

李 钦,王引权,彭 桐,等.施用复合微生物肥对当归药材品质的影响[J].江苏农业科学,2021,49(9):117-122.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.09.021

施用复合微生物肥对当归药材品质的影响

李 钦¹,王引权^{1,2},彭 桐¹,姚阳阳¹,令启荣³,党昇荣³

(1.甘肃中医药大学药学院,甘肃兰州 730000; 2.甘肃省中药质量与标准研究重点实验室培育基地,甘肃兰州 730000;
3.甘肃省绿能农业科技股份有限公司,甘肃天祝 733200)

摘要:采用田间试验比较复合微生物肥料、有机肥和复合肥对当归药材质量的影响,按照《中华人民共和国药典》2015 年版四部的的方法测定当归水分、总灰分、酸不溶性灰分、醇溶性浸出物含量,采用甲苯法测定当归的多糖含量,采用高效液相色谱法同时测定其阿魏酸、阿魏酸松柏酯、洋川芎内酯 I、洋川芎内酯 H、洋川芎内酯 A、正丁基苯酞、藁本内酯和欧当归内酯 8 种化学成分的含量。结果表明:施用复合微生物肥料可降低当归药材水分、总灰分以及酸不溶性灰分含量,提高浸出物含量;施用有机肥和复合微生物肥料的当归多糖含量高于复合肥。根据主成分分析结果可知,施用有机肥的当归化学成分含量最高。单施复合微生物肥料可提高当归质量,单施有机肥可增加当归药效成分,因此合理配施肥料,可综合提高当归品质及土壤环境安全。

关键词:当归;复合微生物肥料;当归化学成分;多糖;主成分分析

中图分类号: S567.23⁺9.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)09-0117-06

当归的根具有活血化瘀、调经止痛、润肠通便的功效^[1]。近些年当归栽培方面的研究报道增多,其中施肥成为当归栽培方面的关注热点,大量研究发现施用有机肥可提高当归产量及品质,而随着中药材生态种植的兴起,施用生态肥料已成为发展趋势^[2-3]。复合微生物肥料由功能各异的微生物和不同营养物质制备而成,具有提高土壤肥力、抑制植物病虫害、增加作物品质、改善作物品质及降低环境污染的功效,兼具菌肥和复合肥料的效果^[4-5]。近年来,复合微生物肥料在农业上技术已成熟,但在中药材生态种植方面的施用报道较少。本研究比较复合微生物肥料、有机肥和复合肥不同肥料对当归药材质量的影响,以为复合微生物肥料在当归生态种植中的应用提供一定的理论依据。

1 试验材料

1.1 试验区概况

试验于 2019 年 4—11 月在甘肃省岷县蒲麻镇

包家沟村进行,海拔 2 500 多 m,属二阴区坡地。试验地地势较平整,前茬为燕麦。于 4 月中旬移栽当归前翻地,翻地后抢墒覆膜,膜宽 0.6 m,垄间距 30 cm,并按地块条件划定小区。

1.2 试验样品

供试当归种苗选用 2018 年合作社繁育的当归苗,移栽时按 DB62/T 2549—2014《中药材种苗 当归》标准筛选一级苗(茎粗 3~5 mm,试验随机取 10 株当归苗测定苗长、苗鲜质量、茎基直径、分叉数)。挑选好的当归苗用甘肃省绿能农业科技股份有限公司开发的微生物菌剂浸苗 15 min 后,晾干种苗表皮水分后移栽。供试肥料信息见表 1。

1.3 仪器与试剂

高效液相色谱仪(Agilent 1100),购自美国安捷伦;电子天平(BT125D,精密密度 1/10 000),购自赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;粉碎机(LG-500A),购自瑞安市百信制药机械厂。

乙腈、冰乙酸、甲醇,均为色谱纯,均购自天津大茂化学试剂公司;阿魏酸对照品(批号 H27J7L16718)、洋川芎内酯 I 对照品(批号 P02F9F54166)、洋川芎内酯 H 对照品(批号 P02F9F54165)、洋川芎内酯 A 对照品(批号 P23A9F68613)、正丁基苯酞对照品(批号 S09J9D65229)、Z 型藁本内酯对照品(批号 Y17S9L70462)、欧当归内酯对照品(批号

