*Cyperus rotundus*)、含羞草(*Mimosa pudica*)、马缨丹(*Lantana camara*)、细叶芹(*Apium leptophyllum*)、北美独行菜(*Lepidium virginicum*)、红花酢浆草(*Oxalis corymbosa*)、地毯草(*Axonopus compressus*)、牛筋草(*Eleusine indica*)等也是草坪上常见的外来杂草^[1,13,20,21],有时危害也相当严重。

有些入侵杂草对草坪的破坏作用已被证实是化感作用的结果,有些入侵杂草对其他植物产生化感作用,但能否对草坪草产生化感作用还值得考虑和研究。另外,还有许多入侵杂草对草坪造成的有害影响还不清楚是竞争作用还是化感作用。这些都有待于对草坪中入侵杂草的入侵机理进行深入研究。

3 化感作用在草坪中的利用

3.1 施用化感物质除草

从具有化感作用的杂草中分离、鉴定出的化感物质可作为新的除草剂。化感物质是天然有机化合物,具有较小的非目标毒性、易分解、无污染的特性,应用于草坪杂草防除中不仅使生态环境受到保护,而且减轻了除草剂残留危害人类健康的风险。

曾任森等^[22]从蟛蜞菊中分离得到两个化合物B和C(均为倍半萜内酯),并确定其生化他感作用活性很强,对马唐(*Digitaria sanguinalis*)、大画眉草(*Eragrostis cilianensis*)和空心莲子草的幼苗生长有抑制作用。这两种化合物有可能为新型除草剂的研发提供重要作用。王大力等^[23]的研究结果表明,豚草(*Ambrosia artemisiifolia*)可能通过挥发、雨水淋溶和根系分泌等途径向环境中释放一些萜类,稀醇类和聚乙炔类等化合物,对周围植物的种子萌发和幼苗生长产生抑制作用,从而使自身在生长发育过程中处于优势,加快蔓延速度。如果将这些化感物质施用于草坪中,有可能成为抑制杂草的天然除草剂。当然,从化感植物中获得的化感物质含量少,成本高,直接应用到生产中不太现实,可以考虑模拟天然化感物质人工合成生物除草剂。

植物材料对杂草的抑制作用是有选择性的。一种表现出强化感特性的植物并不能够抑制每一种杂草,化感植物对杂草的作用与品种有关。如果草坪中有多种杂草出现时,要将抑制多种杂草的不同化感物质同时施用到草坪中才可能解决这个问题。

3.2 培育能够自身控制杂草的草坪草品种

许多研究表明,某些草坪草种自身具有化感作用,能抑制杂草生长^[10-12,16,17,20,22-24]。因此,筛选并培育出自身能够控制杂草且保留优良特性的草坪草品种,将减少人工除草投入的管理费用和化学除草带来的环境污染。

沟叶结缕草(*Zoysia matrella*)在我国南方草坪中用的较多,其杂草种类和数量相对较少。Charumun R等^[24]在沟叶结缕草的化感作用研究中发现,沟叶结缕草干枝条组织的水浸提取物对萝卜(*Raphanus sativus*)、牛筋草等有很强的抑制作用,且干枝条水浸提取物比鲜枝条水浸提取物的抑制效果更强。Habib S A等^[25]报道了狗牙根(*Cynodon dactylon*)释放的化感物质7-羟-6-甲氧香豆素和阿魏素对紫花苜蓿(*Medicago sativa*)和菟丝子(*Cuscuta chinensis*)的生长有抑制作用。朱旺生等^[26]的研究表明白,三叶和高羊茅存在较强的化感作用,它们释放的酚类物质能显著抑制萝卜幼苗细胞的生长。白雪芳等^[27]发现高羊茅分泌的化感物质影响油菜(*Brassica campestris*)、红三叶的生长;白三叶的浸提液抑制黑麦草和黄花茅(*Anthoxanthum odoratum*)的生长。

许多外来入侵杂草凭借化感作用、较强的适应性和繁殖力抑制草坪草的生长。如果将生长低矮、观赏性好的杂草在特定环境条件下种植和管理,也可以变成抗杂草的草坪草或地被植物,如地毯草、红花醋浆草、白三叶、空心莲子草等。事实上,地毯草、白三叶已被广泛用作草坪草。曾任森等^[22]调查发现,蟋蟀菊的群落中杂草很少,这种植物种植后分泌出的化感物质能很快地抑制其他杂草生长。

在草坪混播时也应考虑草种间有害的化感作用,所以在建植混播草坪时应避开有相克性的草坪草种混播,以便更好的发挥混播的优越性。

3.3 培育非自毒甚至有促进作用的草坪新品种

有些草坪虽然没有或很少有其他杂草侵入,但也会出现枯黄甚至枯死的现象,这除了和缺水、缺肥等环境条件或管理措施不当有关外,也有可能是化感作用中的自毒作用造成的。目前,这方面的研究还很少,牧草中则相对较多。已有研究表明^[1,28,29],红三叶、苜蓿等牧草释放的化感物质具有毒害自身生长的作用。在生产实践中,这两种牧草的生长年限不宜过长,否则会降低其产草量,应该考虑适宜的轮作制度。

另外,一些植物的化感特性有品种和遗传的差异^[30]。同一种草,在牧草中具有化感作用,在草坪草中是否具有化感作用还值得去研究。牛鞭草(*Hemarthria altissima*)的根际分泌物大都是苯酚类有机物,这些有机物在土壤中不断积累,抑制豆科牧草的生长^[31,32]。据杨桦^[33]报道,牛鞭草也可作为草坪草使用,扁穗牛鞭草(*H. compressa*)为贵州表现最好的18种草坪植物之一,但是否能抑制草坪杂草还未报道。

如果能弄清楚哪些草坪草对哪些杂草有化感作用,哪些有化感作用的草坪草又具有自毒作用,那么在建植草坪时就可以选择对当地杂草有抑制作用且适合某种草坪用途的草种,尽量不选择有自毒作用的草种,防止在较短的时间内频繁更换草坪。如能发现对自身有益而对其他杂草有抑制作用的草坪草,那么草坪的管理和维护就变的迎刃而解。所以,在以后的研究中,培育非自毒甚至有促进作用的草坪新品种是一项非常有意义的课题。

3.4 创造适宜草坪草生长的环境

化感作用在不同的环境条件下发挥的作用不同。一般说来,在逆境胁迫时,具有化感作用的植物分泌的化感物质数量增加,活性加强^[34,35]。同时,受体植物在逆境中自身生长发育受到抑制,更易受化感物质的影响;在适宜的环境中,受体植物对化感物质的耐受性较强或化感物质的作用强度削弱。

一些研究认为不同水平的干扰会导致不同环境因子如光、水分、土壤营养等的变化,而环境的变化影响了入侵种的生长,提高或降低了它的竞争力,从而对本地植物产生不同程度的危害^[36]。因此在某种草坪草生长不太适宜的地方,要保证草坪正常生长,必须认真制定施肥、施用农药和其他维护草坪的措施和方案,避免大面积的杂草侵蚀。相反,特别适宜草坪生长的地方则很少有杂草的侵蚀。草坪杂草发生还与草坪建植年限、草坪管理水平等有直接关系,一般建植时间越长,管理水平越差,杂草生长越多,对草坪危害也越大。

外来杂草入侵草坪后造成严重破坏,已引起人们的极大关注。但是,目前还没有找到能彻底控制入侵杂草的方法。因此,研究草坪中外来入侵杂草的作用机理及其危害发生、发展和爆发的规律,将有利于对入侵杂草的控制,防止其蔓延造成草坪更换带来的巨大损失。化感作用今后的研究趋势应是测定和定位与化感作用有关的基因。当植物中的化感基因被确定时,

就可通过转基因技术将其导入目标品种,从而培育出具有抗杂草和相关优良性状的新品种。

参考文献:

- [1] Rice E L. Allelopathy [M]. New York: Academic Press, 1984:1-50.
- [2] 王大力. 水稻化感作用的研究综述[J]. 生态学报, 1998, 18(3):326-335.
- [3] 王大力. 豚草属植物化感作用研究综述[J]. 生态学杂志, 1995, 14(4):48-53.
- [4] 柴强, 黄高宝. 植物化感作用的机理、影响因素及应用潜力[J]. 西北植物学报, 2003, 23(3):509-515.
- [5] 赵凤云, 毕红卫, 王元秀. 植物生化他感作用及其在生产实践中的应用[J]. 淄博学院学报, 2000, 2(1):82-85.
- [6] 黎华寿, 黄京华, 张修玉, 等. 香茅天然挥发物的化感作用及其化学成分分析[J]. 应用生态学报, 2005, 16(4):763-767.
- [7] 韩路, 王海珍, 曹新川. 植物化感作用及其在农业生产中的应用[J]. 新疆环境保护, 2000, 22(2):88-92.
- [8] Einhellig F A. Interactions involving allelopathy in cropping systems[J]. Agronomy Journal, 1996, 88:886-893.
- [9] 林群慧, 何华勤, 林文雄. 水稻化感物质作用特性的研究[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(1):84-85.
- [10] 孔垂华, 徐涛, 胡飞. 胜红蓟化感物质之间相互作用的研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(5):403-408.
- [11] 邵华, 彭少麟, 张弛, 等. 薇甘菊的化感作用研究[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5):62-65.
- [12] 薛勇. 杂草化感作用在自然界中的作用[J]. 吉林农业, 2000(12):22-23.
- [13] 李绍文. 高等植物之间的生化关系[J]. 生态学杂志, 1989, 8(1):66-70.
- [14] 强胜, 曹学章. 外来杂草在我国危害性及其管理对策[J]. 生物多样性, 2001, 9(2):188-195.
- [15] 余传隆. 中药辞海(第一卷)[M]. 北京:中国医药科技出版社, 1993:232.
- [16] 李振宇, 解炎. 中国外来入侵种[M]. 北京:中国林业出版社, 2002.
- [17] 刘伟, 侯任昭, 叶蕙, 等. 五爪金龙的化感作用[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(1):119-122.
- [18] 刘爱荣, 张远兵, 张雪梅. 空心莲子草水浸液对黑麦草和高羊茅种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2007, 16(5):96-101.
- [19] 余柳青, Fujii Y, 周勇军, 等. 外来入侵杂草空心莲子草与本土杂草莲子的化感作用潜力比较[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(1):84-89.
- [20] 王真辉, 安锋, 陈秋波. 外来入侵杂草—假臭草[J]. 热带农业科学, 2006, 26(6):33-37.
- [21] 杨少华, 杨剑, 涂炳坤. 草坪外来入侵种杂草化的研究进展[J]. 草地学报, 2008, 25(6):103-111.
- [22] 曾任森, 林象联, 骆世明, 等. 螞蛄菊的生化他感作用及生化他感作用物的分离鉴定[J]. 生态学报, 1996, 16(1):20-27.
- [23] 王大力, 祝心如. 豚草的化感作用研究[J]. 生态学报, 1996, 16(1):11-19.
- [24] Charumun R, 竹内安智, 米山耕一, 等. 沟叶结缕草他感潜能的研究[J]. 草业研究, 1997(10):25-33.
- [25] Habib S A, Rahman A A A. Evaluation of some weed extracts against field dodder on alfalfa (*Medicago sativa*) [J]. Journal of Chemical Ecology, 1988, 14(2):443-452.
- [26] 朱旺生, 沈益新. 白三叶和高羊茅不同品种对萝卜幼苗的化感作用[J]. 南京农业大学学报, 2004, 27(1):28-31.
- [27] 白雪芳, 张宝琛. 植物化学生态学中的克生作用在草业上的表现[J]. 草业学报, 1995, 12(1):70-72.
- [28] Singh H P, Batish D R, Kohli R K. Autotoxicity: concept, organisms, and ecological significance[J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 1999, 18:757-772.
- [29] Miller R W, Kleiman R, Powell R G, et al. Germination and growth inhibitors of alfalfa [J]. Journal of Natural Products, 1988, 51(2):328-330.
- [30] Xuan T D, Tsuzuki E. Varietal difference in allelopathic potential of alfalfa (*Medicago sativa* L.) [J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2002, 188:2-7.
- [31] Tang C S, Young C C. Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root system of Biganlta limpograss (*H. altissima*) [J]. Plant Physiology, 1982, 69(1):155-160.
- [32] Young C C, Bartholomew D P. Allelopathy in a grass-legume association. I. Effects of *H. altissima* (Poir.) stapf. and Hubb. root residues on the growth of *Desmodium intortum* (Mill.) urb. and *H. altissima* in a tropical soil [J]. Crop Science, 1981, 21(5):770-774.
- [33] 杨桦. 贵州草坪建植的主要草种[J]. 四川草原, 1996(1):29-32.
- [34] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 北京:科学出版社, 1998:714-715.

- [10] 杨静. 观赏草在园林中的应用[J]. 遵义科技, 2004(3): 49—50.

A Review: ornamental characteristic and maintain technique of ornamental grasses

ZHAO Tian-rong, CAI Jian-gang, SHI Yong-tai, NI Jian-gang

(Ningbo Academy of Agricultural Sciences, Ningbo 315040, China)

Abstract: Ornamental grass is wide use in China nowadays. Ornamental characteristic, growth period, planting and transplantation, fertilization and water management, pests control and application of ornamental grasses were reviewed in the paper.

Key words: ornamental grasses; ornamental characteristic; maintain technique

(上接 76 页)

- [35] Inderjit S. soil; environment effects on allelochemical activity [J]. *Agronomy Journal*, 2001, 93: 79—84.

Mooney H A, Castri F D, *et al.* Biological invasion: a global perspective. New York: John Wiley and Sons, 1989, 155—179.

- [36] Mack R N. Temperate grasslands vulnerable to plant invasion; characteristics and consequences [C] // Drake J A,

Allelopathy and utilization of alien invasive weeds in turf

DONG Zhao-xia, ZHANG Ju-ming, XIE Xin-ming

(College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Mechanism of allelopathy and its harmful effects on turf, as well as types and integrated function of allelochemicals were summarized. Moreover, some suggestion, such as allelopathy material could be used to control weed, breeding new turfgrass varieties of controlling weed, was put forward.

Key words: turf; weeds; allelopathy

Research progress of locoweed in Tibet

WANG Bao-hai¹, CIREN Duo-ji¹, WANG Jing-long¹, ZHAO Bao-yu²,
ZHA Luo¹, XIU Hua¹

(1. *Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences Lasa 850009, China;*

2. *College of Animal Sciences and Technology, Northwest Sci-Tec University of
Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)*

Abstract: Locoweed is serious harmful to animal husbandry of grassland. And it is extending continuously and has formed dominant species gradually in some areas and caused retrogressive succession in Tibet. There are 22 species locoweed in Tibet. The paper summarized the classification, distribution, harm, control and utilization of locoweed in Tibet by analyzing literature and field survey.

Key words: Tibet; locoweed; control and utilization

草原与草坪

CAOYUAN YU CAOPING

原名《国外畜牧学——草原与牧草》

双月刊 1981年3月创刊

2009年第4期(总第135期)

08月20日出版 公开发行

主办单位 中国草学会 甘肃农业大学

主管单位 甘肃省教育厅

名誉主编 任继周

主编 胡自治

副主编 孙吉雄 张德罡 周爱琴(常务)

毕玉芬 丁连生

编辑出版 《草原与草坪》编辑部

地址:甘肃省兰州市安宁区迎门村1号

邮编:730070

电话:(0931)7631885

E-mail: cyyep@gsau.edu.cn;

caoyuanyucaoping@yahoo.com.cn

印刷装订 甘肃地质印刷厂

国内总发行 兰州市邮政局

订阅处 全国各地邮电局(所)

GRASSLAND AND TURF

Former name 《ABROAD ANIMAL HUSBANDRY—

GRASSLAND AND FORAGE》

Started in 1981 (Bimonthly)

No. 4 (Sum No. 135) 2009

Published on Aug. 20, 2009 Open issue

Sponsored by Chinese Grassland Society

Gansu Agricultural University

Authorized by Education Department of Gansu Province

Honorary Chief Editor REN Ji-zhou

Chief Editor HU Zi-zhi

Deputy Chief Editors SUN Ji-xiong ZHANG De-gang

ZHOU Ai-qin BI Yu-fen

DING Lian-sheng

Edited and Published by Editorial Board of Grassland and Turf

Address 1, Yingmencun, Anning District, Lanzhou, Gansu

Post Code: 730070 Tel: (0931)7631885

E-mail cyyep@gsau.edu.cn; caoyuanyucaoping@yahoo.com.cn

ISSN 1009-5500
CN 62-1156/S

邮发代号:54-13

广告经营许可证号:6201054000006

国内定价:6.00元 全年36.00元

3.以通讯作者发表本专业论文情况

3.1 添加菜籽壳对甜玉米秸秆青贮品质的影响

饲料研究

FEED RESEARCH

2022.01 月下

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊
第45卷/半月刊(第02期 总第536期)

主管单位: 北京市科学技术研究院 | 主办单位: 北京市营养源研究所 | 国内统一连续出版物号: CN 11-2114/5 | 国际标准连续出版物号: ISSN 1002-2813

·广告·

菲迪科技

菲迪集团

菲迪精油国际领先品牌

净力安 每一克，只为优质生活

专注植物精油十六年

每册定价: 20.00 元

9 775002 281223

QR CODE

饲料研究 FEED RESEARCH SINCE 1978

全国中文核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE中国核心学术期刊(A)
中国农林核心期刊
中国期刊方阵双效期刊
北京市优秀科技期刊
全国畜牧兽医优秀期刊
国家火炬计划项目期刊
——中国学术期刊综合评价数据库来源期刊
国家火炬计划项目国家重点新产品
——《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊
农家书屋重点79种期刊推荐目录

主管单位：北京市科学技术研究院

主办单位：北京市营养源研究所

编辑出版：饲料研究杂志社编辑部

广告代理：沈阳根谷文化传播有限公司
沈阳慧智城传媒有限公司

社长：李寰旭

主编：林勇

副主编：崔亚娟

常务副主编：徐宏南

编辑部主任：吕婧儒

责任编辑：姜文代畅

新媒体运营：陈静鸣

地址：北京市右安门外东滨河路4号(100069)

电话：010-8639 9469

传真：010-8352 8034-609

网上投稿：<http://slyj.cbpt.cnki.net>

联系邮箱：siliaoyanjiu@qq.com



饲料研究 微信公众号



根谷传媒 微信公众号



2022年1月下第45卷第02期
(总第536期)
1978年创刊
半月刊

国际标准连续出版物号：ISSN 1002-2813

国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S

广告许可：京丰市监广登字20200006号

发行范围：国内外发行

国内发行：中国邮政集团公司北京市报刊发行局

订 阅：全国各地邮局

邮发代号：2-216

国外发行：中国国际图书贸易总公司(北京399信箱)

国外代号：4710M

每期定价：20.00元

印 刷：沈阳市昌达印刷有限公司

出版日期：2022年1月28日

《饲料研究》杂志 编辑顾问委员会

| | | | | | | | |
|-------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主任委员 | 闵于明 | | | | | | |
| 副主任委员 | 谯仕彦 姚浪群 | | | | | | |
| 顾问 | 冯定远 | 李德发 | 李胜利 | 林海 | 刘建新 | 秦应和 | |
| | 单安山 | 王恬 | 王文杰 | 王宗礼 | | | |
| 编委会 | 艾晓杰 | 白云峰 | 曹谨玲 | 曹俊明 | 曹授俊 | 陈宝江 | |
| | 邓红雨 | 刁其玉 | 范志勇 | 谷子林 | 郭艳丽 | 胡忠泽 | |
| | 黄瑞林 | 黎观红 | 李振田 | 刘观忠 | 刘金海 | 刘金松 | |
| | 刘来亭 | 刘雪兰 | 马秋刚 | 马现永 | 马永喜 | 钱利纯 | |
| | 任泽林 | 盛清凯 | 史彬林 | 孙会 | 孙云章 | 谭青松 | |
| | 屠焰 | 王聪 | 王建华 | 王秋荣 | 王卫国 | 王友明 | |
| | 武书庚 | 熊本海 | 徐俊宝 | 闫素梅 | 杨志刚 | 杨智明 | |
| | 游金明 | 于维 | 余东游 | 袁建敏 | 张雷 | 张乃峰 | |
| | 张淑芬 | 赵国先 | 邹彩霞 | | | | |

广告索引

封面 北京菲迪饲料科技有限责任公司

封底 杭州康德权饲料有限公司

版权声明

本刊已许可《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文，并与该社达成网络首发合作出版协议。本刊稿酬中含有该社著作权相关使用费及网络电子版本、出版刊物等的稿酬，不再另行支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意本刊上述声明。如作者不同意，请在来稿时声明，本刊将做适当处理。特此声明。

目次 CONTENTS

2022年1月下 第 02期 总536期

反刍动物营养

- 1 不同粗饲料来源对荷斯坦公犊生长性能、血清生化指标及营养物质表观消化率的影响
..... 张堃菲 林波 周芳芳 邓辉 陈少梅 宣泽义 汪燕玲 曹艳红
- 6 药食同源中草药复方对山羊生长性能、血清生化指标和免疫机能的影响
..... 王国贵 李蓉 谭德俊 陈潇飞 谢俊辉 马进 朱云芬
- 13 黄芪多糖、枸杞多糖、甘草次酸对滩羊生长性能、血清免疫指标影响的研究
..... 赵正伟 刘凤凤 王锦 马丽娜 马青 王晓薇

猪营养

- 17 复合植物提取物对断奶仔猪生长性能和血清指标的影响
..... 刘胜敏 王定发 王兰 周汉林 周璐丽
- 22 不同梯度发酵豆粕对育肥猪生长性能、胴体性状及肉品质的影响
..... 关红民 王佳 贺军 郑万来 张垒 张洁慧 魏瑞
- 27 复方中草药添加剂对断奶仔猪生长性能、营养物质表观消化率及免疫指标的影响
..... 陈艳新 李志伟

禽营养

- 30 发酵饲料对蛋鸡生产性能、蛋品质、输卵管壁厚及卵泡分级的影响
..... 张弛 严明 杨海明 正旭城 单昊书 万晓莉
- 34 葡萄糖氧化酶与乳酸菌联合应用对肉鸡肠道形态及微生物菌群的影响
..... 高晶萍 李龙飞 孙嘉宁 李献华 王志悦 徐明举 利凯 徐彤
- 40 复合微生态制剂对蛋鸡产蛋性能、蛋品质、血清生化指标和肠道形态的影响
..... 张伟 左方瑞 邱权 张成杰 王启军 周樱
- 46 非淀粉多糖酶对广西三黄鸡生长性能、养分表观消化率及肠道健康的影响
..... 周俊华 张兴 卢丽枝 夏中生 黄丽霞 罗鲜青 梁琪妹 何仁春
- 51 发酵亚麻籽饼对肉鸡生长性能、免疫及抗氧化功能的影响
..... 李海华 康艳梅 张欣 张银芝

水生动物营养

- 57 三味中药水煎液单用及联用对鲫鱼免疫保护作用的研究
..... 刘俊彤 郭雅萌 袁中华 张建 单晓枫

非经济动物营养

- 62 不同能蛋比对赛马运动性能及血浆生化指标的影响
..... 李春意

试验研究

- 65 姬松茸多糖-嗜酸乳杆菌合生元微胶囊的研制
..... 李芮芃 洪亮 秦顺义 马吉飞
- 70 犬类诱食剂中酶解反应与美拉德反应最佳条件优化研究
..... 李佳怡 赵翠莉 黄佑倩 李扬 黄妮 杨华
- 75 枯草芽孢杆菌固态发酵花生粕的条件优化
..... 王芬 赵腊梅

- 79 一株贝莱斯芽孢杆菌的分离鉴定及其生物学特性研究
任津莹 陈鹏

营养研究

- 83 添加菜籽壳对甜玉米秸秆青贮品质的影响
唐如雪 田蓉 年雪妍 董朝霞
- 88 应用CNCPS 和NRC 模型比较辽宁省不同奶牛场全株玉米青贮的营养价值
孟令楠 冀红芹 孙亚波 杨荣芳 曲强 温萍 于明 贾富勃
- 94 青贮时间对巨型稻秸秆青贮发酵感官评分与营养品质的影响
田丹 王鑫 刘洋 魏仲珊 魏仲龙 周综纺 吕拓 林谦
- 97 氨基酸在紫花苜蓿干草品质评定中的作用
郝百贺 郝俊峰 贾玉山 格根图 王志军 高远 赵牧其尔 孙林
- 102 黄土高原西部丘陵区饲用燕麦生产性能和品质
陈彩锦 曾燕霞 师尚礼 张尚沛 吴娟 撒金东 尚继红 沙晓弟

问题探讨

- 107 基于改进Z-SCORE 模型饲料上市公司的财务风险预警研究
雷艳丽 洪丽君 胡晓峰

综述

- 112 中链脂肪酸调控猪禽生理代谢和健康的研究进展
王浦卉 朱婷 甄文瑞 郭芳中 胡泽琼 刘琳 王忠
- 119 反刍动物瘤胃酸中毒研究进展
蒋洁 蒋菱玉 卢绪秀 庄绪钦 杨燕 王振南 吕慎金
- 123 冷、热应激对水禽的影响及营养调控研究进展
卢倩 正旭城 梁雅茜 胥蕾
- 127 植物多酚的解毒作用及其在动物生产中的应用
彭凯 罗春彦 黄文 王国霞 陈冰
- 131 蒸汽压片玉米对反刍动物瘤胃内环境及生产性能影响的研究进展
刘萍 张发强 李清 陈涛 赵敏霖 申晓静 梅国栋 毛华明
- 136 反刍动物围产期能量负平衡的调控研究进展
吴怡 敖日格乐 王纯洁 斯木吉德
- 141 万寿菊的生物活性及其在动物生产中的应用研究
徐兰程 杨胜坤 王陈琴 潘俊伶 陆春球 韦义丹 辛桂瑜 邓旭
- 145 中草药添加剂在畜禽生产中的应用
黄元元 王森 杜立红 张梦宇 陈艳平 付冠华
- 150 影响瘤胃微生物区系的因素及其调控措施研究进展
高富璘
- 154 农作物秸秆的生物发酵研究进展
杜红
- 158 酒糟发酵生物饲料的生产及其对动物生产性能的影响
彭昱雯 吴冬梅

FEED RESEARCH

Vol.45, No.02 2022

MAIN CONTENTS

- 1 Effect of different roughage sources on growth performance, serum biochemical indexes and nutrient apparent digestibility of Holstein calves
..... ZHANG Long-fei LIN Bo ZHOU Fang-fang DENG Hui CHEN Shao-mei XUAN Ze-yi WANG Yan-ling CAO Yan-hong
- 6 Effect of medicinal edible Chinese herbs on growth performance, serum biochemical indexes and immune function of goats
..... WANG Guo-gui LI Rong TAN De-jun CHEN Xiao-fei XIE Jun-hui MA Jin ZHU Yun-fen
- 17 Effect of composite plant extracts on growth performance and serum indexes of weaned piglets
..... LIU Sheng-min WANG Ding-fa WANG Lan ZHOU Han-lin ZHOU Lu-li
- 22 Effect of different gradient fermented soybean meal on growth performance, carcass trait and meat quality of finishing pigs
..... GUAN Hong-min WANG Jia HE Jun ZHENG Wan-lai ZHANG Xi ZHANG Jie-hui WEI Rui
- 30 Effect of fermented feed on production performance, egg quality, tubal wall thickness and follicular grading of laying hens
..... ZHANG Chi YAN Ming YANG Hai-ming ZHENG Xu-cheng SHAN Hao-shu WAN Xiao-li
- 34 Effect of glucose oxidase combined with *Lactobacillus* on intestinal morphology and microbial flora of broilers
..... GAO Jing-ping LI Long-fei SUN Jia-ning LI Xian-hua WANG Zhi-yue XU Ming-ju LI Kai XU Tong
- 40 Effect of compound probiotics on laying performance, egg quality, serum parameters and intestinal morphology of laying hens
..... ZHANG Wei ZUO Fang-rui QIU Quan ZHANG Cheng-jie WANG Qi-jun ZHOU Ying
- 57 Study on immune protective effect of three Chinese medicine decoction alone and in combination on crucian carp
..... LIU Jun-tong GUO Ya-meng YUAN Zhong-hua ZHANG Jian SHAN Xiao-feng
- 65 Preparation of *Agaricus blazei* polysaccharide *Lactobacillus acidophilus* synbiotic microcapsule
..... LI Rui-peng HONG Liang QIN Shun-yi MA Ji-fei
- 70 Optimization of optimal condition of enzymatic hydrolysis and maillard reaction in canine attractant
..... LI Jia-yi ZHAO Cui-li HUANG You-qian LI Yang HUANG Ni YANG Hua
- 83 Effect of rapeseed shell addition on fermentation quality of sweet corn straw silage
..... TANG Ru-xue TIAN Rong NIAN Xue-yan DONG Zhao-xia
- 88 Comparison of nutrition values of whole-plant silage in different dairy farms in Liaoning using CNCPS and NRC models
..... MENG Ling-nan JI Hong-qin SUN Ya-bo YANG Rong-fang QU Qiang WEN Ping YU Ming JIA Fu-bo
- 94 Effects of silage time on sensory score and quality of giant rice straw silage fermentation
..... TIAN Dan WANG Xin LIU Yang WEI Zhong-shan WEI Zhong-long ZHOU Zong-fang LU Tuo LIN Qian
- 97 Effect of amino acids on quality evaluation of alfalfa hay
..... HAO Bai-he HAO Jun-feng JIA Yu-shan Ge Gen-tu WANG Zhi-jun GAO Yuan ZHAO Mu-qi-er SUN Lin
- 107 Research on financial risk early warning of feed listed companies based on improved Z-SCORE model
..... LEI Yan-li HONG Li-jun HU Xiao-feng
- 112 Research progress on modulation of medium-chain fatty acids on physiological metabolism and health of pigs and poultry
..... WANG Pu-hui ZHU Ting ZHEN Wen-rui GUO Fang-shen HU Ze-qiong LIU Lin WANG Zhong
- 119 Research progress of ruminant acidosis in ruminants
..... JIANG Jie JIANG Ling-yu LU Xu-xiu ZHUANG Xu-qin YANG Yan WANG Zhen-nan LU Shen-jin
- 123 Research progress on effect of cold and heat stress on waterfowl and nutritional regulation
..... LU Qian ZHENG Xu-cheng LIANG Ya-qian XU Lei
- 127 Detoxification of plant polyphenols and their application in animal production
..... PENG Kai LUO Chun-yan HUANG Wen WANG Guo-xia CHEN Bing
- 131 Research progress on effect of steam-flaked corn on rumen internal environment and production performance of ruminants
..... LIU Ping ZHANG Fa-qiang LI Qing CHEN Tao ZHAO Min-lin SHEN Xiao-jing MEI Guo-dong MAO Hua-ming
- 136 Research progress on regulation of negative energy balance in ruminants during perinatal period
..... WU Yi AO Ri-gele WANG Chun-jie SI Mujide
- 141 Biological activity of *Tagetes erecta* L. and its application in animal production
..... XU Lan-cheng YANG Sheng-kun WANG Chen-qin PAN Jun-ling LU Chun-qiu WEI Yi-dan XIN Gui-yu DENG Xu

