

· 中药农业 ·

艾粉在菊花生态种植中的应用[△]李金鑫¹, 陈盛秋², 黄必胜¹, 雷咪¹, 郭兰萍³, 刘大会^{1*}

1. 湖北中医药大学 药学院, 湖北 武汉 430065;

2. 蕲春县农业技术推广中心, 湖北 蕲春 438300;

3. 中国中医科学院 中药资源中心 道地药材国家重点实验室培育基地, 北京 100700

[摘要] 目的: 分析艾粉在菊花生态种植中应用的可行性。方法: 采用田间小区实验, 研究施用艾粉对菊花的田间杂草生长情况、发病情况、产量和有效成分含量的影响。结果: 施用 $0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 艾粉对菊花田间杂草种类、数量、生物量的抑制率为 50.00%、46.61%、60.65%, 菊花根腐病发病率下降 42.77%; 施用 $0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 艾粉对菊花田间杂草种类、数量、生物量的抑制率为 83.33%、60.90%、81.96%, 菊花根腐病发病率下降 68.49%。施用 $0.1 \sim 0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 的艾粉处理后对菊花的单株花朵数、百花质量、单株花朵质量等产量指标均无影响, 总产量提高 12.50% ~ 22.10%; 绿原酸、木犀草苷、3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸和芦丁含量分别提高 9.86% ~ 19.72%、11.54% ~ 15.38%、14.69% ~ 22.60%、12.50%。结论: 本研究表明艾粉在菊花生态种植中具有较好的应用前景。

[关键词] 艾粉; 菊花; 生态种植; 抑病; 抑草

[中图分类号] R282.71 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2020)07-1095-05

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20191116002

Application of *Artemisia argyi* Powder in Ecological Planting of *Chrysanthemum morifolium*LI Jin-xin¹, CHEN Sheng-qiu², HUANG Bi-sheng¹, LEI Mi¹, GUO Lan-ping³, LIU Da-hui^{1*}

1. Pharmacy Faculty, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China;

2. Agricultural Technology Extension Center of Qichun, Qichun 438300, China;

3. State Key Laboratory Breeding Base of Dao-di Herbs, National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

[Abstract] **Objective:** To analyze the feasibility of application of *Artemisia argyi* powder in ecological cultivation of *Chrysanthemum morifolium*. **Methods:** This study takes *Ch. morifolium* as the research object, and conducts the field plot experiment. The growth of weeds, incidence of *Ch. morifolium* morbidity, yield of *Ch. morifolium* and the content of main components of *Ch. morifolium* were determined under the treatment of *A. argyi* powder. **Results:** The inhibition rates of $0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ treatment group on weed species, number and biomass were 50.00%, 46.61% and 60.65% respectively, the incidence of *Ch. morifolium* root rot decreased by 42.77%. The inhibition rates of $0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ treatment group on weed species, number and biomass were 83.33%, 60.90% and 81.96% respectively, the incidence of *Ch. morifolium* root rot decreased by 68.49%. The number of flowers per plant, 100-flowers weight and weight of flowers per plant of *Ch. morifolium* treated with *A. argyi* powder ($0.1 \sim 0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) had no significant difference with blank control, total yield increased by 12.50% ~ 22.10%. The contents of chlorogenic acid, galuteolin, 3, 5-O-dicaffeoylquinic acid and rutin were increased by 9.86% ~ 19.72%, 11.54% ~ 15.38%, 14.69% ~ 22.60% and 12.50%, respectively. **Conclusion:** This research showed that the application of *A. argyi* powder in *Ch. morifolium* ecological planting had good prospects.

[Keywords] *Artemisia argyi* powder; *Chrysanthemum morifolium*; ecological cultivation; disease resistance; weeds suppression

[△] **[基金项目]** 国家重点研发计划项目(2017FYC1700704, 2018YFD0201107); 中央本级重大增减支项目(2060302); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-21)

* **[通信作者]** 刘大会, 教授, 研究方向: 中药资源和中药农业; Tel: (027)68890106, E-mail: liudahui@hbtcm.edu.cn