收稿日期:2020-09-02

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFC1700705);甘肃省高校协同创新科技团队支持计划(编号:2016C-05)。

作者简介:李 钦(1994—),女,宁夏银川人,硕士研究生,从事药用植物资源保护与利用研究。E-mail:LQ1510752975@163.com。

通信作者:王引权,博士,教授,博士生导师,从事药用植物资源保护与利用研究。E-mail:kikfpp@163.com。

表 1 供试肥料养分

供试肥料	生产公司	养分含量
有机肥	甘肃绿能农业科技股份有限公司	$N + P_2O_5 + K_2O \geq 5\%$, 有机质含量 $\geq 45\%$, 水分含量 $\leq 30\%$, pH 值 5.0 ~ 8.5
复合肥	成都市新都化工股份有限公司	总养分含量 $\geq 51\%$, $N - P_2O_5 - K_2O = 17\% : 17\% : 17\%$
复合微生物肥	甘肃绿能农业科技股份有限公司	有效活菌数 ≥ 0.2 亿 CFU/g, 有机质含量 $\geq 20\%$, 水分含量 $\leq 30\%$, 总养分: $N + P_2O_5 + K_2O \geq 15\%$

P24A9S68617)、阿魏酸松柏酯对照品(批号 Z24D9B78131),均购自上海源叶生物科技有限公司。

1.4 试验设计

采用单因素随机区组设计进行当归不同施肥试验,随机排列,3次重复,每个小区面积 $2.4 \text{ m} \times 12.5 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$,总占地 266.7 m^2 。试验设 4 个处理,即有机肥 $320 \text{ kg}/667 \text{ m}^2$ (处理 1)、复合微生物肥 $160 \text{ kg}/667 \text{ m}^2$ (处理 2)、复合肥 $50 \text{ kg}/667 \text{ m}^2$ (处理 3)、不施肥(CK,处理 4)。各处理小区除播种前施肥外,生育期间不施肥。各处理田间管理措施一致。

1.5 统计方法

使用 Excel 2013 软件进行数据的初步换算和处理,试验数据采用 SPSS 21.0 软件进行主成分分析、显著性检验($P < 0.05$)和 Duncan's 多重比较。数据为“平均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)”。

2 试验方法

2.1 当归常规项目检查

根据《中华人民共和国药典》2015 年版规定,采用通则 0832 第 4 法烘干法、通则 2302 总灰分测定法、通则 2302 酸不溶性灰分测定法以及通则 2201 醇溶性浸出物测定法项下的热浸法测定各处理当归药材中的水分、总灰分、酸不溶性灰分和浸出物含量。

2.2 多糖含量的测定

2.2.1 对照品储备液的制备 称取无水葡萄糖对照品置于 $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 下干燥,冷却至恒质量后,精确称取无水葡萄糖对照品 5.3 mg 放入到 50 mL 容量瓶中,加水溶解并稀释至刻度,摇匀,即得葡萄糖对照品储备液。

2.2.2 供试品溶液的制备 精确称定,称取约 1 g 当归样品粉末(过 60 目筛),加 80% 乙醇 100 mL 回流 1 h ,过滤后的滤渣再加 100 mL 的蒸馏水回流 2 h ,趁热抽滤,滤液适当浓缩,再加入 80% 乙醇到滤液中,沉淀,放置过夜,再离心,然后将舍去上清液的沉淀用温水溶解,转移至 100 mL 容量瓶中,加水至刻度,再精确量取上述溶液 1 mL ,置 25 mL 容