添加菜籽壳对甜玉米秸秆青贮品质的影响

唐如雪 田蓉 年雪妍 董朝霞*

(华南农业大学林学与风景园林学院, 广东 广州 510642)

摘要: 试验旨在探究添加菜籽壳后对甜玉米秸秆青贮发酵品质的影响。甜玉米秸秆青贮时分别添加0 (对照组)、5%、10%和20%的菜籽壳, 每个混合比例分为植物乳杆菌添加组和不添加组。青贮45 d, 测定甜玉米秸秆的化学成分和发酵品质。结果显示, 与对照组相比, 添加5%菜籽壳的甜玉米秸秆青贮的干物质含量和乳酸菌数量显著提高 ($P<0.05$), 丁酸、氨态氮含量和好氧细菌数量显著降低 ($P<0.05$), 且不受植物乳杆菌影响。各处理间甜玉米秸秆青贮的干物质、粗蛋白、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均差异显著 ($P<0.05$)。综合V-Score评分, 所有处理评分均在80分以上, 达到良好水平。研究表明, 添加菜籽壳能够提高甜玉米秸秆的青贮品质, 添加5%菜籽壳效果最好。

关键词: 甜玉米秸秆; 菜籽壳; 混合青贮; 发酵品质

中图分类号: S 816

文献标识码: A

文章编号: 1002-2813 (2022) 02-0083-05

Doi: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2022.02.018

Effect of rapeseed shell addition on fermentation quality of sweet corn straw silage

TANG Ru-xue TIAN Rong NIAN Xue-yan DONG Zhao-xia

Abstract: The experiment was to explore the effect of rapeseed shell addition on fermentation quality of sweet corn straw silage. Adding 0 (control), 5%, 10% and 20% of rape seed shell in sweet corn straw silage, respectively, each mixture ratio was divided into plant *Lactobacillus* add and didn't add group. The chemical composition and fermentation quality of sweet corn straw were determined after ensiling for 45 d. The results showed that compared with control group, adding 5% rapeseed shell could significantly increased the dry matter content and the number of lactic acid bacteria ($P<0.05$), significantly reduced the butyric acid content, ammonia nitrogen content and the number of aerobic bacteria ($P<0.05$), which was not affected by *Lactobacillus plantarum*. The content of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber were significantly different among treatments ($P<0.05$). Comprehensive V-Score scores, all treatment scores were above 80, reaching a good level. The experiment indicates that the addition of rapeseed husks can improve the silage quality of sweet corn stalks, the treatment with the best addition effect is 5%.

Key words: sweet corn stalk; rapeseed shell; mixed silage; fermentation quality

甜玉米又称蔬菜玉米, 富含碳水化合物、多种蛋白质和氨基酸, 具有较高营养及食用价值^[1-2]。我国甜玉米种植面积超过30万 hm^2 ^[3]。广东省甜玉米生产、消费、加工和贸易一直处于中国领先地位^[4], 甜玉米产量巨大, 秸秆资源丰富。Heckman等^[5]和Zhou等^[6]研究发现, 甜玉米在乳熟期收获后, 其秸秆可应用于青贮饲料的调制, 可作为优质饲料资源被牛、羊等反刍动物利用。青贮饲料的制作对原料水分要求较严格, 通常为65%~75%, 但一般甜玉米秸秆在收获时水分含量高于85%。直接青贮会导致渗出液多、养分损失大、易腐败^[7-8]。广东省是雨热同期、四季常青的地区, 以晾晒的方式难以降低

水分。

菜籽壳是菜籽油加工副产物, 其产量随菜籽油产量的升高而逐年增加^[9]。菜籽壳的纤维含量过高, 直接饲喂会降低饲料消化率, 在动物饲料中使用有限^[10-12]。但菜籽壳的干物质含量高, 作为吸水材料加入甜玉米秸秆中进行青贮, 可降低甜玉米秸秆的水分, 使其达到青贮过程要求的水分范围。因此, 本研究将甜玉米秸秆和菜籽壳混合青贮, 通过调节菜籽壳添加比例达到调控水分的目的, 探究添加同型乳酸菌对其青贮品质的影响, 期为甜玉米秸秆青贮和菜籽壳利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

甜玉米秸秆于2020年11月15日在华南农业大学增城基地收割; 菜籽壳购自市场; 植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*) 为华南农业大学饲草加工实验室保存菌株。

第一作者: 唐如雪, 硕士, 研究方向为饲草加工贮藏。

通信作者: 董朝霞, 博士, 助理研究员, 硕士生导师。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (项目编号: 31672039)

收稿日期: 2021-09-30

1.2 试验处理

甜玉米秸秆切短至2~3 cm，混匀，取部分测定化学成分，将菜籽壳按照甜玉米秸秆鲜重的0（对照组）、5%、10%和20%添加，分别设置添加和未添加植物乳杆菌组，各组均设置3个重复。按10⁶ CFU/g鲜重（FM）加入植物乳杆菌，混匀，装入20 cm×30 cm的聚乙烯青贮袋，每袋200 g，以真空包装机抽真空密封，室温避光贮藏45 d。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 营养成分

采用70℃烘干法测定干物质（DM）含量^[13]；采用滤袋分析法测定粗纤维（CF）、中性洗涤纤维（NDF）和酸性洗涤纤维（ADF）含量^[14]；蒽酮-硫酸法测定可溶性碳水化合物（WSC）含量^[15]；采用凯氏定氮法测定粗蛋白（CP）含量，采用乙醚提取法测定粗脂肪（EE）含量；采用灼烧法测定粗灰分（Ash）含量^[16]。

1.3.2 微生物数量

乳酸菌和好氧细菌数量分别采用MRS琼脂培养基和营养琼脂培养基计数；酵母和霉菌数量采用孟加拉红（虎红）琼脂培养基计数。乳酸菌采用厌氧培养箱37℃培养2 d，好氧细菌在有氧条件下37℃培养2 d，酵母菌和霉菌在有氧条件下30℃培养2~3 d（LRH-系列生化培养箱，上海一恒科技有限公司）。

1.3.3 发酵品质

青贮开封后，混匀称取20 g于聚乙烯封口袋，加入80 mL蒸馏水，4℃浸泡16~18 h，过滤，FE28pH计测定提液pH值；苯酚-次氯酸钠比色法测定氨态氮（NH₃-N）含量；采用岛津LC-20AT型高效液相色谱仪测定有机酸含量^[17]。

青贮饲料评价体系采用V-Score评分法^[18]，以氨态氮/总氮值（AN/TN）和挥发性脂肪酸含量为指标评定优劣，满分100分。根据评分体系，将青贮饲料品质分为良好（>80分）、尚可（60~80分）和不良（<60分）3个级别。青贮饲料V-Score评分标准见表1。

表1 青贮饲料V-Score评分标准

| 氨态氮/总氮/% | | 乙酸+丙酸/(%FM) | | 丁酸/(%FM) | | V-Score |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|---|-----------------------|-------------------------------------|--|
| X _N | 计算式 | X _A | 计算式 | X _B | 计算式 | |
| X _N ≤5 | Y _N =50 | X _A ≤0.2 | Y _A =10 | 0≤X _B ≤0.5 | Y _B =40-80X _N | Y=Y _N +Y _A +Y _B |
| 5<X _N ≤10 | Y _N =60-2X _N | 0.2<X _A ≤1.5 | Y _A =(150-100X _A)/13 | X _B >0.5 | Y _B =0 | |
| 10<X _N ≤20 | Y _N =80-4X _N | X _A >1.5 | Y _A =0 | | | |
| X _N >20 | Y _N =0 | | | | | |

注：X_N为氨态氮与总氮比值，X_A为乙酸与丙酸含量之和，X_B为丁酸含量，Y_N为氨态氮与总氮得分，Y_A为乙酸与丙酸之和得分，Y_B为丁酸得分，Y为青贮饲料最终V-Score得分。

1.4 数据统计与分析

采用Excel 2019软件对数据进行整理，采用SPSS 19.0软件进行单因素方差分析，Duncan's法进行多重比较，采用双因素方差分析及主效应分析探究主要影响因素。结果以“平均值±标准差”表示，P<0.05表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 原料青贮前特性（见表2）

由表2可知，甜玉米秸秆干物质含量为22.74%FM；可溶性碳水化合物含量较高，为14.51%DM；而粗蛋白含量较低，只有9.71%DM。菜籽壳的干物质含量则高达88.40%，除粗脂肪外，其余指标均与甜玉米秸秆存在显著差异（P<0.05），可溶性碳水化合物与粗蛋白含量仅有1.81%DM和4.11%DM。甜玉米秸秆表面附着的好氧细菌数量高于乳酸菌、酵母菌和霉菌，酵母菌数量最少；菜籽壳表面微生物只有少量好氧细菌存在。因此，甜玉米秸秆中添加菜籽壳可达到调控水分的作用。

2.2 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮营养成分的影响（见表3）

表2 原料青贮前特性

| 项目 | 甜玉米秸秆 | 菜籽壳 | 显著性 |
|--------------------|------------|------------|-----|
| 干物质/%FM | 22.74±0.37 | 88.40±0.19 | * |
| 中性洗涤纤维/%DM | 62.80±0.64 | 81.68±0.18 | * |
| 酸性洗涤纤维/%DM | 34.57±0.35 | 59.02±0.15 | * |
| 可溶性碳水化合物/%DM | 14.51±0.82 | 1.81±0.03 | * |
| 粗脂肪/%DM | 2.06±1.56 | 2.40±0.78 | NS |
| 粗蛋白/%DM | 9.71±0.03 | 4.11±0.06 | * |
| 粗纤维/%DM | 48.15±0.96 | 67.18±1.77 | * |
| 粗灰分/%DM | 7.23±0.09 | 10.18±0.64 | * |
| 无氮浸出物/%DM | 33.34±0.31 | 15.61±1.99 | * |
| 乳酸菌/(lg CFU/g FM) | 3.80±0.14 | ND | * |
| 好氧细菌/(lg CFU/g FM) | 5.92±0.19 | 2.89±0.19 | * |
| 酵母菌/(lg CFU/g FM) | 1.94±0.34 | ND | * |
| 霉菌/(lg CFU/g FM) | 3.34±0.12 | ND | * |

注：*表示组间差异显著（P<0.05），**表示差异极显著（P<0.01），NS表示差异不显著（P>0.05），ND表示未检出；下表同。

表3 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮营养成分的影响

| 项目 | | 干物质/% | 粗蛋白/%DM | 中性洗涤纤维/%DM | 酸性洗涤纤维/%DM | 半纤维素/%DM |
|------|-------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|
| 不加菌组 | 0(对照) | 18.05 ± 0.09 ^d | 8.52 ± 0.19 ^a | 60.92 ± 0.49 ^d | 36.89 ± 1.00 ^d | 24.03 ± 0.63 |
| | 5 | 21.00 ± 0.59 ^c | 7.85 ± 0.22 ^b | 65.55 ± 1.26 ^c | 40.71 ± 1.07 ^c | 25.56 ± 0.79 |
| | 10 | 23.76 ± 0.44 ^b | 7.21 ± 0.08 ^d | 66.58 ± 0.79 ^b | 41.95 ± 0.33 ^b | 24.84 ± 0.87 |
| | 20 | 28.35 ± 1.18 ^a | 6.21 ± 0.14 ^f | 70.16 ± 0.57 ^a | 45.37 ± 0.55 ^a | 25.51 ± 1.43 |
| 加菌组 | 0(对照) | 17.41 ± 0.39 ^d | 8.55 ± 0.11 ^a | 62.42 ± 1.24 ^d | 36.86 ± 0.45 ^d | 24.63 ± 0.69 |
| | 5 | 20.17 ± 0.58 ^c | 7.58 ± 0.08 ^{bc} | 66.07 ± 1.39 ^c | 40.57 ± 0.25 ^c | 23.99 ± 0.54 |
| | 10 | 23.66 ± 0.43 ^b | 7.49 ± 0.37 ^{cd} | 66.68 ± 1.26 ^{bc} | 42.69 ± 0.73 ^b | 24.79 ± 0.99 |
| | 20 | 29.32 ± 1.12 ^a | 6.86 ± 0.16 ^e | 68.34 ± 1.74 ^{ab} | 44.63 ± 0.47 ^a | 23.71 ± 1.63 |
| 显著性 | 混合比例 | ** | ** | ** | ** | NS |
| | 添加乳杆菌 | NS | * | NS | NS | NS |
| | 交互 | NS | ** | NS | NS | NS |

注：同列数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，相同字母或无字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)；下表同。

由表3可知，混合比例以及两因素间的交互对粗蛋白含量影响达到极显著水平 ($P < 0.01$)，添加乳杆菌对粗蛋白含量影响达到显著水平 ($P < 0.05$)；混合比例对中性洗涤纤维及酸性洗涤纤维含量影响达到极显著水平 ($P < 0.01$)，添加乳杆菌及两因素间的交互则无显著影响 ($P > 0.05$)；半纤维素含量均不受混合比例及添加乳杆菌影响 ($P > 0.05$)。在两个因素中，混合比例是营养成分的主要影响因素。

与对照组相比，不加菌组和加菌试验组的粗蛋白含量均随着菜籽壳的添加量增加而显著降低 ($P < 0.05$)，干物质含量、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均随菜籽壳的添加量增加而显著增加 ($P < 0.05$)；各处理组的半纤维素含量差异不显著 ($P > 0.05$)，相同比例下添加乳杆菌差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮发酵品质的影响 (见表4、表5)

表4 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮发酵品质的影响

| 项目 | | pH值 | 乳酸/%DM | 乙酸/%DM | 丙酸/%DM | 丁酸/%DM | 氨态氮/%TN |
|------|-------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|
| 不加菌组 | 0(对照) | 3.64 ± 0.01 ^{de} | 5.09 ± 0.74 ^a | 0.40 ± 0.00 ^a | 0.05 ± 0.02 | 0.33 ± 0.01 ^a | 9.79 ± 1.10 ^a |
| | 5% | 3.74 ± 0.03 ^{cd} | 2.42 ± 1.28 ^b | 0.18 ± 0.13 ^b | ND | 0.05 ± 0.02 ^b | 4.14 ± 1.04 ^c |
| | 10% | 3.83 ± 0.15 ^{bcd} | 2.04 ± 1.15 ^b | 0.21 ± 0.11 ^b | ND | 0.03 ± 0.02 ^{bc} | 2.14 ± 0.63 ^{de} |
| | 20% | 4.07 ± 0.01 ^a | 0.97 ± 0.08 ^b | 0.11 ± 0.00 ^b | ND | 0.01 ± 0.01 ^{bc} | 1.33 ± 0.18 ^c |
| 加菌组 | 0(对照) | 3.50 ± 0.02 ^e | 2.65 ± 0.72 ^b | 0.17 ± 0.03 ^b | ND | ND | 6.72 ± 0.49 ^b |
| | 5% | 3.66 ± 0.14 ^{cde} | 1.87 ± 0.93 ^b | 0.16 ± 0.08 ^b | ND | 0.02 ± 0.02 ^{bc} | 3.04 ± 0.31 ^{cd} |
| | 10% | 3.86 ± 0.12 ^{abc} | 2.02 ± 1.38 ^b | 0.19 ± 0.13 ^b | ND | 0.03 ± 0.02 ^{bc} | 1.73 ± 0.39 ^{de} |
| | 20% | 4.04 ± 0.10 ^{ab} | 1.34 ± 0.45 ^b | 0.14 ± 0.05 ^b | ND | 0.01 ± 0.01 ^{bc} | 1.22 ± 0.16 ^c |
| 显著性 | 混合比例 | ** | * | ** | * | ** | ** |
| | 添加乳杆菌 | NS | NS | NS | NS | ** | ** |
| | 交互 | NS | NS | * | NS | ** | * |

由表4可知，混合比例对青贮饲料发酵等级各指标影响均达到显著水平 ($P < 0.05$)；添加乳杆菌对青贮饲料丁酸和氨态氮含量的影响达到极显著水平 ($P < 0.01$)；两个因素间的交互作用对不同处理的丁酸含量影响达到极显著水平 ($P < 0.01$)，对乙酸、氨态氮含量影响达到显著水平 ($P < 0.05$)，对其他指标无显著影响 ($P > 0.05$)。在混合比例与添加乳杆菌两个因素中，混合比例是影响混合青贮饲料发酵品质的主要因素。

随着菜籽壳添加比例的增加，pH值随之增加，但均

低于4.20；未添加乳杆菌对照的乳酸、乙酸、丁酸及氨态氮含量均为最高值，分别为5.09%DM、0.4%DM、0.33%DM和9.79%TN，经过处理后各数值均显著下降 ($P < 0.05$)。除未添加乳杆菌的对照外，其余各处理组均未检出丙酸，添加乳杆菌对照处理未检出丁酸。相同混合比例下，添加乳杆菌处理对大部分指标均差异不显著 ($P > 0.05$)。pH值随添加菜籽壳比例增加而显著提高 ($P < 0.05$)，氨态氮含量显著降低 ($P < 0.05$)。

由表5可知，所有处理评分均在80以上，达到良好

水平。对照与处理存在显著差异 ($P<0.05$), 处理间无显著差异 ($P>0.05$)。

表5 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮V-score的影响

| 项目 | V-score 评分 | 等级 | |
|------|------------|---------------------------|----|
| 不加菌组 | 0(对照) | 86.32 ± 3.78 ^c | 良好 |
| | 5% | 99.41 ± 0.40 ^a | 良好 |
| | 10% | 99.65 ± 0.25 ^a | 良好 |
| | 20% | 99.88 ± 0.17 ^a | 良好 |
| 加菌组 | 0(对照) | 95.57 ± 0.98 ^b | 良好 |
| | 5% | 99.82 ± 0.15 ^a | 良好 |
| | 10% | 99.31 ± 0.64 ^a | 良好 |
| | 20% | 99.87 ± 0.14 ^a | 良好 |
| 显著性 | 混合比例 | * | NS |
| | 添加乳杆菌 | * | NS |
| | 交互 | * | NS |

2.4 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮微生物数量的影响 (见表6)

由表6可知, 各处理间乳酸菌与好氧细菌数量存在较大差异, 均未检测到酵母及霉菌。20%菜籽壳乳杆菌处理的乳酸菌含量最高, 为5.82 lg CFU/g, 其次为20%菜籽壳处理及10%菜籽壳处理, 分别为4.83和4.05 lg CFU/g, 3个处理间差异不显著 ($P>0.05$), 但显著高于其他处理 ($P<0.05$)。20%菜籽壳处理的好氧细菌数量最多, 为5.78 lg CFU/g, 显著高于其他处理 ($P<0.05$); 5%菜籽壳处理的好氧细菌数量最少, 为3.87 lg CFU/g。

表6 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮微生物数量的影响 单位: lg CFU/g FM

| 项目 | 乳酸菌 | 好氧细菌 | 酵母 | 霉菌 | |
|------|-------|----------------------------|---------------------------|----|----|
| 不加菌组 | 0(对照) | 0.98 ± 0.20 ^c | 4.15 ± 0.04 ^{cd} | ND | ND |
| | 5% | 1.96 ± 0.22 ^{bc} | 3.87 ± 0.20 ^d | ND | ND |
| | 10% | 4.05 ± 0.23 ^{abc} | 4.65 ± 0.35 ^{bc} | ND | ND |
| | 20% | 4.83 ± 0.27 ^{ab} | 5.78 ± 0.32 ^a | ND | ND |
| 加菌组 | 0(对照) | 1.98 ± 0.23 ^{bc} | 4.07 ± 0.01 ^{cd} | ND | ND |
| | 5% | 2.11 ± 0.24 ^{bc} | 3.98 ± 0.27 ^{cd} | ND | ND |
| | 10% | 2.03 ± 0.31 ^{bc} | 5.05 ± 0.65 ^b | ND | ND |
| | 20% | 5.82 ± 0.15 ^a | 5.36 ± 0.59 ^{ab} | ND | ND |

3 讨论

3.1 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮营养成分的影响

青贮材料的水分是影响青贮饲料的重要因素^[19]。与普通玉米秸秆相比, 甜玉米秸秆的营养成分丰富^[20-21], 但在收获时往往水分含量较高。菜籽壳的水分含量低,

本研究在甜玉米秸秆中加入菜籽壳进行青贮, 随菜籽壳添加量的增加, 干物质含量显著上升, 说明添加菜籽壳可以达到吸水效果, 但也增加了中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量。制作青贮时是以鲜重为单位进行添加, 而两种材料的水分含量相差悬殊, 每个处理间菜籽壳的体积呈递进式增加, 显著影响了混合青贮饲料的纤维含量。杨宇为等^[22]研究发现, 纤维含量过高可以降低动物的消化率。因此, 添加适宜比例的水分和菜籽壳, 能够获得高质量的菜籽壳和甜玉米秸秆混合青贮^[23]。相同添加比例下, 是否添加乳酸菌添加对结果基本无显著影响。本试验中, 添加5%FM的菜籽壳可显著提高甜玉米秸秆青贮饲料的干物质含量; 与其他处理相比, 粗蛋白含量较高, 中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维较低, 综合效果较好。

3.2 不同比例菜籽壳对甜玉米秸秆青贮发酵品质的影响

青贮饲料的pH值低于4.2时, 可认定为优质饲料^[24]。本研究中, pH值随菜籽壳的增加而升高, 但所有处理均低于4.2, 可能与甜玉米秸秆本身青贮质量较优有关^[25]。添加20%FM菜籽壳的青贮饲料pH值最高, 乳酸含量最低, 且好氧细菌数量高于其他处理, 原因可能是菜籽壳添加过多, 可溶性碳水化合物含量下降, 低于50.0 g/kg DM不利于乳酸发酵, 造成pH值下降缓慢, 难以抑制有害微生物的生长造成青贮发酵品质的下降^[26]。

有机酸含量及其组成是评价青贮品质的重要指标^[27]。乳酸可以降低青贮发酵时的pH值, 也是微生物二次发酵的主要能源物质。因此, 适宜的乳酸含量是优质青贮饲料的基础。乙酸可以提高青贮饲料有氧稳定性, 乙酸含量通常与青贮原材料的DM含量成反比^[28]; 丁酸是梭状芽孢杆菌 (*Clostridium prazmowski*) 及其他腐败菌分解营养的代谢产物, 具有酸腐臭味, 丁酸含量过多可导致牲畜采食率下降, 降低适口性^[29]。甜玉米秸秆单独青贮时, 乳酸、乙酸、丁酸均为最高值, 尤其丁酸高达0.33%, 青贮品质较差, 可能是因为原料水分含量过高, 乳酸菌数量较好氧细菌少, 无法有效抑制不良微生物的发酵。经过与菜籽壳混贮以及接菌处理后, 丁酸含量显著降低, 青贮饲料品质明显提升。

氨态氮作为青贮饲料中粗蛋白被微生物分解程度的衡量指标, 氨态氮比总氮的值越低, 青贮饲料的蛋白降解越少^[30]。本试验中, 与对照组相比, 氨态氮含量随菜籽壳添加量的增加而降低; 添加5%FM菜籽壳, 氨态氮即可从9.79%TN降至4.14%TN, 表明5%FM菜籽壳能够有效抑制甜玉米秸秆青贮饲料中的蛋白降解。Teixeira等^[31]研究发现, 在高水分象草中添加棉籽粕能够改善青贮发酵品质, 减少蛋白损失, 但添加量需要超过7%FM。Jones等^[32]报道, 在高水分青贮料中添加稻草、干草、报纸等高纤维性物质难以提升青贮发酵品质, 容易显著降低营养价值。本研究中, 添加菜籽壳能够明显改善甜玉米秸秆青贮发酵品质, 表明菜籽壳具有做为优质青贮水

分吸附材料的潜力。

4 结论

添加菜籽壳能够增加甜玉米秸秆青贮的干物质含量,降低乙酸、丁酸及氨态氮含量,增加乳酸菌数量,减少好氧细菌数量,有效提高甜玉米秸秆青贮的品质。菜籽壳添加比例是影响营养成分和青贮发酵品质的主要因素;综合各指标及V-Score评分,添加量为5%FM效果最佳。

参考文献

- [1] 李昂,刘瑞涵,王俊英.中国甜玉米贸易结构分析[J].中国蔬菜,2020(11):17-22.
- [2] Singh I, Langyan S, Yadava P. Sweet corn and corn-based sweeteners[J]. Sugar Tech, 2014, 16(2): 144-149.
- [3] 李坤,黄长玲.我国甜玉米产业发展现状、问题与对策[J].中国糖料,2021,43(1):67-71.
- [4] 闫志广,吴段,付昊昊.广东省甜玉米常见病害的发生及抗病育种对策[J].中国种业,2016(8):24-25.
- [5] Heckman J R, Samulis R, Nitzsche P. Sweet corn crop nitrogen status evaluation by stalk testing[J]. Hortscience, 2002, 37(5): 783-786.
- [6] Zhou X, Ouyang Z, Zhang X, et al. Sweet corn stalk treated with *saccharomyces cerevisiae* alone or in combination with *Lactobacillus plantarum*: Nutritional composition, fermentation traits and aerobic stability[J]. Animals: An Open Access Journal from MDPI, 2019, 9: 598-612.
- [7] 江杨,贾汝敏,江汉青,等.南方地区高温高湿条件下甜玉米秸秆青贮饲料制作技术研究[J].当代畜牧,2017(24):31-33.
- [8] 王强,王超丽,师燕霞.影响青贮饲料品质的因素[J].石河子科技,2018(2):3-5.
- [9] 王永刚,李豪强,王妍霏,等.贸易争端背景下世界油料、植物油生产和贸易格局变动分析[J].中国油脂,2020,45(7):5-9.
- [10] Asad M, Brahim M, Ziegler-Devin I, et al. Chemical characterization of non-saccharidic and saccharidic components of rapeseed hulls and sunflower shells[J]. Bioresources, 2017, 12(2): 3143-3153.
- [11] Paula E M, Broderick G A, Danes M, et al. Effects of replacing soybean meal with canola meal or treated canola meal on ruminal digestion, omasal nutrient flow, and performance in lactating dairy cows[J]. Journal of Dairy Science, 2018, 101(1): 328-339.
- [12] 柳英,范朝杰,魏永国,等.用化学处理提高双低菜籽壳营养价值的研究[J].饲料工业,2005(11):36-38.
- [13] 苏祎.对烘干法水分分析原理的研究[J].中国计量,2009(12):67-70.
- [14] Van Soest P J, Robertson J B, Lewis B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition[J]. Journal of Dairy Science, 1991, 74(10): 3583-3597.
- [15] 赵大云,杨丽娥,赵仪华,等.苜蓿多糖提取及测定方法的比较[J].上海交通大学学报:农业科学版,2004(3):256-260,265.
- [16] 程建华,熊升伟,姜涛,等.灼烧恒质对饲料粗灰分测定的影响研究[J].粮食储藏,2009,38(1):43-47.
- [17] 许庆方,玉柱,韩建国,等.高效液相色谱法测定紫花苜蓿青贮中的有机酸[J].草原与草坪,2007(2):63-65,67.
- [18] Gehrlein W V, Gopinath B, Lagarias J C, et al. Optimal pairs of score vectors for positional scoring rules[J]. Applied Mathematics & Optimization, 1982, 8(1): 309-324.
- [19] 杜昭昌,王红,闫艳红,等.稻壳和麦麸对鲜玉米秸秆青贮品质的影响[J].草地学报,2021,29(7):1549-1554.
- [20] 吕竑建,邹璇,吴硕,等.添加辣木叶和香肠乳杆菌对玉米秸秆青贮品质的影响[J].草地学报,2021,29(6):1343-1349.
- [21] 陈鑫珠,庄益芬,张建国,等.水葫芦与甜玉米秸秆混合半干青贮的研究[J].草业科学,2011,28(8):1561-1566.
- [22] 杨宇为,马吉锋,于洋,等.不同处理对油菜秸秆-全株玉米混合青贮品质影响的研究[J].中国动物保健,2021,23(7):49-51.
- [23] 梁小玉,季杨,易军,等.混合比例和添加剂对菊苣与青贮玉米混合青贮品质的影响[J].草业学报,2018,27(2):173-181.
- [24] McDonald P, Henderson A R, Hersin S J E. The Biochemistry of silage [M]. UK: Chalcombe Publ, Marlow, 1991.
- [25] 崔卫东,董朝霞,张建国,等.不同收割时间对甜玉米秸秆的营养价值和青贮发酵品质的影响[J].草业学报,2011,20(6):208-213.
- [26] Muck R E, Nadeau E, Mcallister T A, et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives[J]. Journal of Dairy Science, 2018, 101(5):3980-4000.
- [27] 张养东,杨军香,王宗伟,等.青贮饲料理化品质评定研究进展[J].中国畜牧杂志,2016,52(12):37-42.
- [28] 冀红芹,孟令楠,于明,等.青贮饲料的质量评价[J].现代畜牧兽医,2021(6):92-96.
- [29] 王芬,赵腊梅.稻草与构树混合青贮对青贮营养成分和发酵品质的影响[J].饲料研究,2021,44(9):114-117.
- [30] 董宽虎,沈益新.饲草生产学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [31] Teixeira V P, Andrade T, Fábio, et al. Losses and nutritional value of elephant grass silage with inclusion levels of cottonseed meal[J]. Acta Scientiarum Animal Sciences, 2013, 35(2): 139-144.
- [32] Jones R, Jones D I H. The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1996, 64(3): 173-186.