菊花为菊科植物 *Chrysanthemum morifolium* Ramat. 的干燥头状花序, 具有散风清热、平肝明目、清热解毒的功效^[1]。湖北省麻城市有着悠久菊花种植历史, 种植规模常年在3~5万亩(1亩 $\approx$ 666.67 m², 下同), 是我国杭菊的主要产区之一, 因其产出的菊花品质佳而备受推崇——被称为“福白菊”^[2]。近年来, 由于常年大规模种植和连作栽培, 导致麻城菊花种植地土壤理化性质变差, 土壤微生物群落失衡, 田间病、虫、草害加剧, 对当地菊花产业持续健康发展造成极大影响。当地药农通常通过抑菌剂、除草剂等化学农药来改善这一情况, 但均效果不佳, 且大量施用化学农药加剧了土壤微生态环境的恶化和菊花药材农残超标的风险, 严重影响到菊花的产量和品质, 目前急需通过生态种植的模式和技术来缓解上述生产问题。艾 *Artemisia argyi* Levl. et Van 在我国有着悠久应用历史和广阔应用范围。将艾叶捣烂筛分即可得艾绒, 艾绒即为艾灸的灸材, 筛分下来粉末状固体则为艾叶的叶肉组织、叶柄、叶脉等细屑, 俗称艾粉, 为废弃副产物。前期研究发现, 将艾粉直接施入田间做肥料可显著抑制杂草种子发芽, 改变农田杂草的群落结构, 减少大田杂草种类和生物量。前人也发现艾草的提取物可有效抑制细菌和真菌类生物^[3-5]。因此本文将纯天然的艾产业副产品艾粉施撒于田间种植的菊花, 观察是否对菊花的发病情况及田间杂草具有抑制效果, 为艾粉在菊花生态种植中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

艾粉(干)来自湖北省黄冈市蕲春县的湖北惠春蕲艾健康产业发展有限公司生产艾绒后的副产物。供试菊花品种为麻城福白菊, 经湖北中医药大学刘大会研究员鉴定为福白菊(属“杭菊”类)。2018年5月下旬开始在湖北中医药大学药用植物园进行嫩枝扦插育苗。

绿原酸对照品(批号: 110753-201716, 纯度 $\geq$ 99.3%)、木犀草苷对照品(批号: 111720-201609, 纯度 $\geq$ 94.9%)、3, 5-*O*-二咖啡酰基奎宁酸对照品(批号: 111782-201706 纯度 $\geq$ 97.3%)、芦丁对照品(批号 100080-201610, 纯度 $\geq$ 91.9%)均购于中国食品药品检定研究院。戴安 UltiMate 3000 高效液相色谱仪, EX125DZH 十万分之一电子天平(奥豪斯)。

1.2 方法

1.2.1 处理方法 试验于2018年6月25日在湖北中医药大学药用植物园进行, 选取已生根菊花扦插苗进行田间移栽, 7月上旬移栽苗成活发5~6片新叶后进行田间打顶, 保持7~9片叶。田间试验小区畦长和宽4.0 m $\times$ 1.6 m, 畦沟宽20 cm、深20 cm, 小区面积为6.4 m², 每小区种植菊花28株, 株距40 cm、行距50 cm。试验设置3个处理, 分别为对照(CK): 干艾粉0 kg $\cdot$ m⁻²、中量(M): 干艾粉0.10 kg $\cdot$ m⁻²和高量(H): 干艾粉0.20 kg $\cdot$ m⁻²。干艾粉于7月5日菊花移栽成活后在种植地表层撒施。每个处理设置4个重复, 共12个小区, 随机分组排列。菊花移栽前每个小区基施纯有机肥2 kg, 在7月5日、8月15日、9月7日每小区分别再追施复合肥(N-P₂O₅-K₂O = 15:15:15)140 g。常规方式进行日常管理, 每个小区耕作、施肥等管理措施均保持一致。

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 艾粉对菊花田间杂草的抑制情况 2018年8月5日, 在艾粉施撒1个月后, 调查和统计各处理组的杂草种类、杂草数量和杂草生物量。

1.2.2.2 艾粉对菊花根腐病发病的抑制情况 分别于7、8、9月定期观察田间菊花发病情况, 最终在菊花发病高峰期(9月初)统计各处理组的菊花根腐病发病率。

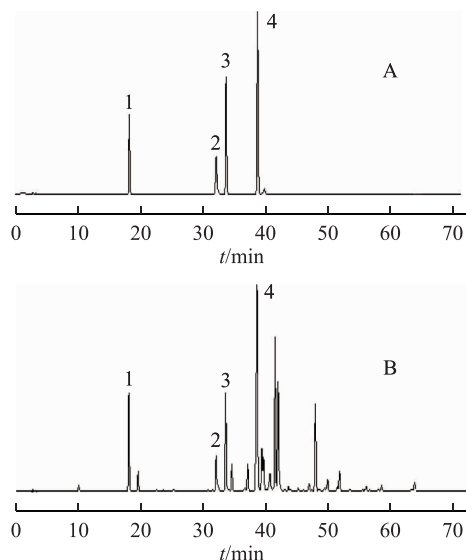
1.2.2.3 艾粉对菊花生长的影响 观察整个菊花生长周期, 各处理间的生长是否具有差异。11月5—10日, 对菊花进行采收, 各小区分别选取10株菊花进行统计分析, 测量各处理组的百花质量、单株花朵数和单株花朵产量, 判断艾粉是否会对菊花生长产生影响。