量瓶中,加水至刻度,摇匀即得。

2.3 HPLC 法测定当归中 8 种化学成分的含量

2.3.1 色谱条件 Merck RP - C_{18} 柱($250.0 \text{ mm} \times 4.6 \text{ mm}, 5 \mu\text{m}$),流动相为 1% 乙酸(A) - 乙腈(B),梯度洗脱($0 \sim 20 \text{ min}, 19\% \text{ B}; 20 \sim 60 \text{ min}, 19\% \sim 95\% \text{ B}; 60 \sim 75 \text{ min}, 95\% \sim 100\% \text{ B}$);检测波长 260、280、300 nm;流速 $1.0 \text{ mL}/\text{min}$;柱温 $30 \text{ }^\circ\text{C}$;进样量 $20 \mu\text{L}$ 。在该色谱条件下选择的波长为 280 nm,此时色谱峰峰形与分离度良好。利用阿魏酸峰计算理论塔板数,计算能力不低于 5 000。

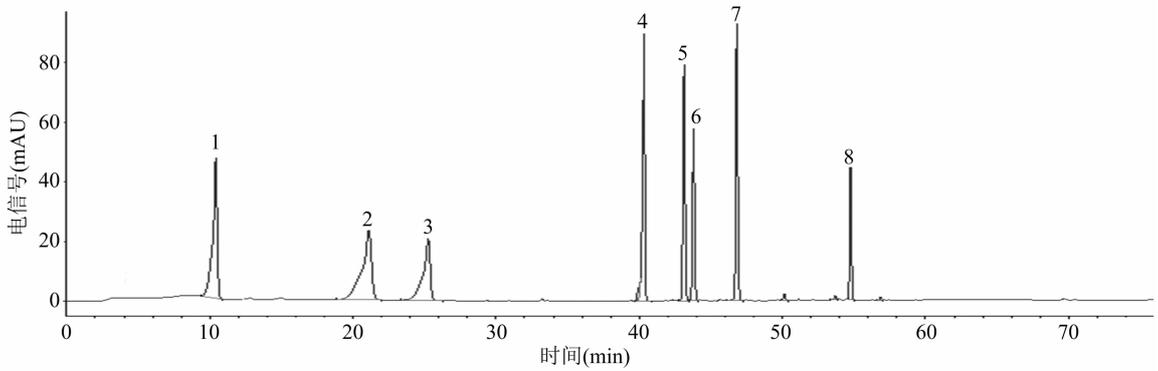
2.3.2 对照品溶液的制备 分别精确称取阿魏酸对照品 0.00645 g 、阿魏酸松柏酯 0.00301 g 、洋川芎内酯 I 0.00075 g 、洋川芎内酯 H 0.00072 g 、洋川芎内酯 A 0.00423 g 、正丁基苯酞 0.00501 g 、欧当归内酯 0.00096 g ,使用 5 mL 容量瓶将其分别置于瓶中,定容,称取藁本内酯 0.00543 mg ,定容至 1 mL 容量瓶内,摇匀,作为储备液。精确移取洋川芎内酯 H 储备液 0.3 mL 、欧当归内酯 0.2 mL 、藁本内酯储备液 1 mL ,其余各储备液分别移取 0.5 mL 于同一容量瓶,加甲醇定容至刻度线,摇匀,制成混合对照品溶液,对照品溶液在注入液相色谱仪前需经 $0.22 \mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤。对照品溶液均在 $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下储藏。对照品溶液色谱图见图 1。

2.3.3 供试品溶液的制备 精确称取当归药材粉末(过 2 号筛) 0.500 g ,置于 150 mL 磨口具塞锥形瓶中,加入 70% 甲醇溶液 20 mL 后称其质量,将锥形瓶口密封,稳定置于超声仪器内,在 $220 \text{ W}/80 \text{ Hz}$ 条件下超声 40 min ,取出冷却至室温称质量,用 70% 甲醇补足失质量后摇匀,抽取混匀溶液后用 $0.22 \mu\text{m}$ 微孔滤膜将其过滤,即得到供试品溶液。供试品溶液需在 $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下储藏。