· 广告 ·



优普丁® (禽用)

肠道健康保护

优普丁® (种鸡专用)

肠道+输卵管+雏鸡健康保护

三康丁® (蛋鸡专用)

肝脏+输卵管+肠道健康保护

康德权-包膜凝聚未来



FAMqs

FDA



康德权包膜饲料添加剂省级重点农业企业研究院

地址：杭州市余杭区仁和街道银杏路8号 电话：0571-86339999 传真：0571-86339111 网址：www.kdqfeed.com



国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S 邮发代号：2-216 定价：20.00元

3.2 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发的化感作用研究

饲料研究



FEED RESEARCH

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊
第47卷/半月刊(第22期 总第604期)

2024年11月下

主管单位：北京市科学技术研究院 | 主办单位：北京市蓝乔源研究所有限公司 | 国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S | 国际标准连续出版物号：ISSN 1002-2813

· 广告 ·



Huge Yeast

宏琪酵母

酵母及酵母深加工专业生产商

品质铸就未来

融泰（高核苷酸酵母水解物）
助力减抗 诱食促长

融硒（高品质酵母硒）
硒有品质 健康养殖

乳仔健（酵母代谢蛋白）
轻松断乳 健康促长

宏泰能（酵母定向代谢产物）
替抗新元素 效果挡不住

南通恒琪生物科技有限公司
NANTONG HUIQI BIO-TEC CO.,LTD.
地址：江苏省南通市启东高新区并月山慧西路

武汉宏琪生物科技有限公司
WUHAN HUIQI BIO-TEC CO.,LTD.
地址：湖北省武汉市汉阳大道48号武汉恒琪生物产业孵化园

电话：027-87383568 传真：027-87383568
网址：www.hugeyeast.com
Email: hugeyeast@163.com
商务联系：(Business contact) QQ:315664709

每册定价：28.00 元



全国中文核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE中国核心学术期刊(A)
中国农林核心期刊
中国期刊方阵双效期刊
北京市优秀科技期刊
全国畜牧兽医优秀期刊
国家火炬计划项目期刊
——中国学术期刊综合评价数据库来源期刊
国家火炬计划项目国家重点新产品
——《中国期刊网》《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊
农家书屋重点期刊推荐目录
科技期刊世界影响力指数报告(2023)来源期刊

主管单位：北京市科学技术研究院
主办单位：北京市营养源研究所有限公司
出版单位：饲料研究杂志社
广告代理：辽宁根谷智能科技服务有限公司
沈阳羲和文化出版咨询有限公司

社长：李寰旭
主编：林勇
副主编：崔亚娟
常务副主编：徐宏南
编辑部主任：姜文
责任编辑：代畅
新媒体运营：陈静鸣

地址：北京市右安门外东滨河路4号(100069)
电话：010-8639 9469
传真：010-8352 8034-609

网上投稿：<http://slyj.publish.founderss.cn/>
联系邮箱：siliaoyanjiu@qq.com



饲料研究 微信公众号



根谷智能 微信公众号



2024年11月下第47卷第22期
(总第604期)
1978年创刊
半月刊

国际标准连续出版物号：ISSN 1002-2813
国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S
广告许可：京丰市监广登字20200006号
发行范围：国内外发行
国内发行：中国邮政集团有限公司北京市报刊发行局
订 阅：全国各地邮局
邮发代号：2-216
国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司
(北京399信箱)
国外代号：4710S
每期定价：28.00元
印 刷：沈阳市昌达印刷有限公司
出版日期：2024年11月28日

《饲料研究》杂志 编辑顾问委员会

| | | | | | | | |
|-------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主任委员 | 闵于明 | | | | | | |
| 副主任委员 | 谯仕彦 姚浪群 | | | | | | |
| 顾问 | 冯定远 | 李德发 | 李胜利 | 林海 | 刘建新 | 秦应和 | |
| | 单安山 | 王恬 | 王文杰 | 王宗礼 | | | |
| 编委会 | 艾晓杰 | 白云峰 | 曹谨玲 | 曹俊明 | 曹授俊 | 陈宝江 | |
| | 邓红雨 | 刁其玉 | 范志勇 | 谷子林 | 郭艳丽 | 胡忠泽 | |
| | 黄瑞林 | 黎观红 | 李振田 | 刘观忠 | 刘金海 | 刘金松 | |
| | 刘来亭 | 刘雪兰 | 马秋刚 | 马现永 | 马永喜 | 彭珍 | |
| | 钱利纯 | 任泽林 | 盛清凯 | 史彬林 | 孙会 | 孙云章 | |
| | 谭青松 | 屠焰 | 王聪 | 王建华 | 王秋荣 | 王卫国 | |
| | 王友明 | 武书庚 | 熊本海 | 徐俊宝 | 闫素梅 | 杨志刚 | |
| | 杨智明 | 游金明 | 于维 | 余东游 | 袁建敏 | 张晶 | |
| | 张乃峰 | 赵国先 | 邹彩霞 | | | | |

广告索引

- 封面 武汉新宏玑生物科技有限公司
- 封二 辽宁威兰生物技术有限责任公司
- 封三 上海申银机械（集团）有限公司
- 封底 江西兴鼎科技有限公司
- 彩一 武汉市华甜生物科技有限公司
- 彩二 广州优百特科技有限公司
- 彩三 沈阳鑫中牧生物技术有限公司
- 彩四 哈尔滨市康旭机电设备有限公司
- 彩五 2025中国饲料工业展览会

版权声明

本刊已许可《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文，并与该社达成网络首发合作出版协议。本刊稿酬中含有该社著作权相关使用费及网络电子版本、出版物物的稿酬，不再另行支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意本刊上述声明。如作者不同意，请在来稿时声明，本刊将做适当处理。特此声明。

目次 CONTENTS

2024年11月下 第22期 总第604期

反刍动物营养

- 1 饲料中添加过瘤胃氨基酸对湖羊生长性能、血清指标和瘤胃发酵参数的影响
.....彭洪妹 张建强 张鹏 付陈飞 张治朋 马军德 李元元 张文举
- 7 中药复方对绵羊瘤胃发酵参数、消化酶及微生物组成的影响
.....韩怡静 何振莲 于天力 任靖宇 裴彩霞
- 12 花生秧青贮对肉羊生长性能、免疫力及肉品质的影响
.....廖云琼 康永刚 昌莉丽
- 17 发酵平菇菌糠对羔羊生长性能、血清生化指标及瘤胃发酵参数的影响
.....韦带莲 李薇 王萍
- 22 饲用油菜对肉羊生长性能、养分表观消化率及经济效益的影响
.....赵路 杜鹏举

禽营养

- 27 人参粗提物与裂褶多糖或葡萄糖氧化酶复配对蛋鸡生产性能和血清生化指标的影响
.....付府伊 徐钰栋 赖宇谦 段晓雪 刘自远 贺喜 宋泽和
- 34 不同饲养方式对文昌鸡肉质性状、脂肪酸、氨基酸及挥发性风味物质的影响
.....刘宇航 刘国炜 孙瑞萍 赵桂苹 张旭丽 王秀萍 魏立民 冯鑫
- 41 饲料中添加酸化剂对肉鸡生长性能、消化器官指数、消化道pH值和盲肠微生物区系的影响
.....何晓芳 陈昊霖 顾艳楠 杨玲 韩琦 邓凯东 朱红梅 周莉芬

水生动物营养

- 46 残次红枣发酵饲料对克氏原螯虾生长性能、肌肉品质的影响
.....王博 纪北文 聂竹兰 马春花 张蝶燕 冉永明
- 52 柚果多糖对斜带石斑鱼脂肪沉积和肝脏健康的影响
.....张潇潇 孙梓祯 郭颖欣 刘祎帆 白卫东 吴锦辉 邹翠云

特种动物营养

- 59 杂交构树全株粉对肉兔生长性能、肉质、血清生化指标和肠组织形态的影响
.....魏攀鹏 蒋兵兵 王兆贵 闫灵敏 陈谭星 李晓 王学方 王品胜
- 66 桑叶DNJ对肉兔生长性能、器官指数、抗氧化能力和肠道屏障功能的影响
.....侯文玉 李少聰 张文凤 谢辉 杨尚 周其明 赵卫国 侯启瑞
- 73 艳山姜纯露对啤酒酵母致热家兔的解热作用及下丘脑NF- κ B表达的影响
.....伍春风 吴煥 王冰冰 黄诗萍 韦凤超 吴冰燕 梁子宁 许立拔

非经济动物营养

- 78 基于16S rDNA测序技术探讨Pony马及蒙古马肠道菌群的差异
.....钟伟国 刘荣启 韩银涛 陈杰 蓝荣彬 王瑞深 王润良 廖建昭

试验研究

- 84 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发的化感作用研究
.....陈幻真 黄燕丽 李超 董朝霞
- 89 1株牛源非解乳糖链球菌的分离鉴定及其益生特性的研究
.....魏欣 庞小童 聂存喜 张文举 尹君亮 白雪 陈宁 吴妍妍
- 95 基于Box-Behnken响应面法优化血粉菌酶混合发酵条件的研究
.....张慧萍 孙逢雪 王利华
- 99 肉桂精油与山苍子精油复配协同对鸡白痢沙门氏菌生物膜的影响
.....邢帅 谭雨箫 黄伊芹 钱雅静 张歌音 司红彬

- 105 基于网络药理学和分子对接技术研究消包丸治疗包虫病的作用机制
.....杨满仙 陈燕红 翟少华 李昆雷 苏贵成
- 112 枣多糖对外培养巨噬细胞免疫活性的影响
.....刘行 黄焱森 董财鑫 孙益全 张宏宇 李树鹏
- 116 鼠李糖乳杆菌TCCC 10035的培养条件优化
.....王超凡 王慧慧 胡世伟 赵华 张朝正

营养研究

- 123 乳酸菌和玉米粉对桑叶青贮品质的影响
.....耿琳烨 徐泽平 沈诗桀 刘东华 王倩茹 郭金鑫 黄先智 沈以红
- 128 饲料桑、桂研1号杂交狼尾草与不同比例全株玉米混合微贮发酵效果的研究
.....钱谭乐 梁琼 黄世洋

资源开发与利用

- 133 基于主成分分析对河南省粮改饲项目区不同品种全株玉米青贮饲料质量的研究
.....徐泽君 徐思远 王建平 王献伟
- 139 10个饲用燕麦品种在沿黄盐碱地区生产性能评价
.....马唯钦 赵牧其尔 孙鹏波 刘逸超 李子琪 贾玉山 格根图 王志军
- 145 6个青贮玉米品种农艺性状、叶面积指数、品质及产量差异性分析研究
.....王斐 王克雄 关耀兵 吴利晓 万鹏

矿物微量元素 (长沙兴嘉生物工程股份有限公司协办)

- 149 新型丝氨酸锌螯合物的晶体结构研究
.....陈光伟 桑诚诚 彭红星 陶建军 周长虹 苗永光

综述

- 155 杜仲叶提取物在畜禽健康养殖中的应用
.....陈京创 李绍钰
- 161 微量元素硒缓解反刍动物热应激的研究进展
.....毛开宇 刘虎 彭唯实 吴群 杨远廷 韩建成 蒋钦杨 周汉林
- 167 高密度饲养对肉鸡健康的影响及其调控措施研究进展
.....杨硕 苏子轩 董润蕾 霍敏
- 173 益生菌对免疫的调节作用及对肠-肺轴的影响
.....赵蕾蕾 魏娜 张嵘 杨小勇 董延江 吴倩 刘洋

产业经济

- 179 玉米期货价格波动对蛋鸡养殖成本的影响研究
.....孟丽
- 184 乡村生态振兴背景下我国畜牧业碳排放：动态演进及其影响因素分析
.....陈慧
- 189 循环经济视域下肉牛养殖成本效率的变化研究
.....乔梦亭

新质生产力

- 194 新质生产力视域下畜牧业碳足迹：水平测度、区域差异与收敛性分析
.....曾爱华

FEED RESEARCH

Vol.47, No.22 2024

MAIN CONTENTS

- 1 Effects of rumen amino acids on growth performance, serum indexes, and rumen fermentation parameters of Hu sheep
..... PENG Hong-mei ZHANG Jian-qiang ZHANG Peng FU Chen-fei ZHANG Zhi-peng MA Jun-de LI Yuan-yuan ZHANG Wen-ju
- 7 Effects of Chinese herbal compound on rumen fermentation parameters, digestive enzymes, and microbial composition of sheep
..... HAN Yi-jing HE Zhen-lian YU Tian-li REN Jing-yu PEI Cai-xia
- 27 Effects of compound combination of ginseng crude extract with schizophyllan or glucose oxidase on production performance and serum biochemical indexes of laying hens..... FU Fu-yi XU Yu-dong LAI Yu-qian DUAN Xiao-xue LIU Zi-kui HE Xi SONG Ze-he
- 46 Effects of residual red dates fermented feed on growth performance and meat quality of *Procambarus clarkii*
..... WANG Bo JI Bei-wen NIE Zhu-lan MA Chun-hua ZHANG Die-yan RAN Yong-ming
- 59 Effects of hybrid *Broussonetia papyrifera* whole plant powder on growth performance, meat quality, serum biochemical indexes, and intestinal morphology of meat rabbits
..... WEI Pan-peng JIANG Bing-bing WANG Zhao-gui YAN Ling-min CHEN Tan-xing LI Xiao WANG Xue-fang WANG Pin-sheng
- 66 Effects of mulberry leaf DNJ on growth performance, organ index, antioxidant capacity, and intestinal barrier function of meat rabbits
..... HOU Wen-yu LI Shao-cong ZHANG Wen-feng XIE Hui YANG Shang ZHOU Qi-ming ZHAO Wei-guo HOU Qi-ni
- 78 A comparative analysis of gut microbiome variations between Pony horses and Mongolian horses utilizing 16S rDNA sequencing technology
..... ZHONG Wei-guo LIU Rong-qi HAN Yin-tao CHEN Jie LAN Rong-bin WANG Rui-shen WANG Run-liang LIAO Jian-zhao
- 84 Study on allelopathic effects of *Rabdosia serra* extract on seed germination of *Pennisetum alopecuroides*
..... CHEN Huan-zhen HUANG Yan-li LI Chao DONG Zhao-xia
- 89 Study of isolation and identification of a *Streptococcus alactolyticus* of bovine origin and its probiotic properties
..... WEI Xin PANG Xiao-tong NIE Cun-xi ZHANG Wen-ju YIN Jun-liang BAI Xue CHEN Ning WU Yan-yan
- 95 Study on optimization of bacterial and enzymes mixed fermentation conditions of blood meal based on Box-Behnken response surface method
..... ZHANG Hui-ping SUN Feng-xue WANG Li-hua
- 123 Effects of lactic acid bacteria and corn meal on silage quality of mulberry leaves
..... GENG Lin-ye XU Ze-ping SHEN Shi-jie LIU Dong-hua WANG Qian-ru GUO Jin-xin HUANG Xian-zhi SHEN Yi-hong
- 133 Research on quality of whole-plant com silage feed of different varieties in grain-to-forage project area of Henan Province based on principal component analysis..... XU Ze-jun XU Si-yuan WANG Jian-ping WANG Xian-wei
- 149 Study on crystal structure of a novel serine zinc chelate
..... CHEN Guang-wei SANG Cheng-cheng PENG Hong-xing TAO Jian-jun ZHOU Chang-hong MIAO Yong-guang
- 155 Application of *Eucommia ulmoides* leaf extract in healthy breeding of livestock and poultry
..... CHEN Jing-chuang LI Shao-yu
- 161 Research progress on trace element selenium alleviating heat stress in ruminant
..... MAO Kai-yu LIU Hu PENG Wei-shi WU Qun YANG Yuan-ting HAN Jian-cheng JIANG Qin-yang ZHOU Han-lin
- 167 Research progress on impact of high stocking density on broilers health and regulatory measures
..... YANG Shuo SU Zi-xuan DONG Run-lei HUO Min
- 179 Study on influence of corn futures price fluctuation on breeding cost of laying hens
..... MENG Li
- 194 Carbon footprint of animal husbandry from perspective of new quality productivity : Horizontal measurement, regional differences, and convergence analysis..... ZENG Ai-hua

溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发的化感作用研究

陈幻真 黄燕丽 李超 董朝霞*

(华南农业大学南方草业中心, 广东 广州 510642)

摘要: 试验旨在研究溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发与幼苗生长的影响。试验在每个培养皿中放置30粒狼尾草种子, 分别加入0、5、10、20、40、80 g/L的溪黄草浸提液, 每个处理3个重复, 以蒸馏水为对照。结果显示, 与对照相比, 溪黄草干样与鲜样浸提液均会降低种子发芽率、发芽势和叶绿素含量, 溪黄草干样浸提液浓度与鲜样浸提液浓度为80 g/L时, 多年生狼尾草种子的发芽指数分别下降了81.2%、38.4%, 种子活力指数分别下降88.9%、41.5%。干样浸提液对幼苗高抑制较明显, 鲜样浸提液对幼苗根长抑制较明显。10、20、80 g/L干样浸提液对多年生狼尾草种子的化感抑制强度高于鲜样浸提液, 且80 g/L干样浸提液的化感抑制强度最大。研究表明, 溪黄草干样与鲜样浸提液对多年生狼尾草种子萌发和幼苗生长具有化感作用, 溪黄草干样浸提液对多年生狼尾草种子萌发和幼苗生长的化感抑制作用强于鲜样浸提液, 干样浸提液为80 g/L时抑制强度最大。

关键词: 溪黄草; 多年生狼尾草; 浸提液; 种子萌发; 化感作用

中图分类号: S816

文献标识码: A

文章编号: 1002-2813 (2024) 22-0084-05

Doi: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2024.22.015

Study on allelopathic effects of *Rabdosia serra* extract on seed germination of *Pennisetum alopecuroides*

CHEN Huan-zhen HUANG Yan-li LI Chao DONG Zhao-xia

Abstract: The experiment aimed to study the effects of *Rabdosia serra* extract on the *Pennisetum alopecuroides* seeds and the growth of seedlings. In the experiment, 30 *Pennisetum alopecuroides* seeds were placed in a petri dish, and 0, 5, 10, 20, 40, 80 g/L of *Rabdosia serra* extract were added respectively, with three replicates for each treatment, using distilled water as a control. The results showed that compared with the control, both the dry and fresh extract solutions of *Rabdosia serra* reduced the seed germination rate, germination potential, and chlorophyll content. When the concentration of the dry and fresh extract solutions was 80 g/L, the germination index of *Pennisetum alopecuroides* seeds decreased by 81.2% and 38.4% respectively, and the seed vigor index decreased by 88.9% and 41.5% respectively. The dry extract solution had a more pronounced inhibitory effect on seedling height, while the fresh extract solution had a more pronounced inhibitory effect on seedling root length. The allelopathic inhibitory intensity of the dry extract solution at concentrations of 10, 20, 80 g/L on perennial pennisetum seeds was higher than that of the fresh extract solution, with the 80 g/L dry extract solution showing the greatest allelopathic inhibitory intensity. The study indicates that both the dry and fresh extract solutions of *Rabdosia serra* have allelopathic effects on the germination and seedling growth of *Pennisetum alopecuroides*, with the dry extract solution having a stronger allelopathic inhibitory effect on the germination and seedling growth of *Pennisetum alopecuroides* than the fresh extract solution, and the inhibitory intensity is the greatest at a concentration of 80 g/L.

Key words: *Rabdosia serra*; *Pennisetum alopecuroides*; extract; seed germination; allelopathy

我国中草药资源丰富, 可作为畜禽饲料添加剂的中草药有300多种^[1-3]。与抗生素相比, 中草药饲料添加剂具有低毒、低耐药性的优势, 能够改善动物生产性能, 提升饲料消化利用率, 增强机体健康^[4-6]。溪黄草具有保

肝、护肝、抗炎、抗癌、提高机体抵抗能力的功效, 可作青饲料、青贮饲料和饲料添加剂, 具有良好的发展前景^[7-9]。植物化感作用是指植物在生长过程中产生的次生代谢物释放到环境中对自身或附近的其他植物及其微生物产生直接或间接的抑制或促进的影响^[10]。溪黄草存在化感作用, 研究溪黄草种内和其他牧草间的相互影响, 对扩大种植面积、增加产量、合理布局具有重要意义^[11]。

狼尾草的茎秆多丛生, 生长速度快, 鲜草中粗脂肪、

第一作者: 陈幻真, 硕士, 研究方向为草地生态。

通信作者: 董朝霞, 博士, 助理研究员, 硕士生导师。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (项目编号: 31672039)

收稿日期: 2024-01-30

粗蛋白、粗纤维、无氮浸出物和灰分的含量高,营养丰富,是热带、亚热带和温带地区的一种为牛、羊、兔、鹅等动物所喜食的优质饲料牧草^[12-14]。为使溪黄草和狼尾草植物能够更好地混播、轮作,发挥这两种植物的适应性和抗逆性,本试验采用培养皿滤纸法,研究溪黄草干样和鲜样不同浓度浸提液对多年生狼尾草种子萌发过程及幼苗生长的影响,旨在评价不同浓度溪黄草干样和鲜样浸提液对牧草种子萌发和活力的影响,为实现中草药与饲草的优质高产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

溪黄草植株于2023年3月在广东揭阳进行采集,多年生狼尾草种子由华南农业大学饲草加工实验室提供。

1.2 试验方法

1.2.1 浸提液的制备

浸提液制备方法参考梁军等^[15]的方法。采集溪黄草地上部枝叶,剔除枯黄叶,将采集的植物分为鲜样和干样两部分。

溪黄草干样浸提液(EDR):将采集的新鲜溪黄草剪成2~3 cm的小段,称取80 g鲜样,置于70℃烘箱烘干至恒重,粉碎过筛。

溪黄草鲜样浸提液(EFR):取2~3 cm的新鲜溪黄草80 g放入烧杯,两种处理的浸提液均加入1 000 mL的无菌水浸泡48 h,且每隔24 h超声振荡10 min。

两种浸提液均进行二重过滤,第一次使用四层纱布,第二次用定性滤纸,经过滤后的浸提液为母液,用蒸馏水将母液稀释成5、10、20、40、80 g/L的浸提液。

1.2.2 种子萌发及幼苗生长试验

采用培养皿滤纸法进行种子发芽试验^[16]。在直径为9 cm的培养皿中分别放置30粒狼尾草种子,分别加入不同浓度的溪黄草浸提液,每个处理3个重复,以蒸馏水为对照。于光/暗(12 h/12 h)周期,温度(25±1)℃的光照培养箱中进行培养,每24 h记录种子发芽情况,连续记录15 d^[17]。

1.3 测定指标及方法

按照公式计算发芽势、发芽率、活力指数(VI)^[18]、发芽指数(GI)^[19]、化感效应指数(RI)^[20]、化感综合效应指数(SE)^[21]。

$$\text{发芽势} = 5 \text{ d后发芽种子总数} / \text{受试种子数} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{发芽率} = 15 \text{ d后受试种子发芽数} / \text{受试种子数} \times 100\% \quad (2)$$

$$GI = \sum(G_i/D_i) \quad (3)$$

$$VI = GI \times S \quad (4)$$

$$RI = 1 - C/T (T \geq C) \text{ 或 } T/C - 1 (T < C) \quad (5)$$

$$SE = (RI_{\text{发芽率}} + RI_{\text{发芽势}} + RI_{\text{发芽指数}} + RI_{\text{活力指数}} + RI_{\text{苗高}} + RI_{\text{根长}}) / 6 \quad (6)$$

式中: S为一定时期内的幼苗长度(mm); G_i 为第*t*日内的发芽数; D_i 为相应的发芽天数(d); C为对照值,

T为处理值, RI>0表示为促进作用, RI<0表示为抑制作用。

苗高、根长:多年生狼尾草种子萌发15 d后每个浓度处理各取10棵受体植物进行测量。

叶绿素含量:多年生狼尾草种子萌发20 d后采用乙醇提取法测定^[22]。

1.4 数据统计与分析

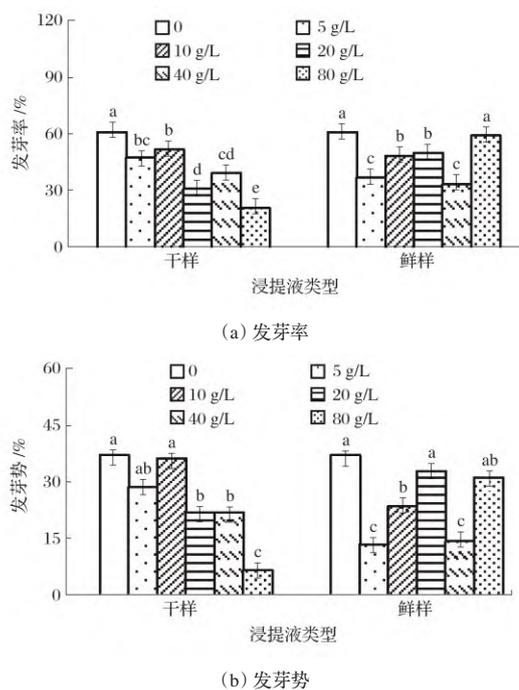
试验数据采用Excel 2019和SPSS 19.0软件进行单因素方差分析,结果以“平均值±标准误”表示, P<0.05表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发的影响

2.1.1 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子发芽率和发芽势的影响(见图1)

由图1可知,随着干样浸提液浓度增加,溪黄草的干样浸提液对多年生狼尾草种子的发芽率和发芽势抑制作用越明显(10 g/L干样浸提液处理除外)。与对照相比,溪黄草鲜样浸提液处理整体上降低了多年生狼尾草种子的发芽率和发芽势。



注:不同字母表示差异显著(P<0.05);下同。

图1 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子发芽率和发芽势的影响

2.1.2 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子发芽指数和活力指数的影响(见图2)

由图2可知,溪黄草干样浸提液浓度越高,多年生狼尾草种子发芽指数和活力指数越低(P<0.05)。与对照相比,溪黄草干样浸提液浓度与鲜样浸提液浓度为80 g/L时,多年生狼尾草种子的发芽指数分别下降了81.2%、38.4%,种子活力指数分别下降88.9%、41.5%。结果表明,溪黄草干样浸提液对多年生狼尾草种子发芽