1.2.2.4 艾粉对菊花含量的影响 采用高效液相方法测定菊花药材中绿原酸、木犀草苷、3, 5-*O*-二咖啡酰基奎宁酸、芦丁含量。色谱柱: Agilent ZORB-AX SB-C₁₈(250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m); 流动相: 乙腈(A)-0.1%磷酸溶液(B), 梯度洗脱(0~10 min, 8% A; 10~20 min, 8%~15% A; 20~60 min, 15%~30% A; 60~70 min, 30%~8% A); 检测波长: 348 nm; 柱温: 30 $^{\circ}$ C; 流速: 1.0 mL $\cdot$ min⁻¹; 进样量: 5 μ L。绿原酸、木犀草苷、3, 5-*O*-二咖啡酰基奎宁酸和芦丁的方法学考察结果如下: 精密度试验 RSD 分别为 2.28%、2.02%、1.83% 和 1.91%; 24 h 稳定性试验 RSD 分别为 2.72%、2.15%、

2.67%和2.28%；重复性试验RSD分别为1.18%、2.16%、1.34%和2.06%；加样回收试验结果分别为98.60%、97.92%、98.79%和99.61%，RSD分别为2.29%、2.85%、1.12%、2.43%。线性关系考察见表1，对照品和样品的色谱图见图1。

表1 菊花药材中4种成分线性关系

成分	线性方程	r
绿原酸	$Y = 94.299X - 0.2335$	0.9999
芦丁	$Y = 0.0916X + 0.7476$	0.9999
木犀草苷	$Y = 166.79X - 0.7166$	0.9996
3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸	$Y = 140.56X - 5.1512$	0.9996



注：A. 混合对照品；B. 样品；1. 绿原酸；2. 芦丁；3. 木犀草苷；4. 3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸。

图1 混合对照品和菊花的HPLC图

1.3 数据统计分析

实验数据采用Excel 2010和SPSS 24.0软件进行统计分析。采用单因素方差分析中的LSD法检验菊花产量和有效成分含量不同组间的差异。

2 结果与分析

2.1 施用艾粉对菊花田间杂草的抑制作用

CK组的生长了苋科、十字花科、豆科、马齿苋科、旋花科、禾本科等多种杂草。M组仅生长了旋花科、禾本科的3种杂草，同CK组相比中量艾粉对杂草种类的抑制率达50.00%。H组仅出现禾本科的一种杂草，同CK组相比高量艾粉对杂草种类的抑制率达83.33%。同CK组相比，M组对菊花田间杂

草数量和杂草生物量的抑制率分别为46.61%、60.65%；H组对杂草数量和杂草生物量的抑制率分别为60.90%、81.96%。上述结果表明，艾粉可对苋科、十字花科、豆科、马齿苋科、旋花科等多种杂草产生影响，能通过抑制杂草种子萌发和种子萌发后幼苗生长来达到除草目的，见图2~3。

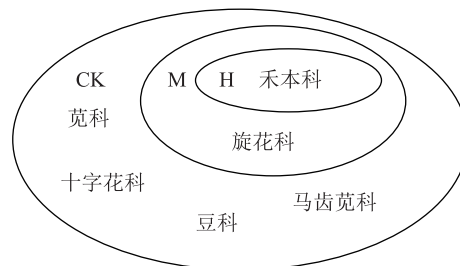
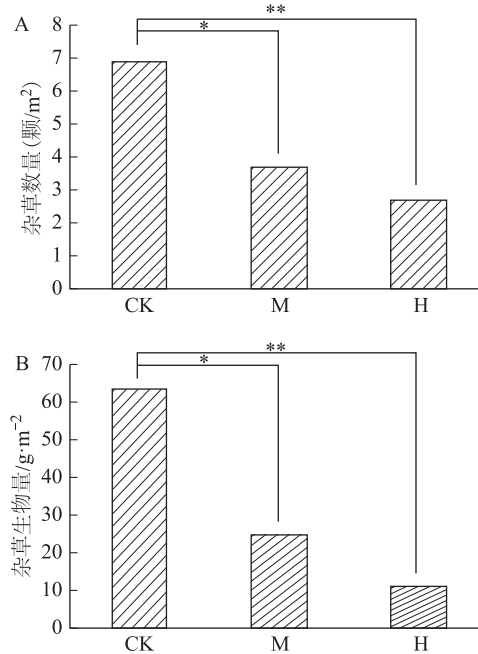