3 结果与分析

3.1 当归药材水分、总灰分、酸不溶性灰分、浸出物含量测定结果

由表 2 可知,处理 3 和处理 4 之间的水分含量差异不显著,处理 3 的水分含量最大;总灰分和酸不



1—阿魏酸；2—洋川芎内酯 I；3—洋川芎内酯 H；4—阿魏酸松柏酯；5—洋川芎内酯 A；
6—正丁基苯酞；7—藁本内酯；8—欧当归内酯

图1 混合对照品 HPLC 色谱

表2 不同施肥方式的当归药材水分、总灰分、酸不溶性灰分、浸出物含量测定结果

处理	水分含量 (%)	总灰分含量 (%)	酸不溶性灰分含量 (%)	浸出物含量 (%)
1	10.35 ± 0.26c	6.01 ± 0.19a	1.73 ± 0.29a	60.00 ± 0.17a
2	10.91 ± 0.60b	5.03 ± 0.12c	0.95 ± 0.06c	59.84 ± 0.09a
3	11.34 ± 0.90a	5.37 ± 0.07b	1.28 ± 0.18bc	59.41 ± 0.47ab
4	11.26 ± 0.14a	5.28 ± 0.07bc	1.41 ± 0.08ab	57.36 ± 1.13b

注: $n=3$ 。同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。表3、表5同。

溶性灰分含量以处理2最低,且处理2总灰分含量与处理1、3具有显著差异 ($P < 0.05$);处理1、2浸出物含量与处理4有显著差异 ($P < 0.05$),处理4最低。

3.2 当归多糖含量测定结果

3.2.1 标准曲线的制备 精确量取葡萄糖对照品储备液溶液 0.2、0.4、0.6、0.7、0.8 mL,分别置于 10 mL 具塞试管中,再加入蒸馏水至 1.0 mL,摇匀,精确加入 2.0 mL 的 5% 苯酚溶液,混匀,随即加入 7.0 mL 的浓硫酸,充分混匀,置沸水浴中加热 20 min,自来水水浴冷却 5 min 后,设置到 490 nm 处测量吸光度^[6],以空白溶液为对照。以吸光度 (y) 对葡萄糖溶液浓度 (x) 进行线性回归,得回归方程 $y = 68.461x + 0.0253$ ($r^2 = 0.9994$),线性范围 2.12 ~ 8.48 mg/L。

3.2.2 稳定性试验 稳定性试验将处理1下的当归样品按照供试品溶液的制备方法制备,按“2.2.2”节操作,自“精确量取上述溶液 1.0 mL”起,依法显色,并于显色后 0、10、20、30、40、50、60 min 测定吸光度,当归多糖含量的相对标准差 (RSD) 为 3.1% 时,表明供试品溶液显色后在 1 h 内有良好的稳定性。

3.2.3 重复性试验 取处理1下当归样品粉末 6 份,按照“2.2.2”节的操作方法,制备重复性试验所

需的供试品溶液,分别显色后测定吸光度。结果表明重复性良好,多糖含量的 RSD 均为 4.5%。

3.2.4 精密度试验 取“2.2.1”节下 0.6 mL 的对照品溶液显色后,连续测定 6 次吸光度,当归多糖吸光度的 RSD 均为 0.8% 时,表示本方法有良好的精密度。

3.2.5 回收率试验 取 9 份各约 1 g 的处理 1 下的当归样品粉,精确称定,将其分为 3 个组,各组分别精确加入干燥至恒质量的葡萄糖对照品 5.0、8.0、10.0 mg,测定得当归多糖含量的平均回收率为 97.12%, RSD 为 2.59%。

3.2.6 样品测定 取各当归样品,按照当归多糖上述方法制备供试品溶液并测定,结果见表 3。

表3 不同施肥处理下当归样品中多糖含量

处理	肥料种类	当归多糖含量 (%)
1	有机肥	1.75 ± 0.21c
2	复合微生物肥料	1.65 ± 0.24b
3	复合肥	1.58 ± 0.11a
4	不施肥	1.78 ± 0.11a

