

2968-2970.

[4]

吕永磊, 王 丹, 李向日, 等. 附子多糖的含量测定[J]. 药物分析杂志, 2011, 31(5): 835-838.

[5]

吴环宇, 许妍妍, 卢志强, 等. 黑顺片血浆指纹图谱与抗心衰作用的谱效关系研究[J]. 中草药, 2015, 46(6): 861-865.

[6]

唐 锋, 梁少瑜, 陈飞龙, 等. 血清药物化学和血清药理学相结合的方法探讨麻黄附子细辛汤抗炎和免疫抑制的物质基础[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(10): 1971-1976.

[7]

熊秋韵, 李梦婷, 缪璐琳, 等. 附子不同炮制品抗炎、镇痛和提高免疫功能作用的比较研究[J]. 中药药理与临床, 2017, 33(1): 123-127.

[8]

何晓凤, 王露露, 张 晶. 基于色度学原理的颜色分析方法在药物研究领域的应用概况[J] 药物分析杂志, 2018, 38(9): 1471-1475.

[9]

Guo F Q, Yang C Y, Zang C, *et al.* Comparison of the quality of Chinese ginger juice powders prepared by different drying methods[J]. *J Food Process Eng*, 2019, 42(7): e13252.

[10]

McDermott A, Visentin G, McParland S, *et al.* Effectiveness of mid-infrared spectroscopy to predict the color of bovine milk and the relationship between milk color and traditional milk quality traits[J]. *J Dairy Sci*, 2016, 99(5): 3267-3273.

[11]

Xue R, Deng C, Cao H H, *et al.* Quality assessment of raw and baked *Aucklandia lappa* Decne. by color measurement and fingerprint analysis [J]. *J Sep Sci*, 2020, 43 (15): 3017-3026.

[12]

Brooksbank A, Owens B M, Phebus J G, *et al.* Surface sealant effect on the color stability of a composite resin following ultraviolet light artificial aging[J]. *Oper Dent*, 2019, 44(3): 322-330.

[13]

Fei C H, Dai H, Wu X Y, *et al.* Quality evaluation of raw and processed *Crataegi Fructus* by color measurement and fingerprint analysis[J]. *J Sep Sci*, 2018, 41(2): 582-589.

[14]

李 旻, 陈美君, 潘欢欢, 等. 基于颜色客观化的陈皮药材鉴别[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(18): 31-34.

[15]

干 丽, 钟如帆, 魏 梅, 等. 狗脊炮制工艺优选及色度值测定[J]. 中成药, 2020, 42(9): 2382-2388.

[16]

王峰峰, 宋兆辉, 张兰兰, 等. 乌头碱、新乌头碱、次乌头碱水解和醇解产物的研究[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(11): 1564-1569.

镁螯合肥对当归生长、产量及品质的影响

刘莉莉, 晋小军*, 贾袭伟
(甘肃农业大学农学院, 甘肃省中药材规范化生产技术创新重点实验室, 甘肃 兰州 730070)

摘要: **目的** 研究镁螯合肥对当归生长、产量及品质的影响。**方法** 以清水为对照, 采用单因子随机区组设计, 设置 4 个浓度镁螯合肥 (稀释 400、800、1 200、1 600 倍) 分别喷施当归, 观察测定当归生长理化指标及产量品质, 确定适宜当归生长的镁螯合肥喷施浓度。**结果** 喷施稀释 800 倍镁螯合肥时, 当归生长指标表现最佳, 叶绿素相对含量、净光合速率、气孔导度最大, 鲜产量达 24 163. 84 kg/hm², 醇溶性浸出物、挥发油、阿魏酸、藁本内酯含量分别达到 64. 3%、0. 593 3%、0. 127%、0. 279%。**结论** 镁螯合肥可显著影响当归生长及产量品质。
关键词: 当归; 镁螯合肥; 生长; 产量; 品质
中图分类号: R282 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-1528(2022)10-3385-05
doi:10. 3969/j. issn. 1001-1528. 2022. 10. 061