指数与活力指数的抑制作用较鲜样浸提液更明显。

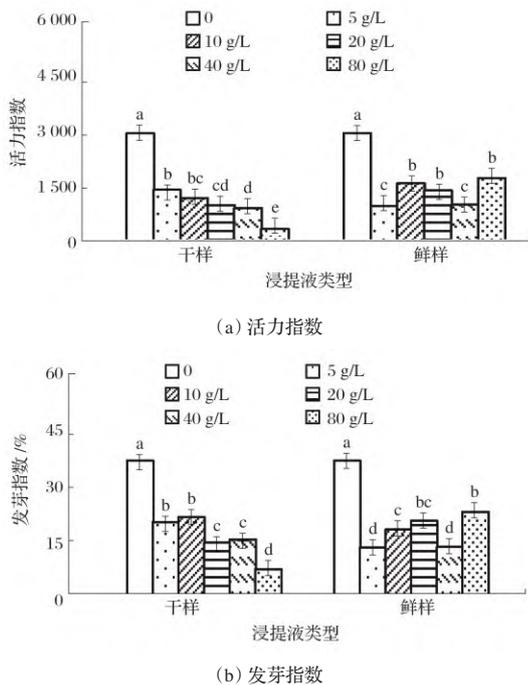


图2 溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子活力指数和发芽指数的影响

2.2 溪黄草浸提液对多年生狼尾草幼苗苗高和根长的影响 (见图3)

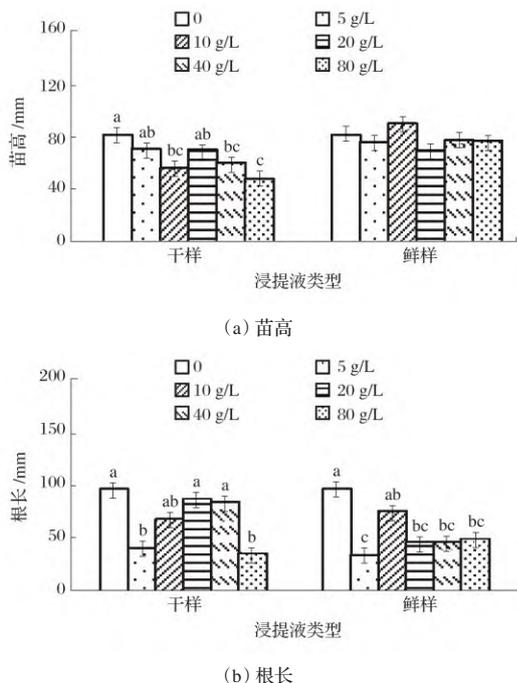


图3 溪黄草浸提液对多年生狼尾草幼苗苗高和根长的影响

由图3可知,与对照相比,溪黄草干样浸提液对多年生狼尾草幼苗的苗高、根长有显著的抑制作用(除5、20 g/L干样浸提液处理与5、20、40 g/L鲜样浸提液处理外)($P<0.05$)。溪黄草鲜样浸提液对根长具有显著的抑制效果(除10 g/L鲜样浸提液处理外)($P<0.05$)。研究表明,溪黄草干样浸提液对多年生狼尾草幼苗苗高的抑

制效果较明显,溪黄草鲜样浸提液对狼尾草幼苗的根长抑制效果较明显。

2.3 溪黄草浸提液对多年生狼尾草幼苗叶绿素含量的影响 (见表1)

由表1可知,与对照相比,溪黄草干样浸提液显著降低了多年生狼尾草幼苗叶绿素含量(除10 g/L干样浸提液处理外)($P<0.05$),其中5 g/L溪黄草干样浸提液对多年生狼尾草幼苗叶绿素含量抑制作用最强($P<0.05$)。溪黄草鲜样浸提液显著降低了多年生狼尾草幼苗叶绿素含量($P<0.05$),其中20 g/L溪黄草鲜样浸提液对多年生狼尾草幼苗叶绿素含量抑制作用最强。

表1 溪黄草浸提液对多年生狼尾草叶绿素含量的影响 单位:mg/g

| 项目 | 叶绿素a | 叶绿素b | 类胡萝卜素 | 叶绿素a+b |
|--------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 干样浸提液 | | | | |
| 0 g/L | 0.65 ± 0.03 ^{bc} | 1.15 ± 0.06 ^a | 0.10 ± 0.02 ^c | 1.80 ± 0.08 ^b |
| 5 g/L | 0.55 ± 0.02 ^{bc} | 0.11 ± 0.03 ^d | 0.43 ± 0.03 ^a | 0.66 ± 0.02 ^c |
| 10 g/L | 1.62 ± 0.25 ^a | 1.03 ± 0.15 ^a | 0.24 ± 0.08 ^{bc} | 2.65 ± 0.11 ^a |
| 20 g/L | 0.74 ± 0.04 ^b | 0.34 ± 0.01 ^c | 0.33 ± 0.06 ^{ab} | 1.08 ± 0.02 ^d |
| 40 g/L | 0.32 ± 0.02 ^c | 0.45 ± 0.05 ^c | 0.09 ± 0.02 ^c | 0.77 ± 0.03 ^c |
| 80 g/L | 0.61 ± 0.03 ^{bc} | 0.69 ± 0.06 ^b | 0.34 ± 0.04 ^{ab} | 1.31 ± 0.04 ^c |
| 鲜样浸提液 | | | | |
| 0 g/L | 0.65 ± 0.03 ^{ab} | 1.15 ± 0.06 ^a | 0.10 ± 0.02 ^d | 1.80 ± 0.08 ^a |
| 5 g/L | 0.73 ± 0.01 ^a | 0.28 ± 0.02 ^c | 0.47 ± 0.02 ^a | 1.01 ± 0.02 ^c |
| 10 g/L | 0.57 ± 0.01 ^{bc} | 0.67 ± 0.04 ^b | 0.29 ± 0.02 ^b | 1.24 ± 0.03 ^b |
| 20 g/L | 0.40 ± 0.06 ^d | 0.30 ± 0.01 ^c | 0.28 ± 0.01 ^b | 0.70 ± 0.05 ^d |
| 40 g/L | 0.40 ± 0.08 ^d | 0.39 ± 0.05 ^c | 0.24 ± 0.05 ^{bc} | 0.79 ± 0.07 ^d |
| 80 g/L | 0.45 ± 0.03 ^{cd} | 0.32 ± 0.04 ^c | 0.18 ± 0.02 ^{cd} | 0.77 ± 0.03 ^d |

注:同列数据肩标不同字母表示差异显著($P<0.05$),相同字母或无字母表示差异不显著($P>0.05$);下表同。

2.4 溪黄草浸提液对多年生狼尾草的化感综合效应 (见表2、图4)

由表2可知,随着溪黄草鲜样浸提液浓度的升高,对多年生狼尾草的发芽率、发芽指数和活力指数的RI抑制作用较溪黄草干样浸提液程度弱。在溪黄草干样、鲜样浸提液处理下,多年生狼尾草的发芽率、发芽指数和活力指数的RI都受到不同程度的抑制。

由图4可知,溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发的化感综合效应指数(SE)均为负值,即溪黄草浸提液对多年生狼尾草种子萌发产生抑制作用,干样浸提液抑制强度随浓度升高而增大。10、20、80 g/L干样浸提液处理的抑制强度大于鲜样浸提液处理,80 g/L干样浸提液的抑制强度比鲜样浸提液抑制强度大。

表2 溪黄草浸提液对多年生狼尾草的化感效应指数

| 项目 | 发芽率RI | 发芽指数RI | 发芽势RI | 活力指数RI | 苗高RI | 根长RI |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| 干样浸提液 | | | | | | |
| 5 g/L | -0.22 | -0.46 | 0.23 | 0.53 | -0.13 | -0.58 |
| 10 g/L | -0.15 | -0.42 | 0.02 | 0.60 | -0.31 | -0.29 |
| 20 g/L | -0.49 | -0.62 | 0.41 | 0.67 | -0.14 | -0.10 |
| 40 g/L | -0.35 | -0.59 | 0.41 | 0.70 | -0.26 | -0.13 |
| 80 g/L | -0.65 | -0.81 | 0.82 | 0.89 | -0.41 | -0.62 |
| 鲜样浸提液 | | | | | | |
| 5 g/L | -0.39 | -0.65 | 0.64 | 0.67 | -0.07 | -0.64 |
| 10 g/L | -0.20 | -0.52 | 0.36 | 0.47 | 0.10 | -0.21 |
| 20 g/L | -0.18 | -0.45 | 0.11 | 0.53 | -0.14 | -0.52 |
| 40 g/L | -0.45 | -0.65 | 0.61 | 0.67 | -0.05 | -0.51 |
| 80 g/L | -0.03 | -0.38 | 0.16 | 0.42 | -0.05 | -0.48 |

注: RI>0表示促进作用, RI<0表示抑制作用。

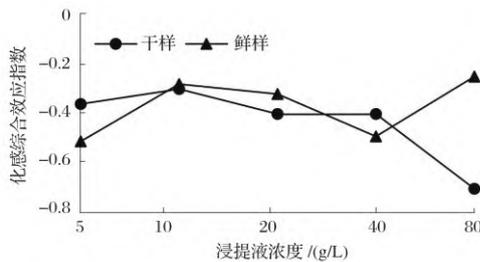


图4 溪黄草浸提液对多年生狼尾草的化感综合效应指数

3 讨论

3.1 溪黄草浸提液对牧草种子萌发的影响

种子萌发是植物生存的重要阶段,属于植物生长过程中比较脆弱的一个阶段,其萌发、生长过程易受到外界环境变化的影响^[23-24]。浓度效应是化感作用的另一个显著特点,不同处理与不同浓度的水浸提液浓度对植物的化感作用表现不同^[25]。李凤兰等^[26]研究发现,10 g/L假苍耳水浸提液对大籽蒿和稗发芽的化感作用均表现为促进作用,当假苍耳水浸提液浓度超过10 g/L时对大籽蒿和稗发芽的化感作用就变为抑制作用。李胜等^[27]研究发现,光叶紫花苕子地上部分的水浸提液对马唐种子的发芽率有“低促高抑”的现象,即在浓度为2.5~20 g/L的条件下,促进马唐种子发芽,在浓度为40 g/L的条件下,抑制马唐种子发芽。本试验中,多年生狼尾草种子在受到溪黄草浸提液不同浓度处理时均显示不同程度抑制,溪黄草干样与鲜样浸提液在5、40 g/L时对多年生狼尾草种子的发芽率、发芽势、活力指数与发芽指数均具有显著的抑制作用。溪黄草干样与鲜样浸提液浓度越高,多年生狼尾草种子发芽指数和活力指数越低。溪黄草鲜样浸提液在80 g/L时对多年生狼尾草的发芽率与发芽势无显著影响。综上所述,浸提液浓度影响着受体植物的化

感作用。

3.2 溪黄草浸提液对牧草幼苗苗高和根长的影响

化感物质对同一受体植物不同器官的作用不同,如扁穗牛鞭草 (*Hemarthria compressa*) 对白三叶 (*Trifolium repens* L.) 和红三叶 (*Trifolium pratense* L.) 幼根的生长具有抑制作用,对幼苗的生长表现为促进作用^[28]。本试验中,溪黄草浸提液对多年生狼尾草的苗高和根长产生的化感效应有差异,干样浸提液对多年生狼尾草的根长和苗高整体呈现“低促高抑”的趋势(5 g/L干样浸提液处理下的根长测定结果除外)。高浓度鲜样浸提液能够显著抑制多年生狼尾草的根长,对狼尾草的苗高无明显作用。这可能是化感作用的选择性和专一性特点,不同部位对浸提液化感效应的敏感度不同。

3.3 溪黄草浸提液对牧草幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素是植物光合作用不可或缺的物质^[29],当化感物质对植物细胞具有一定的损害作用时,在逆境条件下,植物的叶绿素会发生变换。本试验中,5、20、40、80 g/L溪黄草干样与鲜样浸提液对多年生狼尾草的叶绿素合成起到抑制效果。5 g/L溪黄草干样浸提液对多年生狼尾草幼苗叶绿素含量抑制效果最大,20 g/L溪黄草鲜样浸提液对多年生狼尾草幼苗叶绿素含量抑制效果最大。溪黄草浸提液影响了多年生狼尾草幼苗叶绿素含量,在高浓度浸提液的化感胁迫下多年生狼尾草的叶绿素含量降低。

随着我国中药材需求日益增加,药用植物种植面积不断扩大,会带来连作障碍问题^[30-32]。尽管目前针对药用植物的连作障碍问题已取得许多成果,但与其他作物相比仍较滞后,需要不断去探索和发现药用植物对其他类型作物的连作研究^[33]。为了中草药能更好地应用于畜

牧业,推动中草药与牧草混播或轮作及对动物生产的持续健康发展,本研究针对溪黄草提液对多年生狼尾草种子萌发和幼苗生长展开试验,得到不同处理、不同浓度的溪黄草浸提液对多年生狼尾草的化感作用强度,对于溪黄草化感物质的成分和化感物质机理的研究还需要进一步开展科学试验。因此,以一定的混播比例种植溪黄草与多年生狼尾草时,除考虑种间的养分、水分竞争外,还应考虑其与牧草间的化感作用。

4 结论

溪黄草干样与鲜样浸提液对多年生狼尾草种子萌发和幼苗生长具有化感作用,溪黄草干样浸提液较鲜样浸提液对多年生狼尾草种子萌发和幼苗生长的化感抑制作用强,且干样浸提液浓度越高对多年生狼尾草种子萌发的抑制强度越高,80 g/L干样浸提液的抑制强度最大。

参考文献

- [1] 薛沾枚,张备,孟维珊,等.中草药在畜禽饲料添加剂中的应用[J].福建畜牧兽医,2023,45(1):22-23.
- [2] 沈华南.中草药饲料添加剂在畜禽养殖中的研究与应用进展[J].中国农业文摘-农业工程,2021,33(6):81-83.
- [3] 阿不夏合满·穆巴拉克,陈翔宇,秦荣艳,等.药食同源植物在畜牧生产中的应用研究进展[J].饲料研究,2023,46(19):145-149.
- [4] 王春花,李涪铎,汪梦璐,等.中药超微粉质量制定方法及其在畜、禽、鱼类生产中的应用[J].饲料研究,2023,46(7):148-151.
- [5] 赵海宁.中草药饲料添加剂对犊牛生长性能、营养物质表观消化率的影响[J].中兽医学杂志,2023(6):4-6.
- [6] 汤建立,吴永继,王树中,等.中药添加剂与动物福利相结合在健康养殖中的应用[J].动物医学进展,2018,39(6):100-103.
- [7] 胡英杰,赖小平,刘中秋,等.狭基线纹香茶菜(溪黄草)的化学成分与抗乙肝病毒作用研究[J].中草药,2005(11):1612-1615.
- [8] 韩坚,钟志勇,林煌权,等.溪黄草茶浸膏对化学性肝损伤的保护作用[J].中药新药与临床药理,2005(6):414-417.
- [9] 谢春英.溪黄草提取物预防大鼠急性肝损伤的实验研究[J].中药材,2007(12):1582-1583.
- [10] RICE E L. Allelopathy[M]. New York: Academic Press, 1984.
- [11] 杨斌,董俊德,吴军,等.浮游植物的化感作用[J].生态学报,2007(4):1619-1626.
- [12] WANG J F, XIN D L, HOU X C, et al. Structural properties and hydrolysabilities of Chinese *Pennisetum* and hybrid *Pennisetum*: Effect of aqueous ammonia pretreatment[J]. Bioresource Technology, 2016, 199: 211-219.
- [13] 田静,申成利,张建国.狼尾草属4种牧草饲用价值研究[J].饲料研究,2021,44(7):114-118.
- [14] 徐远东,楚常欢,陈积山,等.杂交狼尾草与不同牧草混合青贮效果研究[J].饲料研究,2023,46(21):100-104.
- [15] 梁军,全小龙,史惠兰,等.甘肃马先蒿对五种禾草的化感潜力研究[J].草地学报,2019,27(4):889-897.
- [16] 曾任森.化感作用研究中的生物测定方法综述[J].应用生态学报,1999(1):125-128.
- [17] 张淑珍,张帆,董姬妃,等.香樟凋落叶分解对3种草坪草的化感作用[J].草业科学,2018,35(9):2095-2104.
- [18] 刘雅婧,蒙仲举,党晓宏,等.狼毒浸提液对3种牧草种子萌发和幼苗生

长的影响[J].草业学报,2019,28(8):130-138.

- [19] 刘思林,陈俊雪,杨阳,等.紫云英腐解液对牛筋草种子萌发及幼苗生长的影响[J].草业学报,2022,31(7):209-219.
- [20] WILLIAMSON G B, RICHARDSON D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls[J]. Journal of Chemical Ecology, 1988, 14(1): 181-187.
- [21] 高玉莲,常静,王贻卉,等.瑞香狼毒根提取物对3种作物种子萌发和幼苗生长的化感作用[J].草业学报,2021,30(10):83-91.
- [22] 孔祥生.植物生理学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2008.
- [23] 徐恒恒,黎妮,刘树君,等.种子萌发及其调控的研究进展[J].作物学报,2014,40(7):1141-1156.
- [24] RAJJOU L, DUVAL M, GALLARDO K, et al. Seed germination and vigor[J]. Annu Rev Plant Biol, 2012, 63: 507-533.
- [25] 姜男.芳香植物对杂草的化感抑制作用研究[D].哈尔滨:哈尔滨师范大学,2015.
- [26] 李凤兰,武佳文,姚树宽,等.假苍耳不同部位水浸提液对5种土著植物化感作用的研究[J].草业学报,2020,29(9):169-178.
- [27] 李胜,刘蕾,周庚玲,等.光叶紫花苕子水浸提液对4种杂草的化感作用[J].作物研究,2022,36(3):230-237.
- [28] 杨菲,黄乾明,杨春华,等.扁穗牛鞭草水浸液化感作用及化学成分分析[J].四川农业大学学报,2008(3):232-236.
- [29] 叶蕊,刘伟,陈巧玲,等.衰老叶片中叶绿素的降解[J].西北植物学报,2002(2):229-235.
- [30] 张英英,魏玉杰,杨宪忠,等.药用植物连作障碍形成机理研究进展[J].现代农业科技,2023(3):87-91.
- [31] 胡双,孙文静,高林怡,等.药用植物连作障碍研究进展[J].江苏农业科学,2021,49(16):38-48.
- [32] 陈福慧,申乃坤,姜明国,等.作物重茬连作障碍中自毒物质的研究进展[J].中国农业科技导报,2022,24(10):125-132.
- [33] 顾艳,梅瑜,徐世强,等.药用植物连作障碍研究进展[J].广东农业科学,2021,48(12):162-173.

兴丁乐

新一代丁酸梭菌制剂

高效品质 与生俱来

猎豹般的快捷高效 成就与生俱来的完美品质

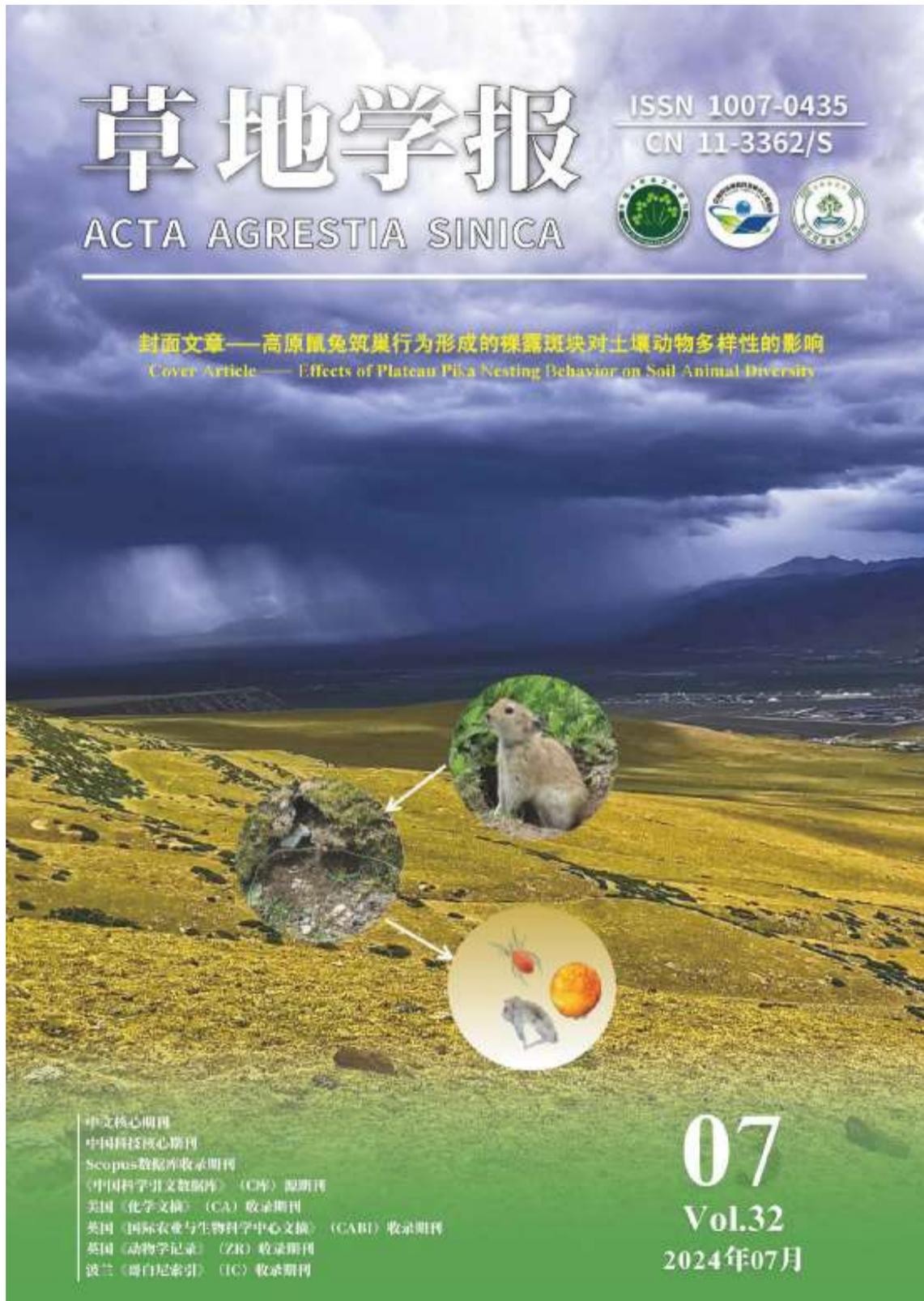


- ◆ 单一菌种 易检测
- ◆ 菌种活性高 产丁酸能力强
- ◆ 工艺独特 纯度高 无杂菌 芽孢率高 抗逆性强
- ◆ 安全高效 抑菌活性强
- ◆ 品质可靠 产品质量稳定

www.innovating.cc

国内统一连续出版物号：CN 11-2114/S 邮发代号：2-216 定价：28.00 元

3.3 溪黄草浸提液对 2 种杂草种子萌发和幼苗生长的化感作用



中文核心期刊
中国科技核心期刊
中国农林核心期刊
RCCSE 中国权威学术期刊
《中国科学引文数据库》C 库期刊
《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊
中国科协精品科技期刊工程项目

草地学报

CAODI XUEBAO
ACTA AGRESTIA SINICA

第 7 期

第 32 卷

2024 年 7 月

1991 年创刊(月刊)

主管:中国科学技术协会

主办:中国草学会

主 编:王 堃,邵新庆

编辑部主任:贾善刚

责任编辑:闵芝智,刘婷婷,

彭露茜

英文编辑:刘克思,张万军,

王克华

编 务:葛慧荣

编辑出版:《草地学报》编辑部

地址:北京海淀区圆明园西路 2 号

中国农业大学动科大楼 152 室

邮编:100193

电话/传真:(010)62733894

E-mail:cdxb@cau.edu.cn

网址:http://www.cdxb.org

印刷:北京科信印刷有限公司

国内总发行:北京报刊发行局

订阅:全国各地邮局(所)

国内邮发代号:80-135

国内每册定价:55.00 元

国外总发行:中国国际图书贸易

总公司

国外发行代号:MO1949

中国标准连续出版物号:

ISSN 1007-0435

CN 11-3362/S

基本参数:

CN11-3362/S*1991*b*A₁

*342*zh*P*55.00*260

*35*2024-07

目 次

研究论文

- 松嫩平原赖草种群的实际营养繁殖力及芽流模型 韩大勇,李海燕,张 维,等(1995)
- 宁夏草原蝗虫优势种和指示种及其对植被群落的响应 曹梓渝,张海翔,王 颖,等(2005)
- 草乌头光照适应性的转录组分析 史佳怡,吕丽娟,穆毓通,等(2018)
- 非生物胁迫下黄纓菊实时荧光定量 PCR 内参基因的筛选与验证 余明君,苏丹丹,苏 旭,等(2028)
- 基于祖先性状演化和叶绿体基因组的马先蒿形态特征分析 王 涛,徐成体,唐楚煜,等(2039)
- 氮添加对青藏高原高寒草甸丛枝菌根真菌群落的影响 国显宝,韩 冰,逯新民,等(2054)
- 2种植物提取物对杂拟谷盗的生物活性及几种酶活性的影响 石丹妮,康 鹏,常 静,等(2062)
- 单播和混播禾草对土壤理化性质和微生物生物量的影响 阿的哈则,常 涛,苏洪焯,等(2072)
- 短期氮添加对荒漠草原土壤无机碳及土壤酸缓冲能力的影响 张普河,姚 佳,王雪韧,等(2081)
- 四倍体青绿苔草对低温的生理响应及耐寒性评价 董双慧,贾 明,张 辉,等(2089)
- 外源亚精胺对苜蓿幼苗干旱缓解生理机制分析 孙天国,衣 兰,谷新颖,等(2099)
- 干湿年份短期恢复措施对荒漠草原群落结构和生物量的影响 田 茹,张加涛,冯彩霞,等(2106)
- 溪黄草浸提液对 2 种杂草种子萌发和幼苗生长的化感作用 陈幻真,许明爽,周天宇,等(2118)
- 不同被碱草种质对低氮胁迫的形态和生理响应分析及耐低氮性评价 张心怡,何菲菲,张 亮,等(2128)
- 野生黄花苜蓿胚性愈伤诱导研究 王树栓,张雨桐,石如如,等(2143)
- 新疆昌吉 15 个引进饲用燕麦品种的生产性能综合评价 朱 昊,张荟荟,张学洲,等(2151)
- 野生垂穗披碱草种质资源抗旱性筛选与评价 罗 鑫,闫利军,李达旭,等(2158)
- 全球草地碳汇研究趋势与重点领域——基于 1992—2022 年文献计量分析 徐恒康,逯 辉,刘 灏,等(2169)
- 高原鼠兔筑巢行为形成的裸露斑块对土壤动物多样性的影响 罗 斌,黄 智,禅和霖,等(2179)
- 古尔班通古特沙漠半固定沙丘上固沙灌木的空间结构特征研究 吴改艳,张定海,张志山,等(2190)
- 黄河源区高寒湿地土壤团聚体有机碳矿化特征及其温度敏感性 宋 娟,柴 瑜,徐文印,等(2205)
- 锡林浩特露天煤矿排土场不同恢复措施植被群落特征分析 赵伟璇,王彤彤,沈浩伟,等(2214)
- 基于 CiteSpace 的国内外生态与生计关系研究进展 常 虹,伊凤艳,燕 茹,等(2225)
- 基于 ASD 地物光谱仪反演锡林郭勒典型草原地上生物量模型研究 孙煜焱,董建军,王秀梅,等(2234)
- 辽宁省半干旱区乡土草生态修复能力综合评价 李佳欢,吴 昊,刘 英,等(2245)
- 补光光源和日累积光照量对草地早熟禾草坪质量的影响 谢昊鹏,王 宁,刘进玮,等(2254)
- 中国北方农牧交错区生态系统服务价值时空变化特征及驱动力分析 李佳仪,马小花,乔丽娜,等(2263)
- 技术研发
- 不同放牧强度和补饲水平下呼伦贝尔羊肉中氨基酸和脂肪酸组成分析 季 晶,杨 欢,徐民乐,等(2273)
- 植物乳杆菌对麻叶荨麻青贮品质和绵羊瘤胃降解特征的影响 柴雨昕,贾舒安,张 天,等(2283)
- 苯乳酸和温度对玉米秸秆青贮发酵品质及抗性基因的影响 杨 丹,尹含雪,张 庆(2290)
- 刈割方式对豫西北地区小黑麦草产量和营养品质的影响 岳克之,孙迷平,陈 丽,等(2297)
- 甘南地区青贮牧草耐低温乳酸菌的筛选与鉴定 赵永琦,尹国丽,巩海强,等(2305)
- 纤维素酶和乳酸菌对杂交象草青贮结构性碳水化合物影响 武齐丰,陈 晨,黄沁骄,等(2314)
- 耐盐碱根际促生细菌对盐碱胁迫下紫花苜蓿生长和根系生理特性的影响 陈 露,刘佳欣,李思宇,等(2323)
- 不同添加剂对辣椒秸秆青贮品质及细菌多样性的影响 程志泽,伊斯拉依·达吾提,万江春,等(2330)

欢迎投稿 欢迎订阅

《草地学报》是中国科协主管、中国草学会主办、中国农业大学承办的学术刊物,是了解草地科学前沿科技、创新成果和草业发展的重要窗口。刊登国内外草地科学研究及相关领域的新成果、新理论、新进展,以研究论文为主,兼发少量专稿、综述、简报和博士论文摘要,主要面向从事草地科学、草地生态、草地畜牧业和草坪业及相关领域的高校师生和科研院所、站的科研人员。稿件要求详见本刊《投稿须知》。

《草地学报》被国内外多家重要检索机构收录,入编北京大学图书馆和北京高校图书馆期刊工作研究会主持完成的《中文核心期刊要目总览》(2020 年版),2020 年复合影响因子为 2.238(据中信所 2021 版《中国科技期刊引证报告(核心版)》)。

本刊逢月末出版,国内外公开发行。国内邮发代号:80-135;国外代号:MO1949。每期定价 55 元,全年 660 元。若错过邮订时间,可直接向本刊编辑部订购(中国草学会会员订阅可优惠 30%)。

开户名:中国草学会 开户行:北京农商银行海淀新区支行农大分理处
账 号:0407030103000000056

ACTA AGRESTIA SINICA

No. 7, 2024

Vol. 32

Started in 1991(Monthly)

Administration Agency

China Association for Science
and Technology

Sponsored by

Chinese Grassland Society
China Agricultural University,
Beijing 100193

Editor-in-Chief

WANG Kun, SHAO Xin-qing

Responsible Editor

MIN Zhi-zhi, LIU Ting-ting,
PENG Lu-xi

Edited by

Editorial Board of A. A. S.