3.3 当归中 8 种化学成分测定结果

3.3.1 线性关系考察 吸取“2.3.2”节混合对照品溶液,将其按照一定浓度梯度进行稀释,配制成 6

个不同浓度的混合标准品溶液,使用 0.22 μm 的过滤膜将混合标准溶液进行过滤,然后进行 HPLC 分析。在“2.3.1”节下,当归样品使用色谱技术条件

测定。以峰面积为纵坐标(y)、对照品进样含量为横坐标(x)进行线性回归分析,回归方程及线性范围结果见表 4。

表 4 当归中 8 种化学成分的回归方程、相关系数以及线性关系

待测成分	回归方程	r 值	线性范围 (mg/mL)
阿魏酸	$y = 14\ 874x - 11.509$	0.999 1	0.004 031 ~ 0.129 000
洋川芎内酯 I	$y = 209\ 000x - 25.480$	0.999 8	0.000 938 ~ 0.015 000
洋川芎内酯 H	$y = 124\ 253x - 14.362$	0.999 7	0.000 540 ~ 0.008 640
阿魏酸松柏酯	$y = 28\ 181x - 11.887$	0.999 9	0.001 881 ~ 0.060 200
洋川芎内酯 A	$y = 16\ 880x - 7.301$	0.999 9	0.002 644 ~ 0.084 600
正丁基苯酞	$y = 10\ 588x - 9.648$	0.999 4	0.003 131 ~ 0.100 200
藁本内酯	$y = 9\ 486.8x - 45.140$	0.999 9	0.034 375 ~ 1.100 000
欧当归内酯	$y = 87\ 253x - 0.594$	0.999 3	0.000 240 ~ 0.007 680

3.3.2 重复性试验 精确称取处理 1 当归粉末 0.5 g,分为 6 份,其测试溶液是按照“2.3.3”节的方法制备的,它是在“2.3.1”节色谱条件下测定计算其峰面积,结果按照出峰时间阿魏酸、洋川芎内酯 I、洋川芎内酯 H、阿魏酸松柏酯、洋川芎内酯 A、正丁基苯酞、藁本内酯、欧当归内酯含量的 RSD ($n = 6$) 依次为 3.45%、3.24%、4.64%、0.62%、3.32%、3.29%、3.83%、1.090%, RSD 值小于 5%,说明该方法具有良好的重复性。

3.3.3 精密度试验 取同一份混合对照品溶液,按照“2.3.1”节的色谱条件,同一天连续进样测定 6 次,记录各峰面积,考察仪器精密度。结果显示,阿魏酸、洋川芎内酯 I、洋川芎内酯 H、阿魏酸松柏酯、洋川芎内酯 A、正丁基苯酞、藁本内酯、欧当归内酯的精密度 RSD ($n = 6$) 分别为 4.09%、1.06%、3.70%、1.82%、0.54%、0.88%、0.47%、0.55%,均小于 5%,表明该仪器精密度良好。

3.3.4 稳定性试验 吸取“2.3.2”节下混合对照品溶液,按照“2.3.1”节色谱条件分别在 0、2、4、6、8、12、24 h 测定,记录各成分峰面积,并计算 RSD 值。各成分峰面积 RSD ($n = 6$) 值分别为 4.97%、2.93%、0.70%、0.16%、1.17%、2.15%、0.09%、2.06%,均小于 5%,说明供试品溶液在 24 h 内有良好的稳定性。

3.3.5 加样回收率测定 称取已知含量的 6 份当归粉末 0.5 g,分别加入一定量的阿魏酸、洋川芎内酯 I、洋川芎内酯 H、阿魏酸松柏酯、洋川芎内酯 A、正丁基苯酞、藁本内酯、欧当归内酯。按“2.3.3”节的方法制备供试品溶液,按“2.6.1”节的方法测定,计算 8 种待测物质的平均加样回收率,分别为

97.49%、100.31%、101.57%、98.27%、101.66%、97.62%、97.01% 和 97.45%,其 RSD 分别为 3.77%、1.28%、0.65%、1.81%、0.32%、0.66%、0.48% 和 0.39%,表明该测定方法的准确性较好。

3.3.6 样品测定 精确称取不同施肥处理的当归样品各 3 份,每份 0.5 g,供试品溶液根据“2.3.3”节的方法制备。按照“2.3.1”节的色谱技术条件进行分析测定,计算当归中各成分的含量,测定结果见表 5,供试品溶液色谱图见图 2。