当归是伞形科植物当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels 的干燥根^[1], 始载于《神农本草经》^[2], 它作为常用妇科之要药, 具有活血补血、调经止痛、润肠通便的功效, 素有“十方九归”之美誉^[3-6], 主产于甘肃岷县及周边地区, 并以“岷归”著称^[7]。近年来, 当归需求量显著增加, 但因道地性所限, 盲目扩大栽培面积存在较大风险。

施肥是有效促进植物生长和提高产量质量的主要途径, 施肥种类及用量的选择对药材产量品质影响至关重要。杨少华^[2]等研究氮磷钾施肥量对当归产量的影响, 马中森等^[8]研究轮作周期及新型肥料对当归抗病性、产量及品质的影响, 席旭东等^[9]研究硒元素对当归产量质量的影响。目前对当归施肥的研究大多集中在氮磷钾, 而鲜有中、微

收稿日期: 2021-02-01
基金项目: 当归新品种引进及规范化栽培关键技术研究推广项目 (2019-HZ-817); 贫困地区精准扶贫中药材产业技术与示范推广项目 (2019)
作者简介: 刘莉莉 (1994—), 女, 硕士, 从事药用植物资源与利用研究。Tel: 18893793076, E-mail: 2659003200@qq.com
* **通信作者:** 晋小军 (1965—), 男, 研究员, 从事药用植物资源与利用教学及研究工作。Tel: (0931) 7631145, E-mail: jingxj@gsau. edu. cn

量元素的报道。

螯合肥是指螯合剂与植物所需的微量元素制成的肥料，常见的有螯合镁、锌、铁、锰、铜等^[10]。传统施肥以农家肥和化肥为主，其用量大、肥效利用率低、污染环境，而螯合肥稳定性强，不仅能促进作物养分吸收平衡，提高作物产量品质，提高肥料利用率，还可减少环境污染和保证作物安全^[10-11]。镁元素作为植物生长发育所必需的元素，在植物光合作用及新陈代谢、营养物质的合成中都具有显著的促进作用^[12]。因此，本研究镁螯合肥对当归生长及产量品质的影响，以期对当归的进一步发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试种苗 当归种苗购于岷县育苗专业户，选取根部细长、粗细均匀、无机械损伤、无病害、无腐烂、表皮光滑、直径 3~5 mm，根长 4~6 cm 者作为播种材料，经甘肃农业大学晋小军研究员鉴定为伞形科植物当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels 的干燥根。

1.2 试剂与肥料 藁本内酯（批号 DST191015-007，纯度 98%）、阿魏酸（批号 DST191029-001，纯度 98%）对照品均购自成都德思特生物技术有限公司；乙二胺四乙酸二钠镁盐（螯合镁含量≥5.8%，简称镁螯合肥）购自郑州银之海化工产品有限公司。甲醇为色谱纯（北京迪科马科技有限公司）；70%乙醇、甲苯、稀盐酸、乙腈、1%乙酸为分析纯。

1.3 仪器 GZX-GF101-4BS-II 电热恒温鼓风干燥箱（上海跃进医疗器械有限公司）；SPAD-502 叶绿素测定仪（日本 Konica Minolta 公司）；LI-6400 便携式光合仪（北京力高泰科技有限公司）；ACQUITY Arc 高效液相色谱仪（美国 Waters 公司）。

1.4 试区 本实验在甘肃省渭源县麻家集镇罗坎村进行，当地为当归核心分布区域，属于高寒阴湿气候。试验地前茬为黄芪，0~30 cm 土层土壤中含有机质 24.66 g/kg、全氮 1.3 g/kg、有效磷 16.14 mg/kg、速效钾 112.8 mg/kg、pH 值为 7.9；土壤为黑垆土，土地疏松，土层深厚，排水良好。