Tel./Fax: 010-62733894

E-mail: cdxh@cau.edu.cn

Website: <http://www.cdxh.org>

Printed by

Beijing Kexin
Printing Co., Ltd.

Distributed by

Beijing Bureau for Distribution
of Newspapers and Journals

Domestic

All Local Post Offices in China
(Periodical No. 80-135)

Foreign

China International Book Trading
Corporation(P. O. Box 399, Beijing,
China) (Code: MO1949)

CONTENTS

- Actual Vegetative Propagation Ability and Bud Flow Model of *Leymus secalinus* Population in Songnen Plain, China HAN Da-yong, LI Hai-yan, ZHANG Wei, et al(1995)
- Dominant and Indicator Species of Grasshoppers in Ningxia Steppe and Their Responses to Vegetation Communities CAO Zi-yu, ZHANG Hai-xiang, WANG Ying, et al(2005)
- Transcriptome Analysis of Light Adaptation of *Aconitum kusnezoffii* L. SHI Jia-yi, LYU Lijuan, MU Ying-tong, et al(2018)
- Screening and Validation of Reference Genes for *Xanthopappus subcaulis* by Real-time Quantitative PCR under Abiotic Stress YU Ming-jun, SU Dan-dan, SU Xu, et al(2028)
- Morphological Analysis of *Pedicularis* Based on Ancestral Character Evolution and Chloroplast Genome WANG Tao, XU Cheng-ti, TANG Chu-yu, et al(2039)
- The Effects of Nitrogen Addition on Arbuscular Mycorrhizal Fungal Communities in Alpine Meadow of The Qinghai-Tibetan Plateau GUO Xian-bao, HAN Bing, LU Xin-min, et al(2054)
- Effects of Two Plant Extracts on Biological Activities and Several Enzymes Activities to *Tribolium confusum* SHI Dan-ni, KANG Peng, CHANG Jing, et al(2062)
- Effects of Monoculture and Mixed-sown Grasses on Soil Physicochemical Properties and Microbial Biomass Adihaze, CHANG Tao, SU Hong-ye, et al(2072)
- Effects of Short-Term Nitrogen Addition On Soil Inorganic Carbon and Soil Acid Buffering Capacity in Desert Grasslands ZHANG Pu-he, YAO Jia, WANG Xue-ren, et al(2081)
- The Physiological Response and Tolerance Evaluation of Tetraploid *Carex breviculmis* to Low Temperature DONG Shuang-hui, JIA Ming, ZHANG Hui, et al(2089)
- Analysis of the Physiological Mechanism of Drought Alleviation of Alfalfa Seedlings by Exogenous Spermidin SUN Tian-guo, YI Lan, GU Xin-ying, et al(2099)
- Effects of Short-term Restoration Measures on Community Structure and Biomass of Desert Steppe in Dry and Wet Years TIAN Ru, ZHANG Jia-tao, FENG Cai-xia, et al(2106)
- Allelopathic Effects of Extract from *Rabdosia Serra* (Maxim.) Hara on Seed Germination and Seedling Growth of Two Weeds CHEN Huan-zhen, XU Ming-shuang, ZHOU Tian-yu, et al(2118)
- Analysis of the Morphology and Physiological Response of Different *Elymus Dahuricus* Germplasm under Low Nitrogen Stress ZHANG Xin-yi, HE Fei-fei, ZHANG Liang, et al(2128)
- Study on Embryogenic Callus Induction of Wild *Medicago falcata* L. WANG Shu-shuan, ZHANG Yu-tong, SHI Ru-ru, et al(2143)
- Comprehensive Evaluation of Production Performance of 15 Introduced Forage Oat Varieties in Changji, Xinjiang ZHU Hao, ZHANG Hui-hui, ZHANG Xue-zhou, et al(2151)
- Screening and Evaluation of Drought Resistance of Wild *Elymus nutans* Griseb. LUO Xin, YAN Li-jun, LI Da-xu, et al(2158)
- Research Trends and focus Areas on the Global Grassland Carbon Sink—A Bibliometric Analysis for 1992—2022 XU Heng-kang, LU Hui, LIU Hao, et al(2169)
- Effects of Plateau Pika Nesting Behavior on Soil Animal Diversity LUO Bin, HUANG Zhi, CHAN He-lin, et al(2179)
- Spatial Structure Characteristics of Sand-fixing Shrubs on Semi-fixed Dunes in Gurbantungut Desert WU Gai-yan, ZHANG Ding-hai, ZHANG Zhi-shan, et al(2190)
- Characteristics of Organic Carbon Mineralization and Their Temperature Sensitivity within Soil Aggregate in Alpine Wetlands in Source Region of Yellow River SONG Xian, CHAI Yu, XU Wen-yin, et al(2205)
- Analysis of Vegetation Community Characteristics under Different Restoration Measures in Xilinhote Open-pit Coal Mine Dump ZHAO Wei-xuan, WANG Tong-tong, SHEN Hao-wei, et al(2214)
- Research on the Relationship Between Ecology and Livelihoods based on CiteSpace CHANG Hong, YI Feng-yan, YAN Ru, et al(2225)
- Hyperspectral Inversion of Above-ground Biomass model of Typical Steppe in Xilin Gol Based on ASD the Ground Object SUN Yu-yan, DONG Jian-jun, WANG Xiu-mei(2234)
- Ecological Adaptability Evaluation and Application of Eco-grass in Semi-arid Area of Liaoning Province LI Jia-huan, WU Hao, LIU Ying, et al(2245)
- Effects of Light Source and Daily Light Integral on Quality and Growth of Kentucky Bluegrass Turf XIE Hao-peng, WANG Ning, LIU Jin-wei, et al(2254)
- Analysis of the Spatiotemporal Variation Characteristics and Driving Forces of Ecosystem Service Value in the Agro-pastoral Ectone of Northern China LI Jia-yi, MA Xiao-hua, QIAO Li-na, et al(2263)
- Amino Acid and Fatty Acid Profile of Hulunbuir Lambs under Different Grazing Intensities and Supplementary Feeding Levels JI Jing, YANG Huan, XU Min-le, et al(2273)
- Effects of *Lactiplantibacillus plantarum* on Silage Quality of *Urtica cannabina* and Rumen Degradation Characteristics of Sheep CHAI Yu-xin, JIA Shu-an, ZHANG Tian, et al(2283)
- Impacts of Phenylacetic Acid and Temperature on the Fermentation Quality and Antibiotic Resistance Genes of Corn Straw Silage YANG Dan, YIN Han-xue, ZHANG Qing(2290)
- Effects of Mowing Methods on Forage Yield and Nutritional Quality of Triticale in Northwest Henan Province, China YUE Jing-zhi, SUN Mi-ping, CHEN Li, et al(2297)
- Screening and Identification of Low-temperature Tolerant Lactic Acid Bacteria from Silage Grass in Gannan Region ZHAO Yong-qi, YIN Guo-li, GONG Hai-qiang, et al(2305)
- A Effects of Cellulase and High-temperature Tolerant Lactic Acid Bacteria on Structural Carbohydrate of (*Pennisetum americanum* × *P. purpureum*) × *P. purpureum* schum. WU Qi-feng, CHEN Chen, HUANG Qin-jiao, et al(2314)
- Effects of Saline-Alkali Tolerant Rhizosphere Growth-Promoting Bacteria on the Growth and Root Physiological Characteristics of Alfalfa under Saline-Alkali Stress CHEN Lu, LIU Jia-xin, LI Si-yu, et al(2323)
- Effects of Different Additives on the Quality and Bacterial Diversity of Pepper Straw Silage CHENG Zhi-ze, YISILAYI-Dawuti, WAN Jiang-chun, et al(2330)

doi:10.11733/j.issn.1007-0435.2024.07.013

引用格式:陈幻真,许明爽,周天宇,等.溪黄草浸提液对 2 种杂草种子萌发和幼苗生长的化感作用[J].草地学报,2024,32(7):2118-2127

CHEN Huan-zhen, XU Ming-shuang, ZHOU Tian-yu, et al. Allelopathic Effects of Extract from *Rabdosia Serra* (Maxim.) Hara on Seed Germination and Seedling Growth of Two Weeds[J]. Acta Agrestia Sinica, 2024, 32(7): 2118-2127

溪黄草浸提液对 2 种杂草种子萌发和幼苗生长的化感作用

陈幻真,许明爽,周天宇,黄燕丽,李超,董朝霞*

(华南农业大学南方草业中心,广东广州 510642)

摘要:为研究溪黄草(*Rabdosia serra* (Maxim.) Hara)浸提液对杂草种子萌发与幼苗生长的化感作用,本试验以稗草(*Echinochloa crusgalli* L.)和马唐(*Digitaria sanguinalis* L.)为受体材料,采用培养皿滤纸法测定了稗草与马唐的种子萌发、幼苗形态和生理指标。结果表明:(1)溪黄草鲜样浸提液在 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,对马唐与稗草种子的萌发和根长起到显著的抑制作用($P < 0.05$);(2)随着溪黄草干样和鲜样浸提液浓度的升高,稗草的过氧化物酶(Peroxidase, POD)和过氧化氢酶(Catalase, CAT)活性显著升高,而马唐的 POD 和 CAT 活性则显著降低($P < 0.05$);(3)当溪黄草干样和鲜样浸提液浓度为 20, 40, 80 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,对马唐的化感综合效应表现为抑制作用,且浸提液浓度越高抑制作用越强。综上所述,溪黄草浸提液在浓度为 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,对马唐种子萌发和幼苗生长具有显著的抑制作用($P < 0.05$)。

关键词:溪黄草;马唐;稗草;浸提液;化感作用

中图分类号:S351.1

文献标识码:A

文章编号:1007-0435(2024)07-2118-10

Allelopathic Effects of Extract from *Rabdosia Serra* (Maxim.) Hara on Seed Germination and Seedling Growth of Two Weeds

CHEN Huan-zhen, XU Ming-shuang, ZHOU Tian-yu, HUANG Yan-li, LI Chao, DONG Zhao-xia*

(South Pratacultural Center, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong Province 510642, China)

Abstract: In order to study the allelopathic effects of extract from *Rabdosia Serra* (Maxim.) Hara on seed germination and seedling growth of weeds, seed germination, seedling morphology and physiological indexes of two receptor materials, *Echinochloa crusgalli* L. and *Digitaria sanguinalis* L. were determined by Petri dish filter paper method in this experiment. The results showed that: (1) when the extract of fresh sample of *R. Serra* was $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, the seed germination and root length of *E. crusgalli* and *D. sanguinalis* were significantly inhibited ($P < 0.05$); (2) The activities of Peroxidase (POD) and Catalase (CAT) of *E. crusgalli* significantly increased with increasing concentrations of the extracts from the dried and fresh samples of *R. Serra*, while those of *D. sanguinalis* significantly decreased ($P < 0.05$); (3) The synthetical allelopathic effects on *D. sanguinalis* were shown to be inhibitory at concentrations of 20, 40 and $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ for both samples of *R. Serra*, and the inhibitory effects were stronger at higher concentrations. In conclusion, the extract of *R. Serra* at a concentration of $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ had significant inhibitory effect on seed germination and seedling growth of *D. sanguinalis* ($P < 0.05$).

Key words: *Rabdosia serra*; *Digitaria sanguinalis*; *Echinochloa crusgalli*; Extract; Allelopathy

化感作用(Allelopathy)是指植物在生长过程中产生次生代谢物对自身或附近的其他植物及其微生物产生直接/间接的抑制/促进的影响^[1]。研究发现,

许多植物具有释放化感物质的潜力,并能抑制杂草的生长^[2-7]。目前,在防除杂草上,化学合成除草剂发挥了关键性的作用。但是化学合成除草剂只在短期有

收稿日期:2023-12-05;修回日期:2024-01-15

基金项目:国家自然科学基金项目(31672039)资助

作者简介:陈幻真(1998-),女,汉族,海南儋州人,硕士研究生,主要从事草地生态研究,E-mail:1825659085@qq.com; *通信作者 Author for correspondence, E-mail: dongzhaoxia@scau.edu.cn

效,且残留物不易消失,会滞留在土壤、水源和农产品上,危害人类身体健康,威胁环境自净能力,无法长期有效地解决问题。化感物质在农业生产中抑制杂草的作用已逐渐受到越来越多的人关注^[8-9]。明确不同植物之间的相互作用,合理利用植物的化感作用或以化感物质代替部分化学合成除草剂,对于环境保护和农业可持续性发展有着至关重要的影响^[10-11]。

溪黄草(*Rabdosia serra* (Maxim.) Hara)也叫土黄连、溪沟草,是唇形科(*Lamiaceae*)香茶菜属(*Rabdosia*)多年生草本植物。自1970年以来,国内外学者在关于溪黄草的化学成分、药理作用、临床研究等方面作了大量工作并取得了一定进展,大量药理试验表明溪黄草具有保肝、护肝、抗炎、抗癌和调节肝功能,在药用和保健方面的开发前景极其广阔^[12-14]。由于我国中药材种植规模的不断扩大,溪黄草现主要依靠人工栽培,多种植于长江以南的湖南、四川、云南、江西、广东、广西等省区的溪边湿地、村边、沟边、田边及林下^[15]。稗草(*Echinochloa crusgalli* L.)为禾本科(*Poaceae* Barnhart)稗属(*Echinochloa* Beauv.)一年生植物,能够在多种环境中生存,其出现在国内许多地方,对水稻、玉米、豆种、薯类、棉花、谷类和各种蔬菜等农作物构成威胁。2012年后,稗草已成为严重影响水稻产量和品质的恶性杂草^[16]。同为禾本科的马唐(*Digitaria sanguinalis* L.),其种子传播迅速,生长速度快,繁殖力强,在草本群落中占据优势,能在强劲的狗牙根(*Cynodon dactylon* L.)、结缕草(*Zoysia japonica* Steud.)等群落中立足,介入农田和果园,给农业带来困扰^[17-19]。在实际生产中,对稗草与马唐的防治方式较多,通常采用以农业防治为基础,生物防治为辅,化学防治为核心的综合防治体系^[20]。但在化学防治中,连续多年使用除草剂,使这两种杂草对部分化学除草剂产生抗药性,有的甚至达到极高抗水平。

人工种植的溪黄草在生长过程中也避免不了杂草的滋生,而目前溪黄草与其它植物的化感作用尚未见报道,为了揭示溪黄草生长过程中与这两种常见的田间杂草之间的化学关系,研究溪黄草对杂草的化感作用具有重要意义。有研究表明,不同处理的水浸提液对植物的化感作用表现不同。梁军等^[21]发现,垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、中华羊茅(*Festuca sinensis*)与冷地早熟禾(*Poa crymophila*)3种禾草的浸提液对自身及其他植物种子发芽和幼苗生长均具有自毒作用和化感效应,且粉末浸提液对3种禾草的化感效应强于整株鲜样浸提液。本试

验以溪黄草为研究对象,稗草和马唐2种常见杂草为受体植物,探讨溪黄草鲜样与干样浸提液的不同浓度对稗草和马唐种子萌发、幼苗生长及相关生理指标的作用,分析不同浓度的溪黄草浸提液对稗草、马唐的综合化感效应,以明确溪黄草对这两种杂草的化感作用,为溪黄草生产和栽培中杂草的防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用溪黄草植株在其生长旺盛期于2023年3月在广东揭阳进行采集,马唐、稗草种子均由华南农业大学饲草加工实验室提供。

1.2 试验方法

1.2.1 浸提液的制备 制备方法参考梁军等^[22]的方法,采集溪黄草地上部枝叶,剔除枯黄叶,将采集的植物分为鲜样和干样两部分。溪黄草干样浸提液(Extract of dry *R serra*, EDR):将采集的新鲜溪黄草剪成1~2 cm的小段,称取100 g鲜样将其放置于70 °C烘箱烘干至恒重,粉碎后加入1 000 mL的无菌水浸泡48 h进行制备,且每隔24 h超声震荡10 min。溪黄草鲜样浸提液(Extract of fresh *R serra*, EFR):取剪成1~2 cm小段的新鲜溪黄草,称取100 g放入烧杯,加入1 000 mL的无菌水浸泡48 h进行制备,且每隔24 h超声震荡10 min。两种类型浸提液都进行二重过滤,先用四层纱布过滤,再用定性滤纸过滤得到浓度为100 mg·mL⁻¹的母液,用蒸馏水将母液稀释成5,10,20,40,80 mg·mL⁻¹浓度的浸提液(此浓度梯度的设置基于预试验)。

1.2.2 种子萌发及幼苗生长试验 溪黄草干样浸提液处理的稗草种子(EDR *Echinochloa crusgalli*, DE),溪黄草鲜样浸提液处理的稗草种子(EFR *Echinochloa crusgalli*, FE),溪黄草干样浸提液处理的马唐种子(EDR *Digitaria sanguinalis*, DD),溪黄草鲜样浸提液处理的马唐种子(EFR *Digitaria sanguinalis*, FD),统一采用培养皿滤纸法进行种子发芽试验^[23]。在直径为9 cm的培养皿中放置30粒消毒后的受试种子,分别加入不同浓度的溪黄草浸提液,每个处理4个重复,以蒸馏水为对照。于光/暗(12 h/12 h)周期,温度(25±1)°C的光照培养箱中进行培养。每天补充少量浸提液(对照加蒸馏水),直至滤纸湿透,每24 h记录种子发芽情况,培

养至 20 d 后结束种子萌发及幼苗生长试验^[24]。

1.2.3 测定指标与方法 发芽率 = (14 d 后受试种子发芽数 / 受试种子数) × 100%

$$\text{发芽势} = \frac{5 \text{ d 后发芽种子总数}}{\text{受试种子数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽指数 (Germination index, GI)} = \sum \left(\frac{Gt}{Dt} \right)$$

式中: Gt 为第 t 日内的发芽数; Dt 为相应的发芽天数。

$$\text{活力指数 (Vital index, VI)} = GI \times S$$

式中: GI 为发芽指数; S 为一定时期内的幼苗长度^[25]。

$$\text{化感作用效应指数 (RI)} = 1 - C/T (T \geq C)$$

$$\text{或 } T/C - 1 (T < C)$$

式中: C 为对照值; T 为处理值。 $RI > 0$ 表示为促进作用, $RI < 0$ 表示为抑制作用, 其绝对值的大小与作用强度一致^[26]。

化感综合效应指数 (Synthetical effect of allelopathy, SE)^[27] 为同一处理下溪黄草对同一受体的各测试项目 RI 算术平均值:

$$SE =$$

$$\frac{RI_{\text{发芽率}} + RI_{\text{发芽势}} + RI_{\text{发芽指数}} + RI_{\text{活力指数}} + RI_{\text{苗高}} + RI_{\text{根长}}}{6}$$

苗高、根长: 15 d 后每个浓度处理各取 10 棵受体植物进行测量。叶绿素与类胡萝卜素含量: 20 d 后采用乙醇提取法测定^[28], 过氧化氢酶 (Catalase, CAT) 与过氧化物酶 (Peroxidase, POD) 活性: 采用苏州科铭生物科技有限公司试剂盒进行测定。

1.3 数据处理

所有试验数据采用通过 SPSS25.0 统计软件对数据进行单因素方差分析 (One-way, ANOVA), 用平均值和标准误表示测定结果, 用独立样本 T 检验描述同一浓度下不同浸提液处理结果的差异性, 通过 Microsoft Excel 2010 进行数据整理与作图。

2 结果与分析

2.1 不同浓度溪黄草浸提液对杂草种子萌发的影响

2.1.1 不同浓度溪黄草浸提液对杂草种子发芽率和发芽势的影响 同一浓度处理下, 溪黄草干样和鲜样浸提液对稗草与马唐种子的化感作用不同。由图 1a-1b 可知, 溪黄草干样和鲜样浸提液浓度为 80

mg · mL⁻¹ 时, 对马唐种子萌发均有显著的抑制作用 ($P < 0.05$)。而溪黄草干样和鲜样浸提液处理对稗草的种子萌发无明显的抑制。

由图 1c-1d 可知, 发芽势最高的是干样浸提液处理的稗草, 为 82.50%, 发芽势最低的是干样浸提液处理的马唐, 为 35.84%, 且溪黄草干样与鲜样浸提液的发芽势在 40 mg · mL⁻¹ 浓度处理下差异显著 ($P < 0.05$)。由图 1(d) 可知, 溪黄草鲜样浸提液在 40, 80 mg · mL⁻¹ 时对马唐的发芽势具有一定的化感抑制作用, 其他 3 个浓度干样浸提液对马唐的发芽势无显著变化。溪黄草干样浸提液在 80 mg · mL⁻¹ 时抑制马唐的发芽势, 进一步表明, 马唐对溪黄草的化感作用较稗草敏感。

2.1.2 不同浓度溪黄草浸提液对杂草种子发芽指数和活力指数的影响

由图 2(a) 可知, 溪黄草干样浸提液在 80 mg · mL⁻¹ 浓度时显著抑制了稗草种子的发芽指数 ($P < 0.05$), 在 80 mg · mL⁻¹ 时, 干样浸提液处理的稗草发芽指数更低, 且与鲜样浸提液处理的发芽指数差异显著 ($P < 0.05$)。由图 2(b) 可知, 溪黄草干样、鲜样浸提液为 40, 80 mg · mL⁻¹ 浓度时显著抑制了马唐种子的发芽指数 ($P < 0.05$), 在 40 mg · mL⁻¹ 时鲜样浸提液处理的马唐发芽指数更低, 且与干样浸提液处理的发芽指数差异显著 ($P < 0.05$)。

由图 2(c) 可知, 鲜样浸提液为 20, 40, 80 mg · mL⁻¹ 时对稗草种子的活力指数起到促进作用。干样、鲜样浸提液为 40, 80 mg · mL⁻¹ 时抑制了马唐种子的活力指数, 且差异显著 ($P < 0.05$)。由图 2(c) 可知, 干样浸提液为 80 mg · mL⁻¹ 时, 稗草活力指数较低, 且与鲜样浸提液处理的活力指数差异显著 ($P < 0.05$)。由图 2(d) 可知, 干样浸提液在 80 mg · mL⁻¹ 时, 马唐活力指数较低, 且与鲜样浸提液处理的活力指数差异显著 ($P < 0.05$)。活力指数是反映种子正常发芽的综合指标, 进一步表明溪黄草在 80 mg · mL⁻¹ 时对马唐的化感抑制作用比较强。

2.2 不同浓度溪黄草浸提液对杂草幼苗生长指标的影响

2.2.1 不同浓度溪黄草浸提液对杂草幼苗根长的影响

从图 3a-3b 可知, 幼苗根长净生长量范围是 29.29~135.40 mm, 干样浸提液处理下稗草的根长都得到促进 (20 mg · mL⁻¹ 干样浸提液处理下的稗草根长测定结果除外)。从图 3(b) 可知, 在干样与鲜样浸提液为 80 mg · mL⁻¹ 浓度时对马唐的根长

起到抑制作用,且差异显著($P < 0.05$)。马唐幼苗根系对溪黄草浸提液的化感作用反应较稗草更敏感,当干样和鲜样浸提液为 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,马唐的根长平均值分别为 41.20 mm , 29.29 mm ,长度明

显减短,且差异均显著($P < 0.05$)。由图 3a-3b 可知,稗草与马唐的根长在 $40, 80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 下,溪黄草干样与鲜样浸提液处理之间的根长差异显著,鲜样浸提液处理的根长较短。

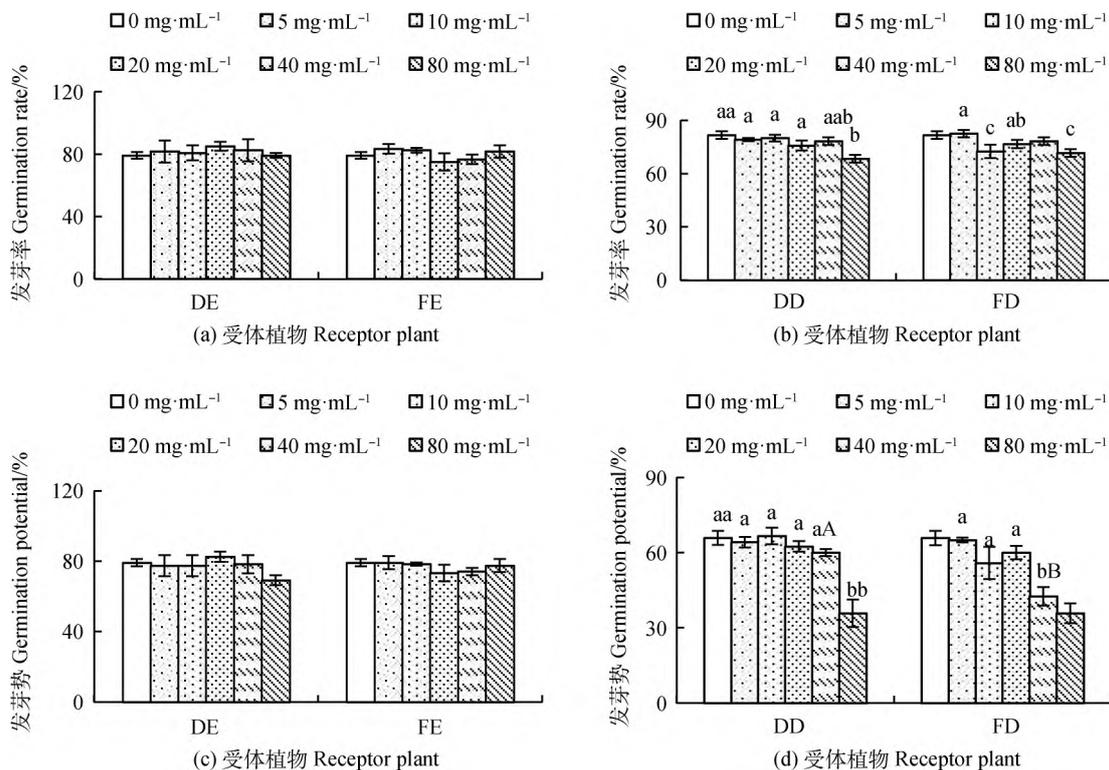


图 1 溪黄草浸提液对 2 种杂草种子发芽率和发芽势的影响

Fig. 1 Effects of extract *R. serra* on seed germination rate and germination potential of two weeds

注:DE 代表溪黄草干样浸提液处理的稗草种子,FE 代表溪黄草鲜样浸提液处理的稗草种子,DD 代表溪黄草干样浸提液处理的马唐种子,FD 代表溪黄草鲜样浸提液处理的马唐种子。不同小写字母表示同一植物不同处理差异显著,不同大写字母表示同一浓度不同处理差异显著($P < 0.05$)。下图同

Note:DE stands for *E. crusgalli* seeds treated with dry extract of *R. serra*,FE stands for *E. crusgalli* seeds treated with fresh extract of *R. serra*. DD stands for *D. sanguinalis* seeds treated with dry extract of *R. serra*,FD stands for *D. sanguinalis* seeds treated with fresh extract of *R. serra*. Different lowercase letters indicate significant differences among treatments of the same plant, and different majuscule indicate significant differences among treatments of the same concentration at the 0.05 level. The same as below