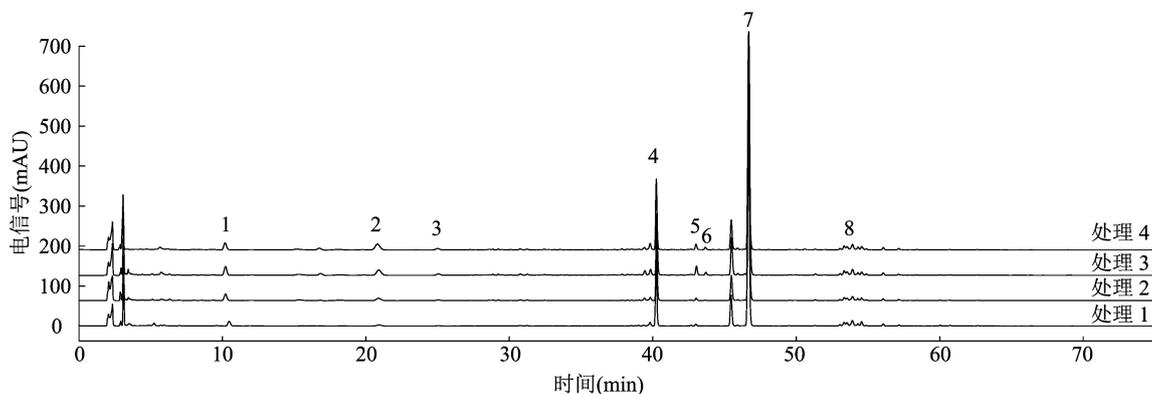
3.3.7 主成分分析

3.3.7.1 相关性分析 运用 SPSS 21.0 统计分析软件,对 4 个不同施肥处理的当归药材中 8 种成分进行主成分分析,得到主成分的特征值、方差贡献率和累计方差贡献率,结果见表 6。以特征值大于 1 为提取标准,前 2 个主成分的累计方差贡献率达到 94.102%,前 2 个主成分可以代表当归药材中的大部分信息,主成分载荷值矩阵和主成分得分系数矩阵见表 7、表 8。根据主成分载荷值矩阵结果可知,主成分 1 的信息主要由洋川芎内酯 H、洋川芎内酯 I、欧当归内酯、正丁基苯酞、阿魏酸松柏酯和洋川芎内酯 A 组成,主成分 2 的信息主要由藁本内酯组成。

3.3.7.2 不同施肥处理的当归药材有效成分含量的综合评价 每个因子得分表达式可由其成分得分系数矩阵得到: $F_1 = -0.127x_{\text{阿魏酸}} + 0.168x_{\text{洋川芎内酯 I}} + 0.171x_{\text{洋川芎内酯 H}} + 0.154x_{\text{阿魏酸松柏酯}} + 0.145x_{\text{洋川芎内酯 A}} + 0.164x_{\text{正丁基苯酞}} - 0.065x_{\text{藁本内酯}} + 0.166x_{\text{欧当归内酯}}$; $F_2 = 0.358x_{\text{阿魏酸}} + 0.075x_{\text{洋川芎内酯 I}} + 0.120x_{\text{洋川芎内酯 H}} - 0.238x_{\text{阿魏酸松柏酯}} + 0.221x_{\text{洋川芎内酯 A}} + 0.195x_{\text{正丁基苯酞}} + 0.483x_{\text{藁本内酯}} + 0.098x_{\text{欧当归内酯}}$ 。其

表 5 不同施肥处理下当归中 8 种化学成分的测定结果

处理	阿魏酸含量 (mg/g)	洋川芎内酯 I 含量(mg/g)	洋川芎内酯 H 含量(mg/g)	阿魏酸松柏酯 含量(mg/g)	洋川芎内酯 A 含量(mg/g)	正丁基苯酞 含量(mg/g)	藁本内酯 含量(mg/g)	欧当归内酯 含量(mg/g)
1	1.24 ± 0.18a	0.02 ± 0.00c	0.01 ± 0.00c	0.64 ± 0.31b	0.10 ± 0.00d	0.07 ± 0.00c	21.6 ± 0.73a	0.02 ± 0.00c
2	0.53 ± 0.01b	0.02 ± 0.00c	0.01 ± 0.00b	1.30 ± 0.09a	0.12 ± 0.00c	0.07 ± 0.00c	16.3 ± 0.65d	0.02 ± 0.00c
3	0.69 ± 0.01b	0.05 ± 0.01b	0.02 ± 0.00a	1.33 ± 0.01a	0.39 ± 0.01a	0.23 ± 0.01b	19.7 ± 0.43b	0.03 ± 0.00b
4	0.59 ± 0.03b	0.06 ± 0.00a	0.02 ± 0.00a	1.55 ± 0.02a	0.25 ± 0.00b	0.22 ± 0.00a	17.9 ± 0.11c	0.03 ± 0.00a