图2 施用艾粉对菊花田间杂草种类的影响



注：A. 杂草数量；B. 生物量；* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

图3 施用艾粉对菊花田间杂草数量和生物量的影响

2.2 施用艾粉对菊花田间根腐病发病的抑制效果

田间病害高发期的调查结果表明，随着艾粉施用量的提高，菊花根腐病的发病率逐渐降低。CK组的小区大面积染病、菊花整体长势弱小，发病率达到31.1%。M组菊花发病情况明显得到改善、长势旺盛，菊花根腐病发病率较对照处理下降42.77%；H组处理菊花根腐病发病率较对照处理降低68.49%。上述结果表明，艾粉对菊花根腐病具有明显防治效果，能够有效改善田间发病情况，提高菊花存活率（见图4）。

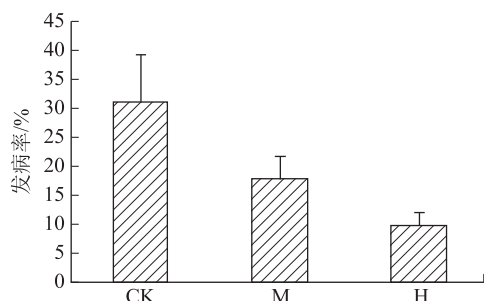


图4 施用艾粉对菊花田间根腐病发病率的影响($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

2.3 施用艾粉对菊花产量的影响

观察菊花整个生长周期发现,在幼苗阶段,因空白组受杂草和病害的影响,艾粉处理组长势优于不施艾粉组;在现蕾阶段,艾粉处理组与空白组健康植株的现蕾时间、株高、茎粗无明显差异无统计学意义。秋季菊花采收后,对各小区的百花质量、单株花朵数和单株产量进行统计和分析,发现各处理组间没有显著性差异。因施用艾粉后菊花田间根腐病发病率下降,存活率上升,CK组、M组、H组处理后的小区总产量呈逐步增加趋势,提高12.50%~22.10%。这表明艾粉对整个菊花生长不会产生不良影响,且还能提高菊花产量,见表2。

2.4 施用艾粉对菊花有效成分含量的影响

艾粉处理后,菊花药材的有效成分含量均有不同幅度的提高。M处理组较CK组,绿原酸、木犀草苷、3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸和芦丁分别提高19.72%、15.38%、22.60%、12.50%,H处理组增幅稍低于M处理组,绿原酸、木犀草苷、3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸和芦丁较CK组分别提高9.86%、

11.54%、14.69%、12.50%。此结果表明在一定浓度范围内施加艾粉,在促进菊花生长的情况下,还有助于菊花药效成分的积累,见表3。

3 讨论

商务部发布的《中药材流通市场分析报告2017》中提出,2017年全国中药材种植面积较2016年增长3.5%,种植面积达到3466.89万亩,同时预计到2020年我国中药材种植面积将超过6620万亩(含林地种植面积),种植品种供应量或将进一步激增。然而,中药材规模化种植面临着严重的病虫害问题,大量施用化学农药也给中药材带来较大的安全风险。当前,我国中药材农药残留问题日趋严重,特别是有机氯、有机磷和拟除虫菊酯类农药在中药材中均有检出和超标^[6]。《中华人民共和国中医药法》明确规定要严格管理农药、肥料等农业投入品的使用,禁止在中药材种植过程中使用剧毒、高毒农药。针对当前中药材生产上“大水、大肥、大农药”的现状,郭兰萍等^[7]提出“中药生态农业”的概念,不能照搬照套传统农业的生产模式,而是应该采用生态种植的方法和绿色防控技术手段,提高中药材品质、保护自然生态环境。

植物化感作用是植物通过向环境中释放化学物质从而对同种植株和繁殖体或与其他植物之间产生的直接或间接、有益或有害的作用^[8]。本研究证明了艾粉对杂草种子具有较强的化感抑制作用,可通过抑制杂草种子的萌发有效达到抑草的目的。艾叶中富含新绿原酸、隐绿原酸、绿原酸、咖啡酸、异