1.5 设计 采用单因素随机区组设计，小区面积为 15 m²（3 m×5 m），用 40 cm 宽黑色地膜覆盖，株行距为 15 cm×30 cm，每小区种植 6 行当归，小区间距为 90 cm，设置 4 个浓度，重复 3 次，见表 1。播种前整地并施入充分腐熟的农家肥 3 吨，在 2019 年 5 月 30 日对当归试验田喷施 4 个浓度镁螯合肥，然后于 6 月 20 日首次观察当归植株长势，测定地上、地下部分生长指标，每次测定 10 株，此后每 30 d 测定 1 次，直至 10 月 20 日。喷施时间选择在天气晴朗、无风或微风的上午或下午，每次喷施量为 900 kg/hm²，对照喷施等量清水。

1.6 指标检测

1.6.1 光合特性 通过光合仪和叶绿素测定仪分别测定当归光合指标和当归叶片 SPAD 值，每组随机选择 10 株，每株测定 10 片叶片，取平均值。

表 1 镁螯合肥喷施方式

编号	稀释倍数/倍	小区用量/(kg·15 m ⁻²)	公顷用量/(kg·hm ⁻²)
M1	400	1.35	900
M2	800	1.35	900
M3	1 200	1.35	900
M4	1 600	1.35	900
CK	清水	1.35	900

1.6.2 产量 在当归采收后测定当归根鲜、干重，以小区计算当归产量。

1.6.3 株高 采用直尺测量植株地面至最高叶片的高度。

1.6.4 茎粗 采用游标卡尺测定最粗叶柄基部距地面 1 cm 处的直径。

1.6.5 根粗 采用游标卡尺测定最粗根处的直径。

1.6.6 根长 采用直尺测量当归根部的长度。

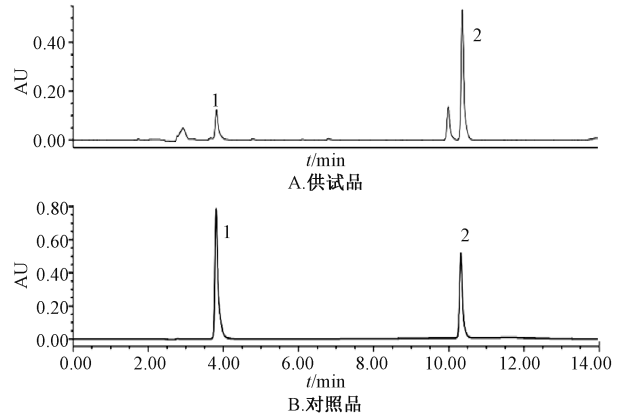
1.6.7 挥发油、醇溶性浸出物、水分、总灰分、酸不溶性灰分 根据 2020 年版《中国药典》方法^[1]进行测定。

1.6.8 HPLC 法测定阿魏酸、藁本内酯含量

1.6.8.1 对照品溶液制备 精密称取阿魏酸、藁本内酯对照品适量，置于棕色量瓶中，70%甲醇定容，即得。

1.6.8.2 供试品溶液制备 取药材粉末（过 3 号筛）约 0.2 g，精密称定，置于具塞锥形瓶中，精密加入 70%甲醇 20 mL，密塞，称定质量，加热回流 30 min，放冷，70%甲醇补足减失的质量，摇匀，静置，取上清液，滤过，取续滤液，即得。

1.6.8.3 色谱条件 Waters Symmetry[®] C₁₈ 色谱柱（4.6 mm×250 mm，5 μm）；流动相乙腈（A）-1%乙酸（B），梯度洗脱（0~8 min，38%~90% A；8~12 min，90%~38% A；12~14 min，38% A）；体积流量 1.0 mL/min；柱温 30 ℃；检测波长 323 nm；进样量 10 μL。理论塔板数按阿魏酸峰计，应不低于 5 000，色谱图见图 1。



1. 阿魏酸 2. 藁本内酯

图 1 各成分 HPLC 色谱图

1.6.8.4 线性关系考察 将“1.6.8.1”项下对照品溶液依次稀释至 80、40、20、10、5 μg/mL，在“1.6.8.3”项色谱条件下进样测定。以对照品进样量为横坐标（X），峰面积为纵坐标（Y）进行回归，结果见表 2，可知各成分在各自范围内线性关系良好。