1—阿魏酸；2—洋川芎内酯 I；3—洋川芎内酯 H；4—阿魏酸松柏酯；5—洋川芎内酯 A；6—正丁基苯酞；
7—藁本内酯；8—欧当归内酯

图 2 供试品溶液 HPLC 色谱

表 6 当归主成分特征值、方差贡献率及累计贡献率

主成分	特征值	方差贡献率 (%)	累计方差贡献率 (%)
1	5.656	70.698	70.698
2	1.872	23.404	94.102
3	0.296	3.695	97.797
4	0.133	1.666	99.463
5	0.026	0.320	99.783
6	0.016	0.200	99.983
7	0.001	0.012	99.995
8	0.000	0.006	100.001

表 7 当归 8 种化学成分的载荷值矩阵

化合物	载荷值	
	主成分 1	主成分 2
洋川芎内酯 H	0.970	0.224
洋川芎内酯 I	0.948	0.140
欧当归内酯	0.938	0.184
正丁基苯酞	0.927	0.366
阿魏酸松柏酯	0.868	-0.446
洋川芎内酯 A	0.821	0.414
阿魏酸	-0.721	0.670
藁本内酯	-0.365	0.904

表 8 当归 8 种化学成分含量得分系数矩阵

化合物	得分系数	
	主成分 1	主成分 2
阿魏酸	-0.127	0.358
洋川芎内酯 I	0.168	0.075
洋川芎内酯 H	0.171	0.12
阿魏酸松柏酯	0.154	-0.238
洋川芎内酯 A	0.145	0.221
正丁基苯酞	0.164	0.195
藁本内酯	-0.065	0.483
欧当归内酯	0.166	0.098

中: x 为各成分的含量。将各成分的方差贡献率作为权重,以 2 个主成分对当归药材进行综合评价并对结果进行排序,计算其综合评价的函数为 $F = 70.698F_1 + 23.404F_2$,结果见表 9。

4 讨论与结论

4.1 不同施肥处理对当归药材水分、总灰分、酸不溶性灰分、浸出物含量的影响

根据《中华人民共和国药典》(2015 版)要求,当归水分含量不得超过 15.0%,总灰分和酸不溶性灰分含量分别不得超过 7.0% 和 2.0%,醇溶物含量均应超过 45.0%。本研究结果表明,不同施肥条件

表 9 不同施肥处理当归样品主成分得分、综合得分及排序

处理	施肥	F_1	F_2	F	排序
1	有机肥	-1.427 680 00	10.767 150 000	151.060 258	1
3	复合肥	-1.050 209 30	9.571 826 880	149.771 339	2
4	不施肥	-0.907 755 85	8.492 777 056	134.588 431	3
2	复合微生物肥	-0.886 069 00	7.782 260 500	119.492 719	4

下当归药材水分、总灰分、酸不溶性灰分和浸出物含量差异显著($P < 0.05$)。药材水分含量过高会引起药材储存等问题的出现,处理 1 和处理 2 的当归药材水分含量显著低于处理 4 和处理 3。使用不同灰分含量来判断药材洁净度,处理 2 的 2 种不同灰分含量明显低于其他处理,所以施用复合微生物肥料的当归药材的纯度最佳。浸出物含量可作为药材质量判定的指标,药材中浸出物的多少可为药材质量的优劣提供判断价值,处理 1 和处理 2 的当归药材浸出物含量均高于其他处理。由此可见,施用复合微生物肥料可提高当归药材中浸出物含量,同时可降低水分、总灰分和酸不溶性含量。