2.2.2 不同浓度溪黄草浸提液对杂草幼苗苗高的影响 由图 3(c)可知,溪黄草鲜样浸提液为 $20, 40, 80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时对稗草的苗高起促进作用,在 $20 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时促进稗草的苗高,且差异显著($P < 0.05$)。由图 3c-3d 可知,溪黄草干样浸提液对稗草

和马唐的苗高无显著影响($10 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 干样浸提液处理下的马唐苗高测定结果除外),在 $40, 80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时干样浸提液处理的稗草与马唐的苗高较鲜样浸提液处理的苗高低,且差异显著($P < 0.05$)。

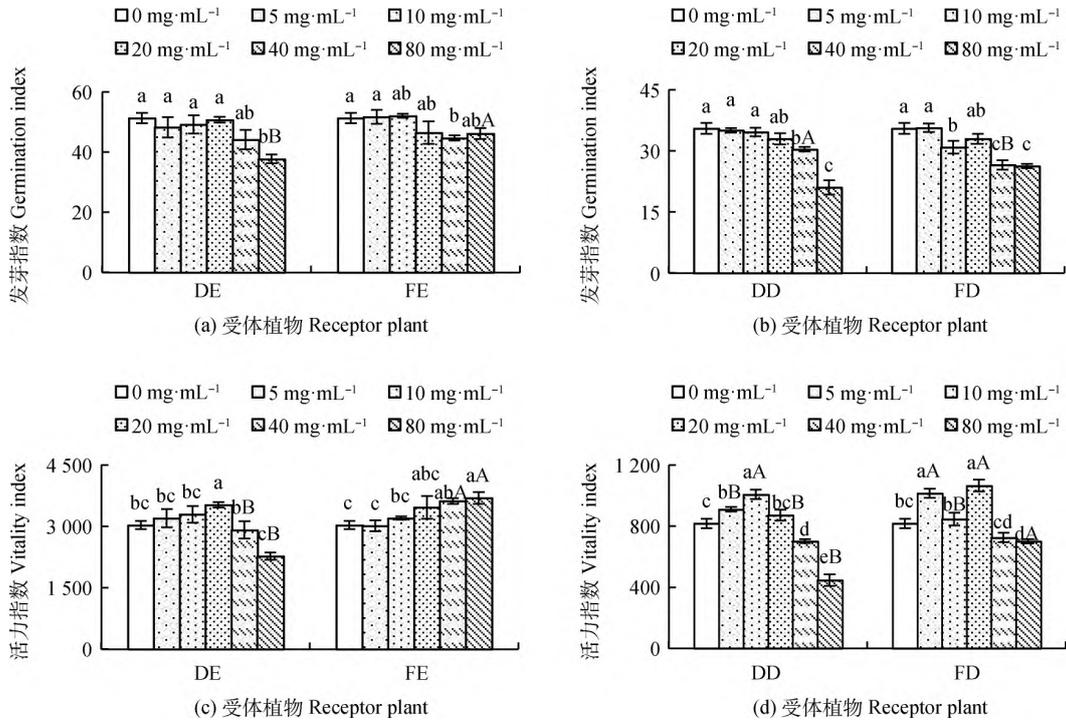


图 2 溪黄草浸提液对 2 种杂草种子发芽指数、活力指数的影响

Fig. 2 Effects of extract *R. serrae* on seed germination index and vitality index of two weeds

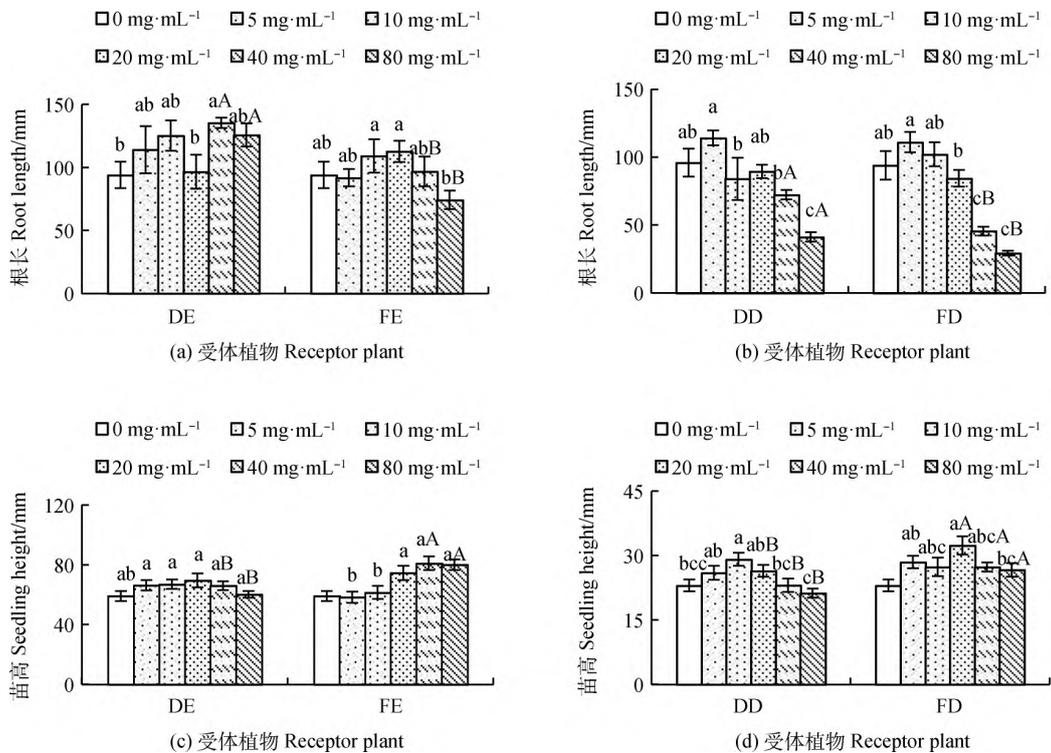


图 3 溪黄草浸提液对 2 种杂草幼苗根长和苗高的影响

Fig. 3 Effects of extract *R. serrae* on root length and height of two weed seedlings

2.3 不同浓度溪黄草浸提液对杂草幼苗生理指标的影响

2.3.1 不同浓度溪黄草浸提液对杂草幼苗叶绿素含量的影响

从图 4a-4b 可知,溪黄草干样浸提液

在 20,40 mg · mL⁻¹ 时对稗草、马唐的叶绿素 a 起促进作用。从图 4(c)可知,溪黄草鲜样浸提液对稗草的叶绿素 b 起抑制作用,干样浸提液在 5,40,80 mg · mL⁻¹ 时对稗草的叶绿素 b 呈抑制作用,且差

异显著($P < 0.05$)。从图 4(d)可知,鲜样浸提液在 20,40 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时对马唐的叶绿素 b 呈抑制作用,差异显著($P < 0.05$)。由图 4(e)可知,干样和鲜样浸提液对稗草的类胡萝卜素都起到促进作用,差异显著($P < 0.05$)。由图 4(f)可知,在鲜样浸提液为 5,10 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 和干样浸提液为 10,20,40,80

$\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 浓度时,马唐的类胡萝卜素受到抑制,差异显著($P < 0.05$)。由图 4g-4h 可知,在 20,40 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时鲜样浸提液处理的稗草与马唐的叶绿素含量较干样浸提液处理的叶绿素含量低,且差异显著($P < 0.05$)。以上结果表明,在高浓度浸提液的化感胁迫下马唐叶绿素含量降低。

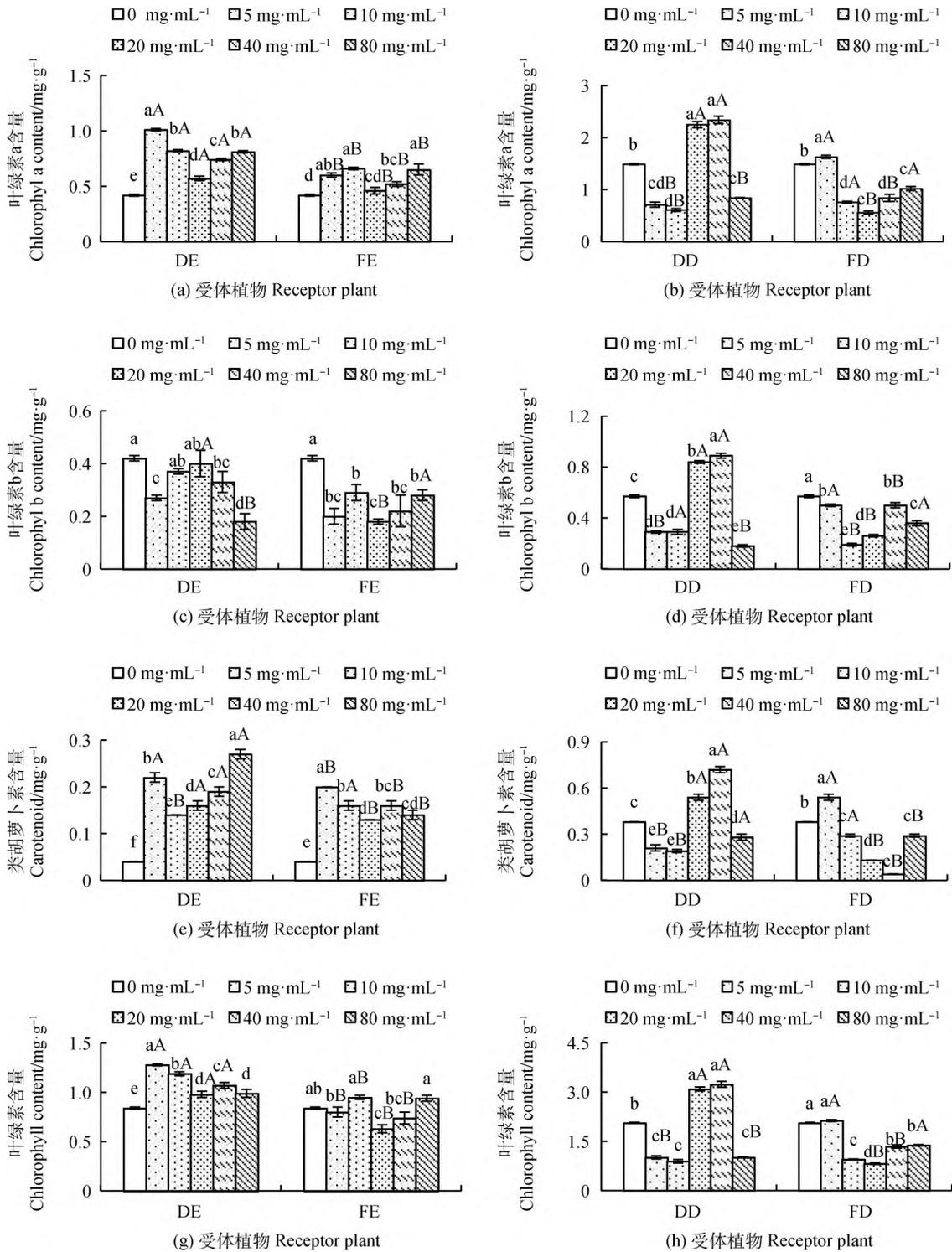


图 4 溪黄草浸提液对 2 种杂草叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effects of extract *R. serpa* on Chlorophyll content of two weeds

2.3.2 不同浓度溪黄草浸提液对杂草幼苗 POD 活性的影响 由图 5(a)可知,稗草叶片的 POD 活性随鲜样浸提液浓度的增加呈上升的趋势。在鲜样浸提液浓度为 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,稗草的 POD 活性显著升高 ($P < 0.05$)。干样浸提液为 $10 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时对稗草的 POD 活性起到促进。由图 5(b)可知,马唐的 POD 活性随鲜样与干样浸提液浓度的增加呈下降趋势,在浓度为 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$

时最低,与对照差异显著 ($P < 0.05$)。当鲜样与干样浸提液浓度超过 $5 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,马唐的 POD 活性下降,而稗草的 POD 活性上升,说明不同植物对化感作用的敏感程度不一样。干样浸提液为 $40, 80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,稗草的 POD 活性较鲜样浸提液处理的 POD 活性低,鲜样浸提液处理的马唐 POD 活性较干样浸提液处理的 POD 活性低,且差异显著 ($P < 0.05$)。

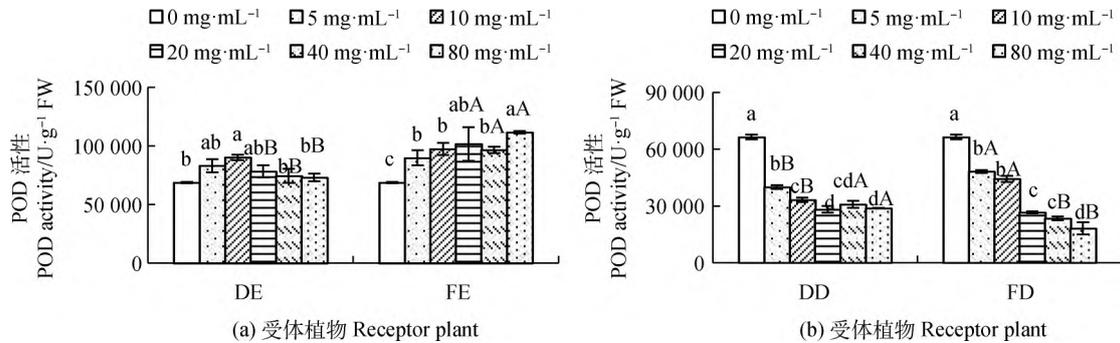


图 5 溪黄草浸提液对 2 种杂草幼苗 POD 活性的影响

Fig. 5 Effects of extract *R. serrae* on POD activity of two weed seedlings

注:FW 代表鲜重,下图同

Note:FW stands for Fresh weight, the same as below

2.3.3 不同浓度溪黄草浸提液对杂草幼苗 CAT 活性的影响 由图 6(a)可知,同 POD 结果相似,当鲜样、干样浸提液浓度为 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,稗草的 CAT 活性显著升高 ($P < 0.05$),干样浸提液处理的稗草种子 CAT 活性从低浓度到高浓度呈上升的趋势。由图

6(b)可知,马唐叶片的 CAT 活性随鲜样浸提液浓度的增加呈下降趋势,干样浸提液处理的马唐种子在浓度为 $5 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时为最低值,与对照差异显著 ($P < 0.05$)。在 $40 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时干样浸提液处理的稗草 CAT 活性较鲜样浸提液处理的 CAT 活性低。

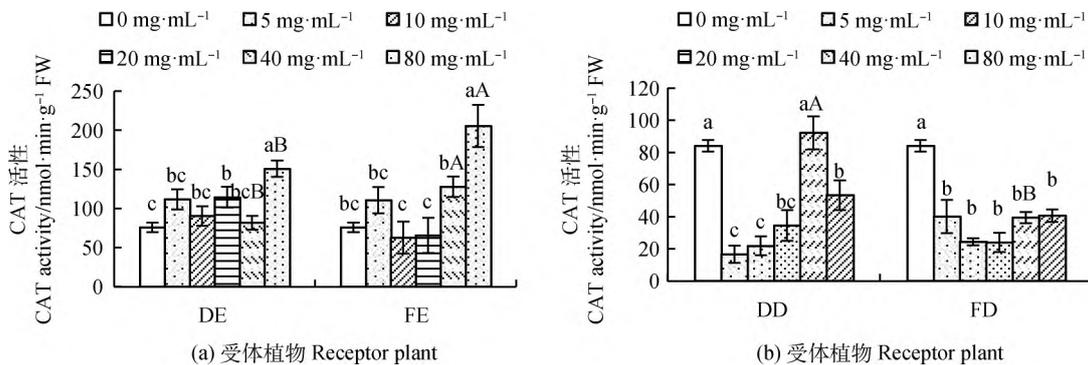


图 6 溪黄草浸提液对 2 种杂草幼苗 POD 活性的影响

Fig. 6 Effects of extract *R. serrae* on POD activity of two weed seedlings

2.4 不同浓度溪黄草浸提液对杂草的综合化感效应

为了探明溪黄草浸提液对 2 种杂草幼苗生长的影响,采用了化感作用效应指数。溪黄草干样浸提液处理促进了稗草的发芽率、苗高和根长。干样和鲜样浸提液为 $40, 80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 浓度时,稗草种子的发芽势、发芽指数起抑制作用。溪黄草鲜样浸提液在 $5, 10$

$\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 浓度时对马唐的苗高和活力指数起促进作用,而随着溪黄草鲜样浸提液浓度的升高,对马唐的抑制作用逐渐增强,在 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时抑制作用达到最高,表现为“低促高抑”的双重效应。在干样浸提液浓度为 $5 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,对马唐的苗高、根长、活力指数起促进作用,当干样浸提液高于 $20 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,对马唐的发芽率、发芽势、发芽指数、根长、活力指数

起抑制作用,且随着浓度的升高抑制作用逐渐增强(表 1)。

为综合比较溪黄草浸提液对稗草与马唐的化感效应,分析溪黄草不同处理的浸提液对 2 种杂草的化感作用,统计 2 种杂草的化感效应指数并计算出化感综合效应指数(表 2)。干样浸提液浓度为 5, 10, 20, 40 mg · mL⁻¹ 时对稗草起促进作用,在 80 mg · mL⁻¹ 时起到一定程度的抑制,而在鲜样浸提液处理下稗草的化感综合效应都受到促进。干样浸

提液为 5, 10 mg · mL⁻¹ 时对马唐起到促进作用,在 20, 40, 80 mg · mL⁻¹ 时对马唐起到抑制作用(表 2), 表现为“低促高抑”的双重效应。鲜样浸提液为 5, 20 mg · mL⁻¹ 时对马唐起到促进作用,在 10, 40, 80 mg · mL⁻¹ 时对马唐起到抑制作用(表 2)。根据化感综合效应排名,溪黄草浸提液对这两种杂草的化感综合效应强弱顺序为:干样浸提液处理的马唐种子 > 鲜样浸提液处理的马唐种子 > 干样浸提液处理的稗草种子 > 鲜样浸提液处理的稗草种子。

表 1 溪黄草浸提液对 2 种杂草的化感效应指数

Table 1 Allelopathic response index of extract of *R. serra* on two weeds

| 受试植物 Test plant | 处理 Treatment | 发芽率 RI 值 Number of germination rate RI | 发芽势 RI 值 Number of germination energy RI | 发芽指数 RI 值 Number of germination index RI | 苗高 RI 值 Number of seeding height RI | 根长 RI 值 Number of root length RI | 活力指数 RI 值 Number of vigor index RI |
|-----------------------------|-------------------|---|---|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 稗草 <i>E. crusgalli</i> | EDR ₅ | 0.02 | -0.02 | -0.06 | 0.12 | 0.18 | 0.05 |
| | EDR ₁₀ | 0.02 | -0.02 | -0.04 | 0.12 | 0.20 | 0.08 |
| | EDR ₂₀ | 0.07 | 0.04 | -0.01 | 0.13 | 0.03 | 0.14 |
| | EDR ₄₀ | 0.04 | -0.01 | -0.14 | 0.10 | 0.31 | -0.04 |
| | EDR ₈₀ | 0.00 | -0.13 | -0.26 | 0.02 | 0.25 | -0.25 |
| | EFR ₅ | 0.05 | 0.00 | 0.01 | -0.01 | -0.02 | -0.01 |
| | EFR ₁₀ | 0.04 | -0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.14 | 0.05 |
| | EFR ₂₀ | -0.05 | -0.07 | -0.09 | 0.21 | 0.17 | 0.13 |
| | EFR ₄₀ | -0.03 | -0.06 | -0.13 | 0.27 | 0.03 | 0.16 |
| | EFR ₈₀ | 0.03 | -0.02 | -0.10 | 0.26 | -0.21 | 0.18 |
| 马唐 <i>D. sanguinalis</i> | EDR ₅ | -0.03 | -0.03 | -0.01 | 0.11 | 0.16 | 0.10 |
| | EDR ₁₀ | -0.02 | 0.01 | -0.03 | 0.21 | -0.12 | 0.19 |
| | EDR ₂₀ | -0.07 | -0.05 | -0.07 | 0.13 | -0.07 | 0.06 |
| | EDR ₄₀ | -0.04 | -0.09 | -0.14 | 0.00 | -0.25 | -0.14 |
| | EDR ₈₀ | -0.16 | -0.46 | -0.41 | -0.08 | -0.57 | -0.45 |
| | EFR ₅ | 0.01 | -0.01 | 0.00 | 0.19 | 0.14 | 0.19 |
| | EFR ₁₀ | -0.11 | -0.15 | -0.13 | 0.16 | 0.06 | 0.03 |
| | EFR ₂₀ | -0.06 | -0.09 | -0.07 | 0.29 | -0.12 | 0.23 |
| | EFR ₄₀ | -0.04 | -0.35 | -0.25 | 0.16 | -0.53 | -0.11 |
| | EFR ₈₀ | -0.12 | -0.46 | -0.26 | 0.14 | -0.69 | -0.14 |

注:EDR 代表溪黄草干样处理的浸提液,EFR 代表溪黄草鲜样处理的浸提液。下表同

Note:EDR represents *R. serra* extract of dry sample treatment,EFR represents *R. serra* extract of fresh sample treatment. The same as below

表 2 溪黄草浸提液对 2 种杂草的化感综合效应

Table 2 Synthetical allelopathic effects of extract of *R. serra* on two weeds

| 受试植物 Test plant | 处理 Treatment | 浸提液浓度 Extract concentration/mg · mL ⁻¹ | | | | | 平均 Average | 排名 Ranking |
|--------------------------|-----------------|---|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|
| | | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 | | |
| 稗草 <i>E. Crusgalli</i> | EDR | 0.048 | 0.060 | 0.067 | 0.043 | -0.062 | 0.031 | 3 |
| | EFR | 0.003 | 0.045 | 0.050 | 0.040 | 0.023 | 0.032 | 4 |
| 马唐 <i>D. sanguinalis</i> | EDR | 0.050 | 0.040 | -0.012 | -0.110 | -0.355 | -0.077 | 1 |
| | EFR | 0.087 | -0.023 | 0.030 | -0.187 | -0.255 | -0.070 | 2 |

3 讨论

植物次生代谢产物种类繁多,结构多样,目前,发现主要起化感作用的次生代谢物质主要有黄酮

类、醌类、萜类、酚类、香豆素类、糖和糖苷类、生物碱和非蛋白氨基酸 8 类^[29]。在关于溪黄草的大量化学成分研究中发现,溪黄草中主要含有萜类、黄酮类、挥发油、甾醇类、微量元素、香豆素类和酚类等多

种化学成分^[30]。而在本试验中,溪黄草干样与鲜样浸提液对马唐种子萌发和幼苗生长具有化感抑制作用,可能是溪黄草水浸提液中的萜类、黄酮类、香豆素类和酚类等化学物质使这两种杂草种子的生理代谢活动发生异常。这些次生代谢产物到达受体植物之后,通过影响植物细胞膜的通透性、植物的光合作用和呼吸作用、各种酶系活力等,干扰受体植物的正常生长^[31]。但是对稗草与马唐起主要作用的化感物质还需待进一步研究。

提取液的浓度、化感物质的种类以及植物的品种,都会在一定层面上影响植物的化感作用^[32-33]。不种植物对化感作用的反应程度各不相同,化感物质显示出选择性和特异性,以及化感效应与提取液浓度的相关性^[34]。化感物质的选择性和特异性主要表现在两个方面,一是化感物质对不同植物的化感作用不同,如香丝草(*Conyza bonariensis* L.)茎叶浸提液对马唐有较强抑制作用,而对裂叶牵牛(*Pharbitis hederacea* L.)抑制作用较弱^[35]。另一方面是化感物质对同一受体植物不同器官的作用不同,如扁穗牛鞭草(*Hemarthria compressa*)对白三叶(*Trifolium repens* L.)和红三叶(*Trifolium pratense* L.)幼根的生长具有抑制作用,对幼苗的生长却表现为促进作用^[36]。在本试验中,低浓度的溪黄草浸提液对稗草种子的萌发率无显著变化,而对马唐种子萌发具有抑制作用,且随着浸提液浓度的增大,抑制效果越明显。本试验中化感物质对 2 种杂草的化感作用不同,与王俐媛等^[37]在 3 种圭亚那柱花草(*Stylosanthes guianensis* Sw.)根系分泌物对杂草幼苗生长的影响结果相符。在 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,鲜样浸提液抑制稗草的根长,且差异显著($P < 0.05$)。在鲜样浸提液浓度为 $20, 40, 80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,马唐根长受到抑制,且差异显著($P < 0.05$)。马唐幼苗根系对浸提液化感作用的反应较稗草更敏感,这可能与化感物质的选择性和特异性有关,浸提液浓度越高化感物质越多,或是根部直接接触浸提液,更容易受到化感物质毒害。POD 和 CAT 是抗氧化酶系统中控制植物体内活性氧积累最主要的酶,同样,对于植物的健康生长,它们也有着至关重要的保护作用^[38]。本试验中,浸提液处理受试杂草后,稗草幼苗在高浓度时的 POD 和 CAT 活性均高于对照,而马唐幼苗的 POD 和 CAT 活性均低于对照,这可能是幼苗受到化感胁迫后,体内过氧化产物增多而启动的一种应激机制,以诱导幼苗体内抗氧化能力增加。但当浸提液升高到一定浓度时,保护酶活性下降,幼苗体

内氧化产物累积量已超过可调节范围,植物不能全面有效清除活性氧而造成积累,使得酶活性下降,膜脂过氧化作用加强^[39]。

不同处理的水浸提液对植物的化感作用表现也不同,在 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,鲜样浸提液处理对稗草的化感综合效应呈正数,干样浸提液处理对稗草的化感综合效应呈负数;鲜样浸提液对马唐的化感综合效应抑制效果较干样浸提液低。综上所述,干样浸提液比鲜样浸提液的抑制效果强,与梁军等^[21]所得出的粉末浸提液对 3 种禾草的化感效应强于整株浸提液结果相符。推测其原因可能是粉末制备的浸提液,在粉碎过程中可能会破坏植物的内部组织,释放出在自然条件下不释放的酶、无机盐和含氮物,对结果产生影响^[40]。本试验结果得出,干样浸提液比鲜样浸提液的抑制效果强,未来可在溪黄草干样浸提液中提取有效化感物质或配置成绿色农药进行利用。

由于本试验仅在室内进行,未能考虑其他自然与非自然因素的干扰。对于溪黄草发挥作用的化感物质及室外自然条件下对不同植物的化感作用,有效化感物质的提取和配置成生物除草剂还需进一步研究,以揭示溪黄草的主要释放途径及对不同杂草的化感作用,为溪黄草的综合利用提供新的思路。

4 结 论

溪黄草干样与鲜样浸提液对马唐种子萌发和幼苗生长具有化感抑制作用,且随着浸提液浓度的提高对马唐的化感抑制作用逐渐升高,表现为“低促高抑”的双重效应。而溪黄草浸提液对稗草整体表现为促进作用,在 $80 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时有一定程度的抑制作用。溪黄草干样浸提液较鲜样浸提液对稗草和马唐的化感抑制作用强,可考虑从溪黄草干样浸提液中提取有效化感物质。

参 考 文 献

- [1] RICE E L. Allelopathy[M]. 2nd ed. New York: Academic Press, 1984: 1-50
- [2] SCHULZ M, MAROCCO A, TABAGLIO, et al. Benzoxazinoids in rye allelopathy—from discovery to application in sustainable weed control and organic farming[J]. Journal of Chemical Ecology, 2013, 39(2): 154-174
- [3] KATO-NOGUCHI H, PETERS R J. The role of momilactones in rice allelopathy[J]. Journal of Chemical Ecology, 2013, 39: 175-185