表2 施用艾粉量对菊花花朵大小和产量的影响($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

处理	花朵数(朵/株)	百朵花质量(干花)/g	单株产量(干花)(g/株)	总产量(干花)(g/小区)
CK	515 ± 125 a	16.75 ± 1.82 a	48.25 ± 9.84 a	930.84 ± 189.92 a
M	492 ± 106 a	16.73 ± 0.76 a	45.50 ± 9.88 a	1047.23 ± 227.46 a
H	492 ± 68 a	17.03 ± 0.86 a	45.00 ± 3.61 a	1136.52 ± 91.06 a

注:同一列不同字母表示 $P < 0.05$,下同。

表3 不同剂量艾粉处理后菊花的有效成分质量分数($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

处理	绿原酸	木犀草苷	3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸	芦丁
CK	0.71 ± 0.05 a	0.26 ± 0.02 a	1.77 ± 0.11 a	0.14 ± 0.02 a
M	0.85 ± 0.13 b	0.30 ± 0.02 a	2.17 ± 0.21 b	0.16 ± 0.03 a
H	0.78 ± 0.04 ab	0.29 ± 0.02 a	2.03 ± 0.15 ab	0.16 ± 0.02 a

绿原酸 B、异绿原酸 A、异绿原酸 C 等多种酚酸类物质^[9-10]，而酚酸类物质对杂草具有明显的抑制效应^[11]，因此可推测艾粉中的酚酸类物质能在杂草防控中发挥积极作用。我国菊花种植生产上根腐病已成为最大的生产障碍，该病害造成菊花根部腐烂并逐渐整株死亡，往往导致菊花大量减产，甚至绝收。本实验施用艾粉后菊花根腐病发病率明显降低，且本课题组研究还发现，菊花根腐病主要由镰刀菌和齐整小核菌等致病菌导致，而艾粉醇提物和乙酸乙酯提取物对此致病菌均具有良好的抑制作用^[12]，因目前市面暂无有效防治菊花根腐病的相关农药，所以艾粉处理可为菊花病害的绿色防治提供一条新途径。本研究还发现施用艾粉因能提高菊花存活率而实现增产，且菊花的有效成分含量有所提高，其作用机制有待进一步研究和探索。

艾粉为艾叶在制绒过程中所产生的副产品，具有来源广泛、价格低廉的突出优势，将其应用在生态种植领域，能变废为宝，充分利用自然资源，打造资源节约型社会。其在菊花生态种植中的应用是“中药生态农业”中的有效范例。艾粉处理后对田间杂草和菊花病害抑制效果明显，有望取代部分化学农药的使用，并具有无农残和无重金属污染的优点，对土壤和生态环境友好，有利于传统农业生产模式的改变，为中药生态农业提供了新思路。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:310.
- [2] 熊永兴. 福白菊种质资源研究及其优良品系的优选[D]. 武汉:湖北中医药大学,2014.
- [3] 蒋志惠,常雪梅,张照然,等. 艾草的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中国兽药杂志,2019,53(2):79-88.
- [4] 谢景宇,张贵龙,于志国. 野艾蒿中双四氢呋喃类木脂素的提取分离及其抑菌活性[J]. 农药学报,2019,21(3):383-388.
- [5] 孙义玄,包怡红. 艾蒿多糖抑菌活性及稳定性[J]. 食品与生物技术学报,2017,36(9):990-995.
- [6] 胡磊,李樱红,周明昊. GC 测定以植物或真菌为原料的保健食品中有机磷农药残留[J]. 中国现代应用药学,2017,34(4):85-88.
- [7] 郭兰萍,周良云,莫歌,等. 中药生态农业——中药材 GAP 的未来[J]. 中国中药杂志,2015,40(17):3360-3366.
- [8] 石雷,李振宇,张开梅. 蕨类植物的化感作用及其对生物多样性的影响[J]. 生物多样性,2004,12(4):466-471.
- [9] 王小俊,邓玉环,张丽萍,等. UPLC-DAD-MS 定性和定量分析蕲艾中的酚酸和黄酮类成分[J]. 中国中药杂志,2019,44(5):983-989.
- [10] 吴佳丽,王永丽,刘伟,等. HPLC 法同时测定艾叶中 7 种成分[J]. 中成药,2017,39(9):1876-1879.
- [11] 何华勤,梁义元,贾小丽,等. 酚酸类物质的抑草效应分析[J]. 应用生态学报,2004,15(12):2342-2346.
- [12] 湖北中医药大学. 一种有效防治菊花根腐病的天然抑制剂及其制备方法,201910175666.3[P]. 2019-06-14.

(收稿日期:2019-11-16 编辑:戴玮)