4.2 不同施肥处理对当归多糖含量的影响

近些年对当归的研究结果显示,多糖作为其主要成分之一,具有提高免疫力、抗氧化、抗辐射、保肝等活性作用^[7]。不同施肥处理下当归多糖含量没有太大的差异,表现为处理 4 > 处理 1 > 处理 2 > 处理 3,可见单施有机肥和复合微生物肥较常规施肥处理多糖含量高。

4.3 利用主成分分析法评价不同施肥处理对当归中 8 种化学成分含量的影响

当归化学成分类型多样,其中洋川芎内酯类化合物在抗氧化损伤、抗炎镇痛、舒张血管及细胞毒等方面具有显著的疗效^[8]。阿魏酸松柏酯成分具有抗菌、抗氧化、抗肿瘤和舒张血管等生物活性^[9]。当归挥发油的主要成分为藁本内酯,对脑神经系统有广泛抑制作用,具有改善心血管系统、镇痛、解痉、抗休克、抗炎、保肝、保肾等作用^[10]。本试验建立了 HPLC 法并测定了当归中 8 种化学成分,结合主成分分析评价 4 种不同施肥处理下的当归质量^[11]。根据 HPLC 法测定结果发现各化学成分之间分离度良好,再根据主成分分析结果可知,单施有机肥的当归药材质量显著优于其他肥料处理,其结果表现为处理 1 > 处理 4 > 处理 3 > 处理 2。

施用其他肥料可提高当归品质,但长期施用肥料可改变土壤理化性状,造成土壤板结,养分降低,

而当归药材生长不仅与肥料中各养分不对等相关,还与当年药材指标性成分总体含量不高有关。施用复合微生物肥料的当归药材质量虽不及其他肥料处理,但在改善土壤环境方面有明显优势,可改良土壤结构,提高微生物数量,增强土壤酶活性,提高土壤肥力,是一种绿色生态肥料。复合微生物肥料的营养分为 20%,主要靠有效活菌转化土壤有机质并形成有益菌屏障,保护当归根周围环境安全,长期施用可显出其巨大优势。常规化肥和有机肥总养分含量都大于 20%,主要是提高植物的品质及产量,短期可能有不错的效益,但长期施用必然会降低土壤肥力,导致土壤板结、盐渍化等一系列问题。因此,可将复合微生物肥料与有机肥配合使用,将肥料利用最大化,满足对植物品质和安全的双需求。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:133-134
- [2] 席旭东,姬丽君,李海东. 硒营养剂不同施用水平和施用方式对当归产量及品质的影响[J]. 干旱地区农业研究,2016,34(2):125-129.
- [3] 康传志,王升,黄璐琦,等. 中药材生态种植模式及技术的评估[J]. 中国现代中药,2018,20(10):1189-1194.
- [4] 栗功兴. 复合微生物肥料的应用及发展[J]. 乡村科技,2016(11):55-56.
- [5] 张贵银,王玉仁,周银芝,等. 复合微生物肥料在番茄上的减肥增效试验[J]. 安徽农学通报,2017,23(12):53,90.
- [6] 吕洁丽,陈红丽,段金殿,等. 不同加工方法对当归多糖的影响[J]. 中国中药杂志,2011,36(7):846-849.
- [7] 谢诗慧. 中药当归多糖的研究进展[J]. 安徽农学通报,2019,25(11):27-28,34.
- [8] 张丽娟,刘继勇,姚 翀,等. 洋川芎内酯类化合物药理作用研究进展[J]. 中国药理学杂志,2015,50(13):1081-1084.
- [9] 李韶菁,张迎春,苏培瑜,等. 阿魏酸松柏酯的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(3):229-231.
- [10] 张来宾,吕洁丽,陈红丽,等. 当归中苯酞类成分及其药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志,2016,41(2):167-176.
- [11] 杨蕊菁,赵磊,夏鹏飞,等. 不同产地当归药材 9 种成分的含量测定及主成分分析[J]. 中药新药与临床药理,2020,31(4):473-477.