- [4] WESTON L A, ALSAADAWI I S, BAERSON S R. Sorghum allelopathy-From ecosystem to molecule[J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2013, 39(2): 142-153
- [5] BOGATEK R, GNIAZDOWSKA A, ZAKRZEWSKA W, et al. Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth[J]. *Biologia Plantarum*, 2006, 50(1): 156-158
- [6] FRAGASSO M, IANNUCCI A, PAPA R. Durum wheat and allelopathy: Toward wheat breeding for natural weed management[J]. *Frontiers Plant in Science*, 2013, 4: 375
- [7] 王建花, 陈婷, 林文雄. 植物化感作用类型及其在农业中的应用[J]. *中国生态农业学报*, 2013, 21(10): 1173-1183
- [8] FAROOQ M, JABRAN K, CHEEMA Z A, et al. The role of allelopathy in agricultural pest management[J]. *Pest Management Science*, 2011, 67(5): 493-506
- [9] VYVYAN J R. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals[J]. *Tetrahedron*, 2002, 58(9): 1631-1646
- [10] JABRAN K, MAHAJAN G, SARDANA, et al. Allelopathy for weed control in agricultural systems[J]. *Crop Protection*, 2015, 72: 57-65
- [11] MACIAS F A, MOLINILLO J M, GALINDO J C, et al. The use of allelopathic studies in the search for natural herbicides [J]. *Journal of Crop Production*, 2001, 4(2): 237-255
- [12] 居学海, 翟宇峰, 翟锦库, 等. 溪黄草中三种活性组分的电子结构与抗癌活性[J]. *郑州大学学报(自然科学版)*, 1997(3): 82-88
- [13] 李汉章, 蔡时可, 张繁, 等. 南药溪黄草应用现状研究进展[J]. *亚热带农业研究*, 2020, 16(2): 138-142
- [14] 郑琴. 溪黄草化学成分的研究[D]. 延吉: 延边大学, 2010: 10
- [15] 张英英, 魏玉杰, 杨宪忠, 等. 药用植物连作障碍形成机理研究进展[J]. *现代农业科技*, 2023(3): 87-91
- [16] 敖礼林. 稻田稗草的危害及综合防控措施[J]. *科学种养*, 2021(7): 5-7
- [17] 马金虎, 杨文秀, 孙亮亮, 等. 紫茎泽兰提取物对3种杂草的化感胁迫作用[J]. *生态学报*, 2018, 38(10): 3514-3523
- [18] WEBSTER T H, COBLE H D. Changes in the weed species composition of the southern United States: 1974 to 1995[J]. *Weed Technology*, 1997, 11(2): 308-317
- [19] 冀营光. 细菌除草剂马唐致病菌的筛选[D]. 天津: 河北工业大学, 2006: 2-25
- [20] 张帅. 我国主要农作物田杂草防控技术[J]. *杂草学报*, 2020, 38(2): 50-55
- [21] 梁军, 全小龙, 张杰雪, 等. 3种禾草水提取液对其种子发芽和幼苗生长的潜在化感作用[J]. *草业学报*, 2020, 29(7): 81-89
- [22] 梁军, 全小龙, 史惠兰, 等. 甘肃马先蒿对五种禾草的化感潜力研究[J]. *草地学报*, 2019, 27(4): 889-897
- [23] 曾任森. 化感作用研究中的生物测定方法综述[J]. *应用生态学报*, 1999(1): 125-128
- [24] 张淑珍, 张帆, 董姬妃, 等. 香樟凋落叶分解对3种草坪草的化感作用[J]. *草业科学*, 2018, 35(9): 2095-2104
- [25] 刘雅婧, 蒙仲举, 党晓宏, 等. 狼毒浸提液对3种牧草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. *草业学报*, 2019, 28(8): 130-138
- [26] WILLIAMSON G B, RICHARDSON D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls[J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1988, 14(1): 181-187
- [27] 高玉莲, 常静, 王贻卉, 等. 瑞香狼毒根提取物对3种作物种子萌发和幼苗生长的化感作用[J]. *草业学报*, 2021, 30(10): 83-91
- [28] 范晓月. 喜树生物碱类物质对8种草本观赏植物的化感作用研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2020: 15
- [29] 朱峰, 何永福, 叶照春. 植物化感作用研究进展[J]. *耕作与栽培*, 2014(1): 52-54, 36
- [30] 谢兴亮, 盛艳梅. 溪黄草的研究进展[J]. *医药导报*, 2011, 30(4): 494-497
- [31] 杨浩娜, 周成言, 邬腊梅, 等. 植物化感物质的作用机理研究进展[J]. *湖南农业科学*, 2022(3): 108-112
- [32] 左郎, 王树森, 马迎梅, 等. 火炬树浸提液对两种草坪草种子萌发的影响[J]. *草地学报*, 2021, 29(9): 1927-1933
- [33] 黄玉梅, 张杨雪, 刘庆林, 等. 孔雀草水浸提液对4种园林植物化感作用的研究[J]. *草业学报*, 2015, 24(6): 150-158
- [34] 姜男. 芳香植物对杂草的化感抑制作用研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2015: 7
- [35] 刘荷芬, 樊金献, 侯双. 香丝草对几种杂草的化感作用研究[J]. *河南科技学院学报(自然科学版)*, 2008(1): 14-16
- [36] 杨菲, 黄乾明, 杨春华, 等. 扁穗牛鞭草水浸液化感作用及化学成分分析[J]. *四川农业大学学报*, 2008(3): 232-236
- [37] 王俐媛, 王坚, 丁西朋, 等. 3种圭亚那柱花草根系分泌物对杂草幼苗生长的影响[J]. *草地学报*, 2022, 30(6): 1500-1508
- [38] 李璇, 岳红, 王升, 等. 影响植物抗氧化酶活性的因素及其研究热点和现状[J]. *中国中药杂志*, 2013, 38(7): 973-978
- [39] ROSHCHINA V V, ROSHCHINA V D. The excretory function of higher plants[M]. Heidelberg: Springer Berlin, 1993: 213-215
- [40] 韩小燕. 胡葱对番茄幼苗化感作用的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009: 29-32

(责任编辑 刘婷婷)

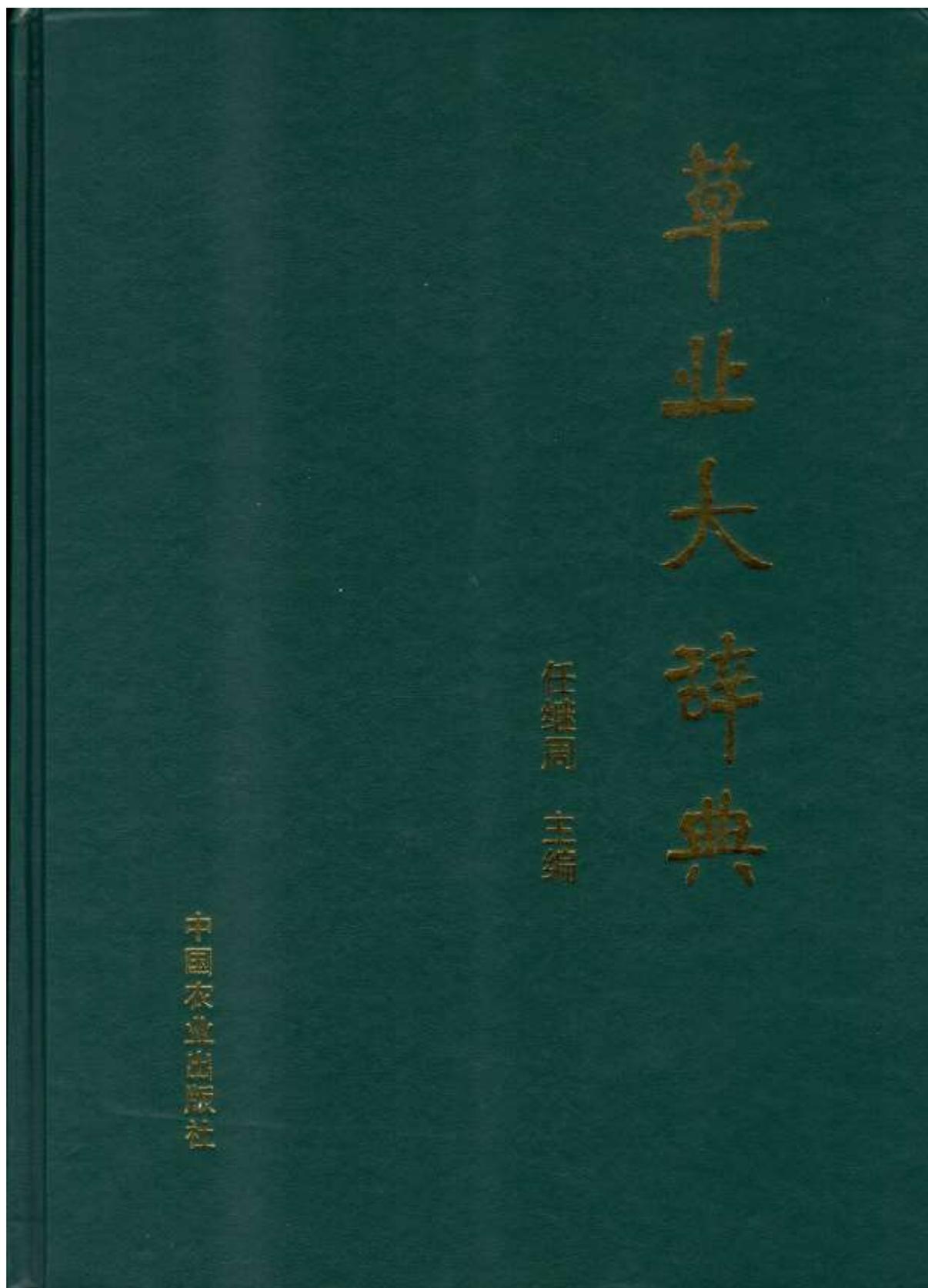
中国标准连 : ISSN 1007-0435
续出版物号 : CN 11-3362/S

定 : 55.00元 /册
价 : 660.00元 /年



4.学术专著

4.1 草业大辞典



顾问委员会

主任：洪绶曾

委员（以姓氏拼音为序）：

董玉琛 范云六 李文华 刘更另 卢良恕 石元春

孙鸿烈 王培 许鹏 许令妊 张子仪 祝廷成

宗锦耀

编辑委员会

主编：任继周

副主编：胡自治 张喜武 南志标

委员（以姓氏拼音为序）：

高洪文 郭佩玉 韩建国 蒋文兰 李建东 李向林

李毓堂 刘加文 刘连贵 刘照辉 龙瑞军 卢欣石

卢小良 沈益新 沈禹颖 王堃 王彦荣 徐百志

杨中艺 云锦凤 章力建 张巨明 张英俊 张知彬

张自和 周禾 朱昌平 朱伟云

统筹

刘加文 卢欣石

秘书处

秘书长：徐百志（北京） 杨 智（北京） 林慧龙（兰州）

成 员：时彦民 杨 季 吴凯锋 陶伟国 因 丁 左 昆

韩永增 谢建兵 张 静 郝弘敏

统稿审定组

组 长：任继周

副组长：胡自治 卢欣石 张自和

成 员：陈佐忠 汪 玺 牟新待 郭佩玉 沈益新 林慧龙

英文编审

朱昌平（新西兰梅西大学）

分支编写组

综合组

主 编：胡自治 刘加文

成 员：卢欣石 崔 颀 李新文 赵晋军 胡永浩 汪 玺

张德罡 刘学录 杨富裕 吴凯锋 姚 拓

天然草地组

主 编：李向林 张英俊

成 员：戎郁萍 邵新庆 韩国栋 王成杰 李志强 何 峰

万里强

栽培草地组

主 编：王彦荣 卢小良

成 员：傅 华 沈禹颖 沈益新 郭和蓉 解新明 张建国
杨惠敏 王晓娟 孙建华 余 玲 李志华 曾彦军
张建全 肖金玉 张丽静 张吉宇

草地保护组

主 编：南志标 张知彬

成 员：李春杰 段廷玉 李彦忠 赵 莉 陈秀蓉 宛新荣

草地资源与环境组

主 编：陈全功 赵 军

成 员：汪 玺 周青平 蒲小鹏 林慧龙 刘发央 严江平
梁天刚 田 英 李秀丽 魏 伟 贾新会 任皓晨
李 霞

草类植物遗传育种组

主 编：云锦凤 韩建国

成 员：戎郁萍 陈志宏 王 赞 云 岚 张蕴薇 杨青川
康俊梅 郭振飞 方 程 米福贵 王赞文 王显国

草坪绿地组

主 编：张巨明 刘照辉

成 员：董朝霞 张向前 陈 勇

草畜产品生产加工组

主 编：郭佩玉 孙吉雄

成 员：丁至成 陈宝书 柴 琪 孙敬先 洪 浩 宋 波
席庆国

目 录

序言

凡例

| | |
|--------------|------|
| 词目正文 | 1 |
| 词目英文索引 | 1095 |
| 拉丁文索引 | 1281 |
| 跋 | 1331 |

图书在版编目 (CIP) 数据

草业大辞典/任继周主编. —北京: 中国农业出版社, 2008. 6
ISBN 978-7-109-12659-6

I. 草… II. 任… III. 草原学-词典 IV. S812-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 070075 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)

责任编辑 郭永立 顾景辰

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 84.25
字数: 3400 千字 印数: 1~3 000 册
定价: 280.00 元

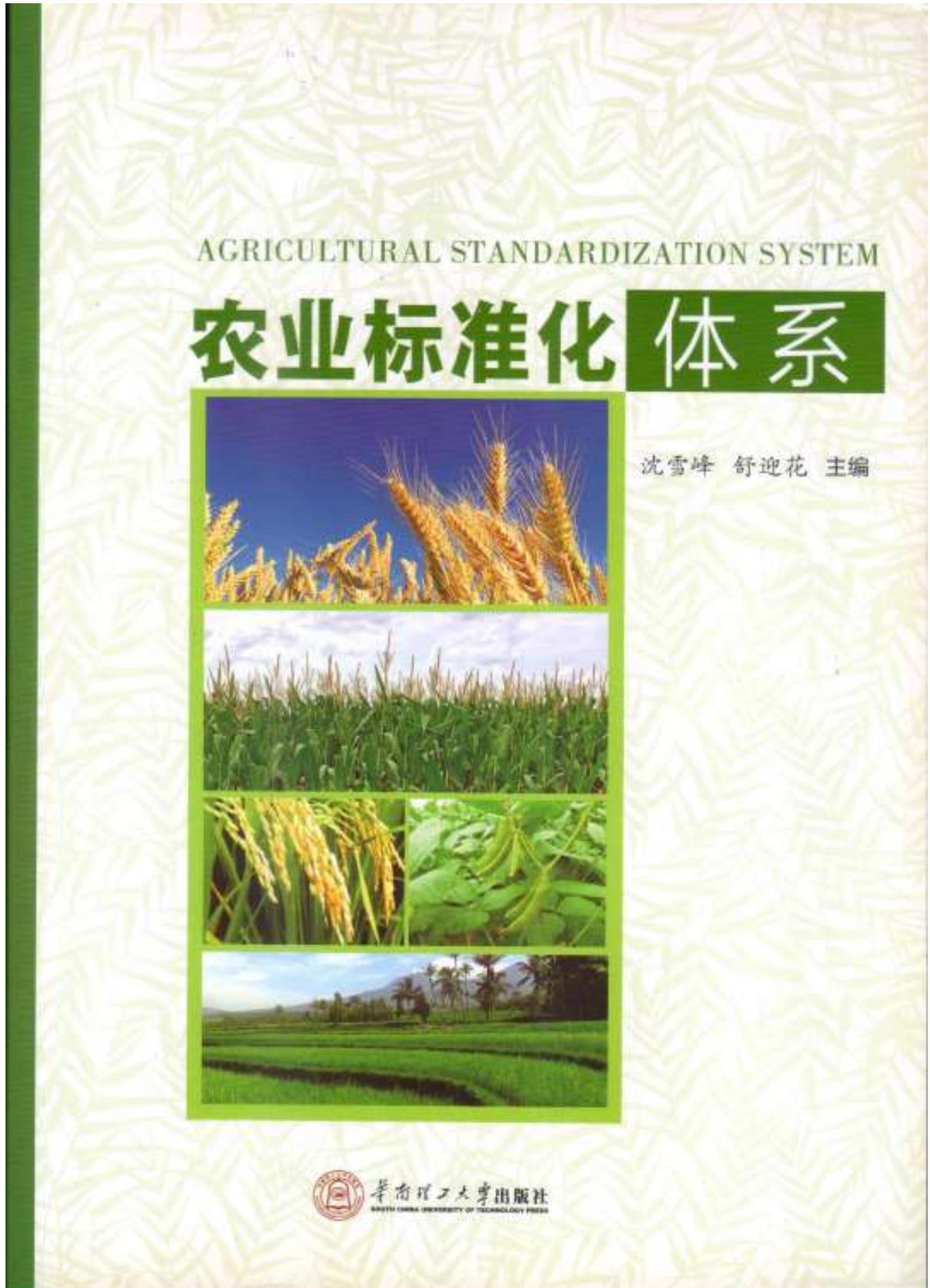
(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

ISBN 978-7-109-12659-6



9 787109 126596 >

4.2 农业标准化体系



编委会

主 编 沈雪峰 (华南农业大学)

副主编 舒迎花 (华南农业大学)

参 编 (按姓氏汉语拼音排序)

陈 勇 (华南农业大学)

董朝霞 (华南农业大学)

袁旭峰 (中国农业大学)

赵宏伟 (海南大学)

赵 强 (新疆农业大学)

张 倩 (东北农业大学)

目 录

| | |
|-----------------------|----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 农业标准化研究的对象和任务 | 1 |
| 一、标准与标准化 | 1 |
| 二、农业标准的概念和内涵 | 2 |
| 三、农业标准化的概念、范围和内容 | 3 |
| 四、农业标准化的学科性质和主要任务 | 5 |
| 第二节 农业标准化的发展简史 | 5 |
| 一、我国农业标准化发展简史 | 5 |
| 二、国外农业标准化发展简史 | 12 |
| 第三节 农业标准化的重要作用 | 26 |
| 一、现代农业科学实践和管理的重要基础 | 26 |
| 二、实现农业科技成果转化的重要措施 | 26 |
| 三、发展现代农业的重要途径 | 27 |
| 四、保护环境和保障人类健康与安全的重要方式 | 28 |
| 五、增强我国农业竞争力的重要手段 | 28 |
| 本章小结 | 29 |
| 延伸阅读 | 29 |
| 复习思考题 | 30 |
| 第二章 农业概述 | 31 |
| 第一节 农业的概念、内涵及其本质 | 31 |
| 一、农业的概念 | 31 |
| 二、农业的内涵 | 31 |
| 三、农业生产的本质 | 32 |
| 第二节 农业的特点和发展阶段 | 32 |
| 一、农业的基本特点 | 32 |
| 二、农业的发展阶段 | 33 |
| 本章小结 | 35 |
| 延伸阅读 | 36 |
| 复习思考题 | 39 |
| 第三章 农业标准化概述 | 40 |
| 第一节 农业标准化的原理 | 40 |
| 一、农业标准化的基本原理 | 40 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| 二、农业标准化的方法原理 | 42 |
| 三、农业标准化系统管理原理 | 48 |
| 四、农业标准化原理间的关系 | 49 |
| 第二节 农业标准化的基本原则 | 50 |
| 一、超前预防原则 | 50 |
| 二、协商一致原则 | 50 |
| 三、统一有度原则 | 50 |
| 四、变动有序原则 | 50 |
| 五、互相兼容原则 | 51 |
| 六、系列优化原则 | 51 |
| 七、阶梯发展原则 | 51 |
| 八、滞阻即废原则 | 51 |
| 第三节 农业标准化的特点 | 51 |
| 一、农业标准化的生物性特点 | 52 |
| 二、农业标准化的区域性特点 | 52 |
| 三、农业标准化的复杂性特点 | 52 |
| 四、文字标准和实物标准同步 | 52 |
| 第四节 农业标准化的范畴 | 53 |
| 一、对象或领域 | 53 |
| 二、内容 | 54 |
| 三、级别 | 55 |
| 第五节 农业标准化的形式 | 56 |
| 一、简化 | 56 |
| 二、统一化 | 56 |
| 三、农业超前标准化 | 57 |
| 五、农业动态标准化 | 58 |
| 本章小结 | 58 |
| 延伸阅读 | 59 |
| 复习思考题 | 60 |
| 第四章 农业综合标准化 | 61 |
| 第一节 农业综合标准化的基本概念 | 61 |
| 一、农业综合标准化 | 61 |
| 二、农业标准综合体 | 61 |
| 三、农业标准体系 | 61 |
| 四、农业综合标准化与农业标准体系的关系 | 62 |
| 五、农业综合标准化的相关要素 | 62 |
| 第二节 农业综合标准化的特点和意义 | 63 |
| 一、农业综合标准化的特点 | 63 |
| 二、农业综合标准化的意义 | 64 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| 三、农业综合标准化的基本原则 | 65 |
| 四、农产品综合标准化的原则 | 66 |
| 第三节 农业综合标准化的实施步骤 | 68 |
| 一、准备阶段 | 68 |
| 二、规划阶段 | 69 |
| 三、制定标准阶段 | 71 |
| 四、标准综合体的贯彻实施阶段 | 72 |
| 第四节 农业综合标准化示范区模式概述 | 73 |
| 一、农业标准化示范区概述 | 73 |
| 二、农业标准化示范区模式特征分析 | 74 |
| 本章小结 | 77 |
| 延伸阅读 | 77 |
| 复习思考题 | 78 |
| 第五章 农业标准的制定与实施 | 79 |
| 第一节 制定农业标准的要求 | 79 |
| 一、农业标准制定的原则 | 79 |
| 二、农业标准制定的程序 | 81 |
| 三、农业标准修订的程序 | 83 |
| 第二节 农业标准编写的原则与要求 | 84 |
| 一、农业标准编写的原则 | 84 |
| 二、农业标准编写的标准 | 86 |
| 三、农业标准的结构 | 86 |
| 四、农业标准的内容及编写要求 | 90 |
| 第三节 农业国际标准的采用 | 92 |
| 一、基本概念 | 92 |
| 二、采用国际标准的原则 | 93 |
| 三、采用国际标准的程度 | 94 |
| 四、采用国际标准的方法 | 95 |
| 五、采用国际标准的意义 | 95 |
| 第四节 农业标准的实施 | 96 |
| 一、实施农业标准的重要性 | 96 |
| 二、实施农业标准的一般程序和方法 | 97 |
| 本章小结 | 100 |
| 延伸阅读 | 100 |
| 复习思考题 | 101 |
| 第六章 农业标准体系 | 102 |
| 第一节 农业标准的分类 | 102 |
| 一、效力分类法 | 102 |
| 二、层级分类法 | 103 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 三、性质分类法..... | 109 |
| 四、对象分类法..... | 111 |
| 第二节 农业标准体系..... | 113 |
| 一、农业标准体系的定义..... | 113 |
| 二、农业标准体系的基本特征..... | 113 |
| 三、农业标准体系的构成..... | 114 |
| 四、构建农业标准体系..... | 116 |
| 五、农业标准体系的内容..... | 117 |
| 六、农业标准体系表..... | 118 |
| 本章小结..... | 122 |
| 延伸阅读..... | 122 |
| 复习思考题..... | 126 |
| 第七章 农业质量认证体系..... | 127 |
| 第一节 农业质量认证的概述..... | 127 |
| 一、农业质量认证的概念与内涵..... | 127 |
| 二、国内外农业质量认证的发展..... | 130 |
| 第二节 农产品质量认证概述..... | 136 |
| 一、无公害农产品认证..... | 136 |
| 二、绿色食品认证..... | 140 |
| 三、有机食品认证..... | 142 |
| 四、无公害农产品、绿色食品和有机食品的关系..... | 145 |
| 五、农产品地理标志..... | 146 |
| 第三节 质量体系认证的概述..... | 148 |
| 一、ISO 9000 质量管理体系认证..... | 148 |
| 二、ISO 14000 环境管理体系认证..... | 149 |
| 三、GMP 认证..... | 151 |
| 四、HACCP 认证..... | 152 |
| 五、GAP 认证..... | 153 |
| 本章小结..... | 155 |
| 复习思考题..... | 155 |
| 第八章 农业质量监测体系..... | 156 |
| 第一节 产地环境质量监测..... | 156 |
| 一、产地环境质量标准..... | 156 |
| 二、产地环境质量监测..... | 159 |
| 第二节 农业投入品质量监测..... | 160 |
| 一、农业投入品的内涵及管理..... | 160 |
| 二、农药及使用安全..... | 160 |
| 三、化肥及使用安全..... | 161 |
| 四、种子及使用安全..... | 162 |

| | |
|----------------------|-----|
| 第三节 农产品质量安全概述 | 163 |
| 一、农产品质量安全的内涵 | 163 |
| 二、农产品质量安全主要污染源 | 166 |
| 三、农产品质量检测的意义 | 167 |
| 第四节 农业质量监测体系 | 168 |
| 一、农业质量监测体系 | 168 |
| 二、国外农产品质量监测体系 | 168 |
| 三、我国农产品质量监测体系 | 169 |
| 本章小结 | 170 |
| 复习思考题 | 170 |
| 第九章 农业品牌建设 | 171 |
| 第一节 农业品牌概述 | 171 |
| 一、品牌的概念及内涵 | 171 |
| 二、农业品牌的概念 | 172 |
| 三、农业品牌构成的表现形式 | 173 |
| 四、农业品牌的分类 | 173 |
| 五、我国农业品牌存在的问题 | 174 |
| 六、创建农业品牌的对策与建议 | 175 |
| 第二节 农业品牌战略 | 175 |
| 一、农业品牌战略及其作用 | 175 |
| 二、实施农业品牌战略的意义 | 176 |
| 三、实施农业品牌战略的措施 | 177 |
| 第三节 农业品牌建设 | 178 |
| 一、农业品牌建设的含义 | 178 |
| 二、农业品牌建设的思路 | 178 |
| 三、农业品牌建设的措施 | 179 |
| 本章小结 | 180 |
| 延伸阅读 | 180 |
| 复习思考题 | 183 |
| 第十章 农业国际贸易 | 184 |
| 第一节 农业国际贸易壁垒 | 184 |
| 一、关税壁垒 | 184 |
| 二、非关税壁垒 | 186 |
| 三、技术性贸易壁垒 | 190 |
| 四、绿色贸易壁垒 | 192 |
| 第二节 农业标准化与农业国际贸易 | 196 |
| 一、农业标准化在现代农业国际贸易中的作用 | 196 |
| 二、国际贸易中农业标准的类型及技术法规 | 198 |
| 本章小结 | 202 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 延伸阅读..... | 202 |
| 复习思考题..... | 206 |
| 第十一章 农业标准化效果及其评价 | 207 |
| 第一节 农业标准化效果概述 | 207 |
| 一、农业标准化效果的基本概念..... | 207 |
| 二、农业标准化效果产生的机理..... | 207 |
| 三、农业标准化效果评价的内容..... | 209 |
| 四、农业标准化效果评价的方法..... | 212 |
| 第二节 农业标准化经济效果的评价指标 | 214 |
| 一、农业标准化经济效果的概念..... | 214 |
| 二、农业标准化经济效果的指标体系..... | 216 |
| 第三节 农业标准化经济效果的计算 | 220 |
| 一、农业标准化经济效果的计算方法..... | 220 |
| 二、农业标准化有用效果的计算..... | 220 |
| 本章小结..... | 225 |
| 复习思考题..... | 225 |
| | |
| 附录1 中华人民共和国标准化法..... | 226 |
| 附录2 农业标准化管理办法..... | 229 |
| 附录3 广东省标准化监督管理办法..... | 231 |
| 附录4 中华人民共和国农产品质量安全法..... | 234 |
| 附录5 国家标准化委员会关于进一步加强农业标准化工作的意见..... | 240 |
| 附录6 农产品质量安全监测管理办法..... | 243 |
| 附录7 中国名牌农产品管理办法..... | 247 |
| 附录8 中华人民共和国国家标准 GB/T 30600—2014..... | 250 |
| 附录A (规范性附录) 高标准农田建设工程类型区..... | 257 |
| 附录B (规范性附录) 高标准农田建设工程体系..... | 258 |
| 附录C (资料性附录) 高标准农田建设工程技术要求..... | 264 |
| 附录D (规范性附录) 高标准农田建设统计报表..... | 268 |
| 附录9 中华人民共和国行业标准 NY/T 419—2014..... | 271 |
| 附录A (规范性附录) 绿色食品稻米类产品中镉检测项目..... | 276 |
| 附录10 广东省地方标准 DB 44/304—2006..... | 277 |
| 附录A (规范性附录) 马坝油粘米地理标志产品保护范围..... | 282 |
| | |
| 参考文献..... | 283 |

农业标准化 体系



AGRICULTURAL STANDARDIZATION SYSTEM

责任编辑：张颖
封面设计：吴俊卿



微信公众号: chen_soul
扫码关注, 共享精彩

定价: 32.00元

四、科研成果

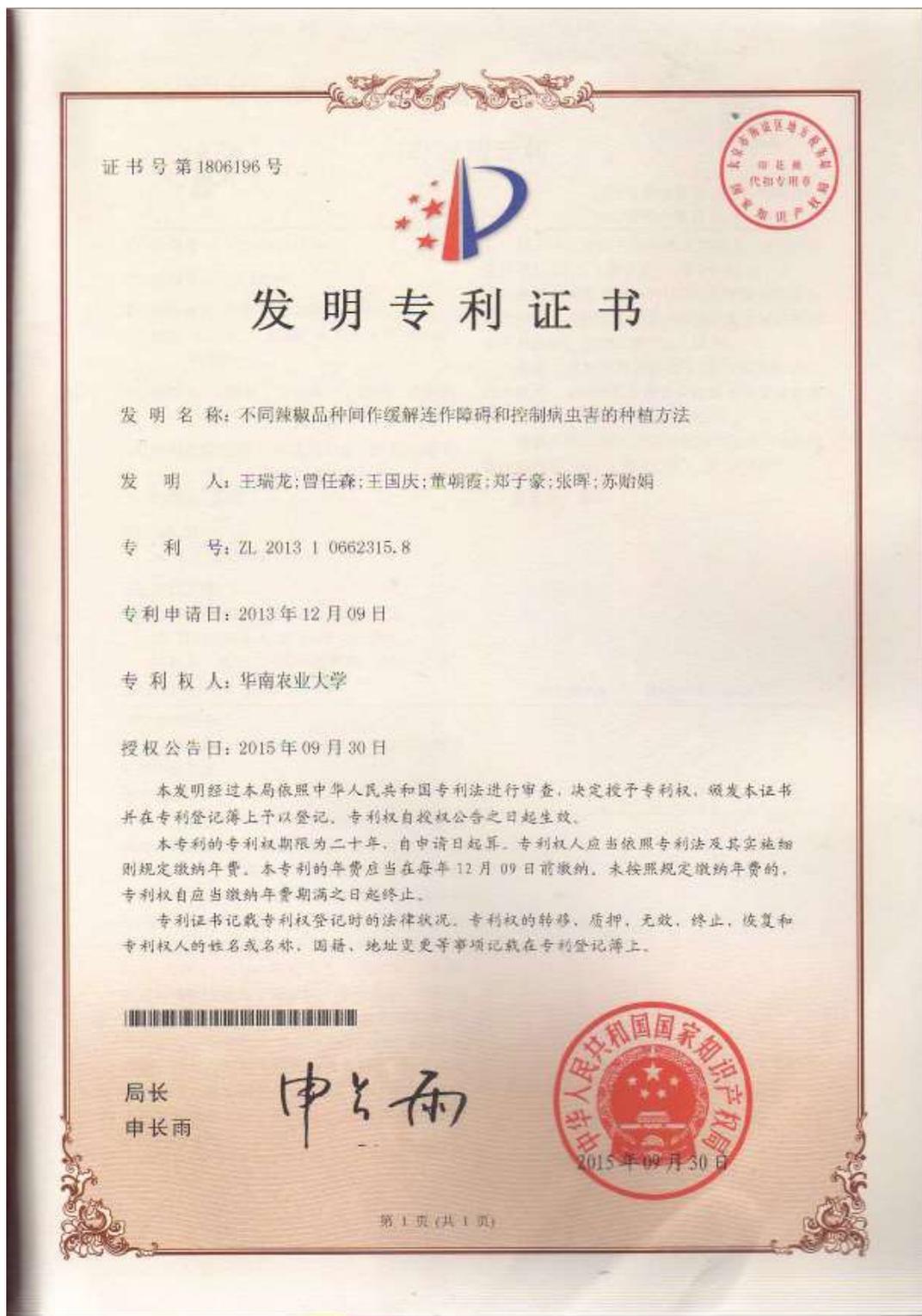
1.科技奖励证书



2. 知识产权

2.1 发明专利授权证书

2.1.1 不同辣椒品种间作缓解连作障碍和控制病虫害的种植方法



2.1.2 水稻 B3 转录因子家族基因 RAV2 的应用

证书号第 2589247 号



发明专利证书

发明名称：水稻 B3 转录因子家族基因 RAV2 的应用

发明人：张向前；解新明；柯善文；董朝霞；郭和蓉

专利号：ZL 2015 1 0009631.4

专利申请日：2015 年 01 月 07 日

专利权人：华南农业大学

授权公告日：2017 年 08 月 18 日

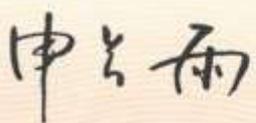
本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 01 月 07 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨



2017 年 08 月 18 日

第 1 页 (共 1 页)

2.1.3 一株诱变尖角突脐孢菌及其在防治稗草中的应用



证书号第 3755771 号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 02 月 21 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

华南农业大学

发明人：

陈勇；钟锦；董朝霞；沈雪峰；王小龙；张雷

2.1.4 一株嘴突凸脐蠕孢菌及其在防治水田杂草千金子中的应用



证书号第 3730457 号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 02 月 21 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

华南农业大学

发明人：

陈勇；俞雯雯；卢文涛；沈雪峰；钟锦；董朝霞

2.1.5 一种自动蓄水装置

证书号第2998621号



发明专利证书

发明名称：一种自动蓄水装置

发明人：王楠;董朝霞

专利号：ZL 2015 1 0946175.6

专利申请日：2015年12月09日

专利权人：华南农业大学

地址：510642 广东省广州市天河区五山路483号

授权公告日：2018年07月13日 授权公告号：CN 105544647 B

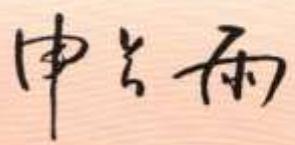
本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月09日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨



2018年07月13日

第1页(共1页)

2.2 实用新型专利授权证书

2.2.1 一种越野组织轮

证书号第 5138801 号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种越野组合轮

发明人：王楠;董朝霞

专利号：ZL 2015 2 0622605.4

专利申请日：2015 年 08 月 13 日

专利权人：华南农业大学

授权公告日：2016 年 04 月 20 日

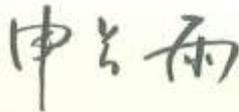
本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 08 月 13 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

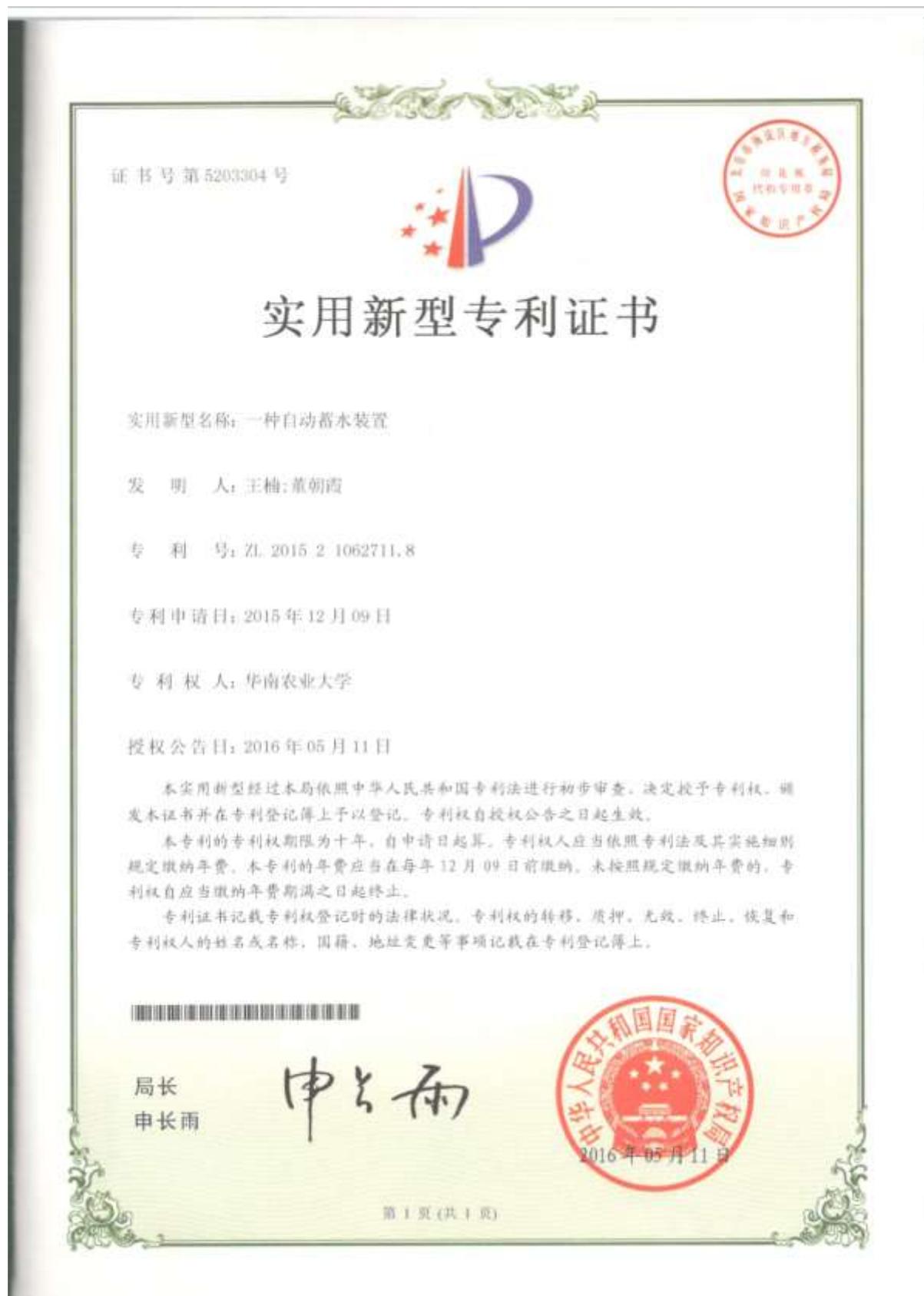


局长
申长雨

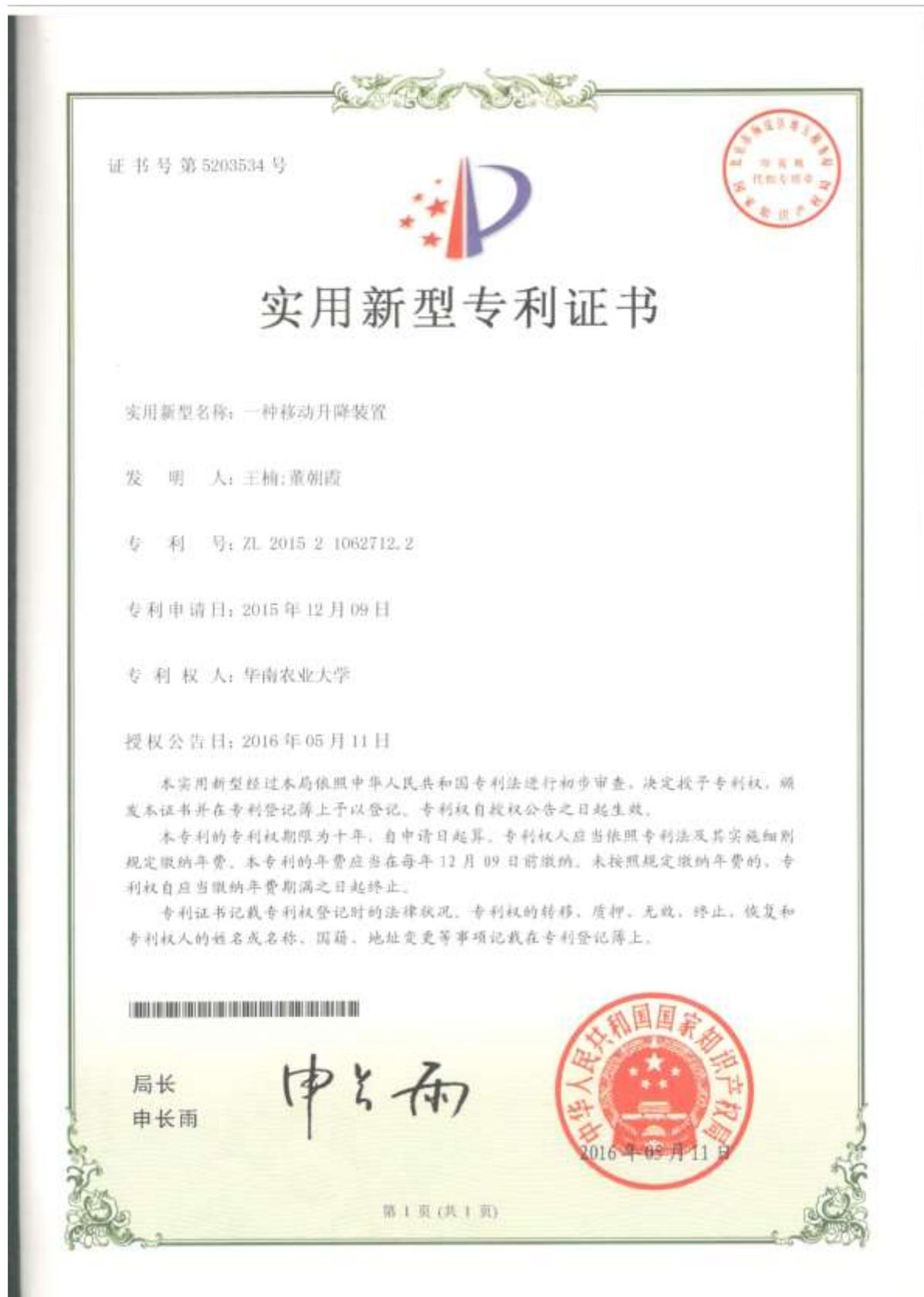


第 1 页 (共 1 页)

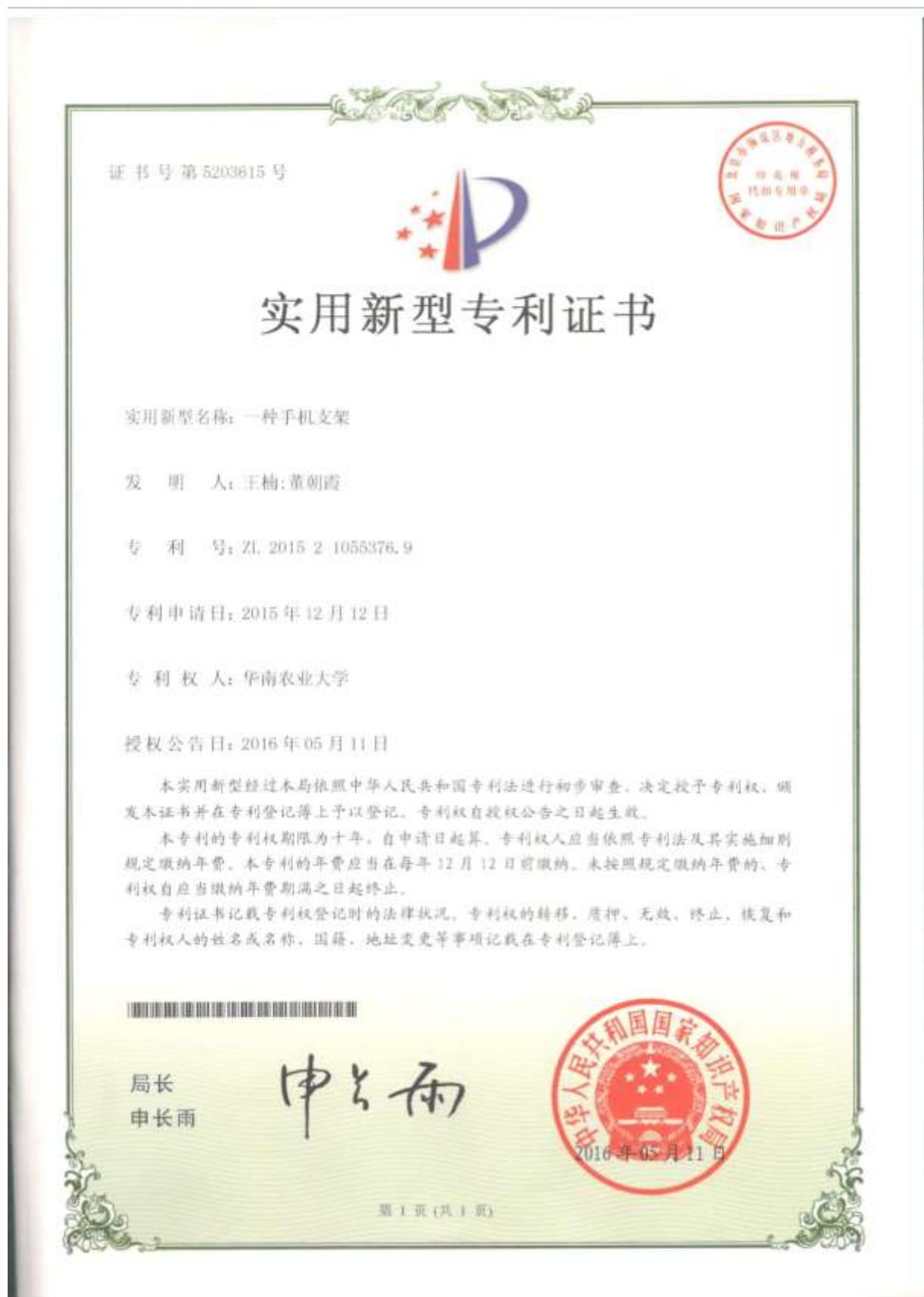
2.2.2 一种自动蓄水装置



2.2.3 一种移动升降装置



2.2.4 一种手机支架



五、其他业绩

1.指导学生学科竞赛

1.1 第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛二等奖“草类植物腊叶标本制作”



1.2 第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛二等奖“草类植物种子识别与净度分析”



中国草学会

关于举办全国草学类本科专业 2024 年青年教师授课 比赛及第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛 的通知（第二轮）

各相关高等院校：

为进一步加强一流本科专业建设，提升草学专业青年教师的教學能力与水平，促进各高校草学专业本科教學经验、方法的沟通与交流，更新教學观念，提高教學质量；促进新农科教育发展，全面提升大学生专业素质，持续推进我国高校草学专业实践教育体系建设与改革，培养学生专业技能和实践动手能力，促进各院校间的学习与交流，中国草学会决定举办“全国草学类本科专业 2024 年青年教师授课比赛”和“第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛”，现将具体事宜通知如下：

一、竞赛组织

主办单位：中国草学会

承办单位：新疆农业大学草业学院

中国草学会教育专业委员会

协办单位：甘肃农业大学草业学院

学术指导：教育部高等学校草学专业教学指导委员会

赞助单位：新疆迈特威草业有限公司

二、参赛对象、竞赛时间和地点

1、参赛对象及要求

全国草学类本科专业 2024 年青年教师授课比赛：参赛对象为全国所有开设草学类本科专业的教学单位，推荐最优秀的专业课青年教师 1~2 名参加比赛，年龄原则上不超过 40 周岁。

第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛：参赛对象为全国普通高等学校草学类专业在校本科生。各参赛院校限报一支代表队，队员 4 名，指导教师、带队教师 1~2 名。除项目 1 外，每队每个比赛项目只限 1 名学生参加（每队每个队员至少参加 1 个比赛项目，且除项目 1 外，原则上参赛队员不重复）。

2、竞赛时间

竞赛拟定于 2024 年 9 月 20 日-22 日举行（9 月 20 日报到，21 日比赛，22 日上午点评、颁奖）。

3、竞赛地点

新疆乌鲁木齐市新疆农业大学老满城校区。

三、竞赛内容及安排

全国草学类本科专业 2024 年青年教师授课比赛：所有参赛教师根据要求自主准备一节 20 分钟的教学设计和教学课件，讲授内容应选自草学本科专业的专业基础课和专业课。授课方式以课件展示、板书及说课等多种形式相结合，时间为 20 分钟；专家点评、答疑及讨论不超过 10 分钟。

第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛：根据草学类本科专业人才培养课程设置及实践技能要求，本次竞赛设以下 4 个项目。

- 1、草学综合知识比赛。
- 2、草类植物蜡叶标本制作。
- 3、草类植物种子识别与净度分析。
- 4、创新创业项目（专利、产品、设计、规划等）比赛。
具体竞赛内容、要求和评分标准见附件 1。

四、奖项设置

全国草学类本科专业 2024 年青年教师授课比赛：比赛设一等奖 3 名，二等奖 6 名，三等奖 10 名，优秀奖若干名。

第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛：大赛设团体奖和单项奖两类奖项。

1、单项奖按项目设置，每个项目根据参赛队数量在赛前确定。其中一等奖数量为参赛人数的 10%，二等奖为 20%，三等奖占 30%，优秀奖为 40%。

2、团体奖依据参赛院校团体总分评选，团体总分的计算办法由组委会在赛前确定。其中一等奖数量为参赛队数的 10%，二等奖为 20%，三等奖占 30%，优秀奖占 40%。

五、参赛评审

全国草学类本科专业 2024 年青年教师授课比赛：通过专家组现场打分（从教学设计方案、教学内容、教学组织、教学语言与教态、教学特色进行考评）计算比赛成绩，比赛结束后根据排名宣布获奖者名单，颁发奖励证书。

第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛：大赛设组委会、单项比赛评审小组，评委由各参赛单位推荐和大赛组委会邀请本领域相关专家组成，4 个单项比赛评审小组评委现场抽签确定。

六、参赛费用

本次大赛不收取会务费，参赛人员食宿统一安排，住宿费用自理。

报到地点：乌鲁木齐独山子大酒店。

住宿地点：乌鲁木齐独山子大酒店（380元/标间）；新疆农业大学继续教育学院（200-280元/标间）。

七、报名及联系方式

各参赛院校请于2024年9月5日前将《全国草学类本科专业2024年青年教师授课比赛参赛回执表》、《第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛参赛回执表》（附件1、3）以“学校（院）+回执表”命名发送至指定邮箱。

大赛组委会联系人：张树振 13095006872

王 岚 18393812779

大赛组委会邮箱：387857216@qq.com

附件1：全国草学类本科专业2024年青年教师授课比赛参赛回执表

附件2：第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛参赛回执表

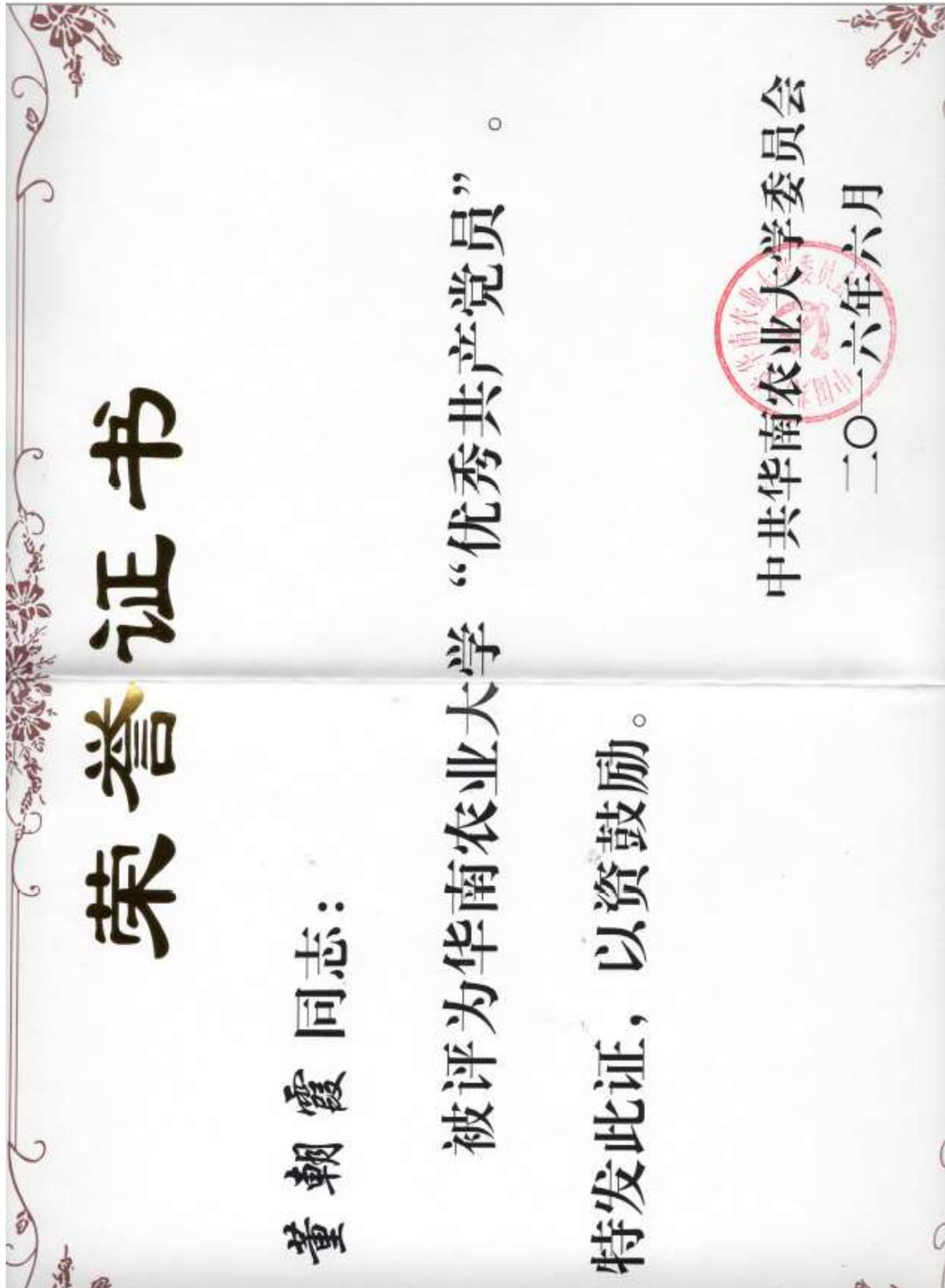
附件3：第二届全国大学生草学类本科专业技能大赛竞赛内容、要求和评分标准

附件4：日程安排

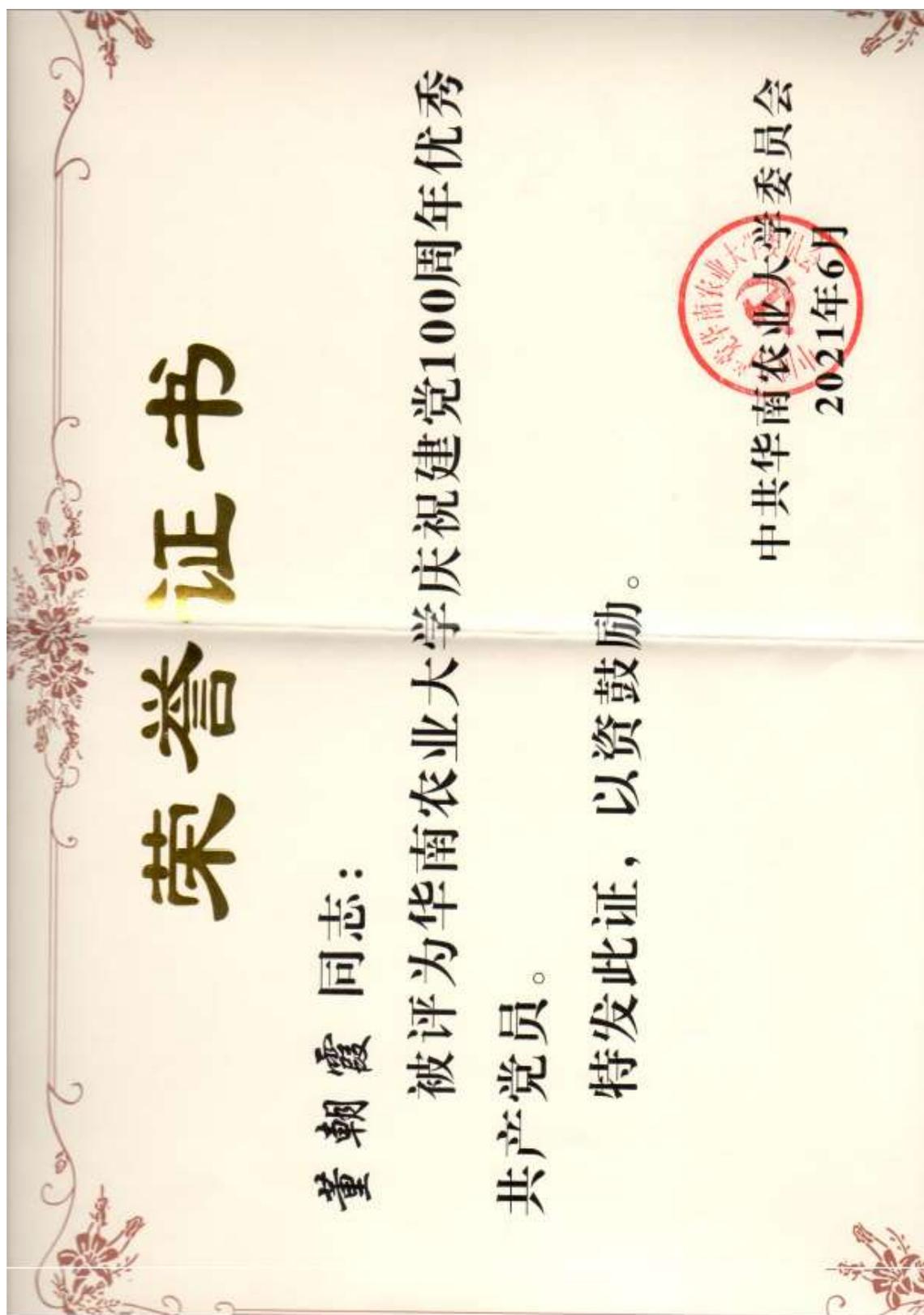


2.个人荣誉

2.1 校级“华南农业大学优秀共产党员”证书



2.2 校级“华南农业大学庆祝建党 100 周年优秀共产党员”
证书



3.科技推广专家

3.1 广东省农村科技特派员证书



3.2 河源市农村科技特派员证书