表 2 各成分线性关系

成分	回归方程	<i>r</i>	线性范围/ μg
阿魏酸	$Y=4.86\times10^7X-2.56\times10^4$	0.996 4	0.05~0.80
藁本内酯	$Y=2.97\times10^7X-4.36\times10^3$	0.997 9	0.05~0.80

1.7 统计学分析 通过 Microsort Excel 软件进行数据处理，SPSS 19.0 软件进行显著性差异、相关性分析，结果以 ($\bar{x}\pm s$) 表示。 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 镁螯合肥浓度对当归株高和茎粗的影响 由表 3~4 可知，当归株高在 7 月至 8 月增幅较大，但由于当地 8 月至 9 月降水较多，当归地上部分生长减弱，部分枝叶脱落

表 3 镁螯合肥浓度对当归株高的影响 ($\bar{x}\pm s$ ， $n=3$)

处理	株高/cm				
	6 月 20 日	7 月 20 日	8 月 20 日	9 月 20 日	10 月 20 日
CK	17.9±0.9 ^{bc}	38.3±1.4 ^{ab}	64.7±2.6 ^c	44.3±2.5 ^{bc}	41.1±2.3 ^b
M1	21.3±1.1 ^{ab}	40.4±2.5 ^{ab}	71.6±1.6 ^a	50.3±3.1 ^a	47.4±2.8 ^a
M2	22.6±2.1 ^a	43.2±1.7 ^a	73.7±0.6 ^a	52.6±2.8 ^a	49.4±2.8 ^a
M3	21.8±1.1 ^{ab}	41.5±2.9 ^{ab}	72.6±1.4 ^a	52.3±2.7 ^a	49.0±2.5 ^a
M4	18.9±2.0 ^{bc}	38.5±2.8 ^{ab}	68.9±1.5 ^b	48.2±2.0 ^b	45.0±1.7 ^{ab}

注：不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

表 4 镁螯合肥浓度对当归茎粗的影响 ($\bar{x}\pm s$ ， $n=3$)

处理	茎粗/mm				
	6 月 20 日	7 月 20 日	8 月 20 日	9 月 20 日	10 月 20 日
CK	7.62±0.49 ^{ab}	13.42±0.22 ^c	22.03±0.29 ^{cd}	26.78±2.52 ^b	27.98±2.62 ^b
M1	7.84±0.71 ^{ab}	13.72±0.22 ^c	23.82±0.77 ^{bc}	27.24±1.62 ^{ab}	28.67±1.44 ^{ab}
M2	8.76±0.17 ^a	16.97±1.11 ^a	28.26±1.65 ^a	32.40±3.04 ^a	33.84±3.16 ^a
M3	8.48±0.24 ^a	14.95±0.54 ^b	25.29±0.41 ^b	28.67±3.23 ^{ab}	30.11±3.19 ^{ab}
M4	7.61±0.70 ^{ab}	13.25±0.34 ^c	22.37±0.37 ^{cd}	26.03±3.13 ^b	27.52±2.90 ^b

注：不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

2.2 镁螯合肥对当归根长和根粗的影响 由表 5~6 可知，根长和根粗在 7 月至 8 月增幅最大，9 月后增幅变小；6 月、8 月当归根长除 M2 与 M3 喷施浓度差异不显著外，M2 显著大于其他处理方法；10 月各喷施浓度根长差异不显著，M2 仅显著高于 CK，说明喷施镁螯合肥对当归根伸长生长的促进作用体现在生长前期，仅加快根部伸长生长的速度，

表 5 镁螯合肥浓度对当归根长的影响 ($\bar{x}\pm s$ ， $n=3$)

处理	根长/cm				
	6 月 20 日	7 月 20 日	8 月 20 日	9 月 20 日	10 月 20 日
CK	5.1±0.3 ^{bc}	8.1±0.6 ^c	10.3±0.5 ^{bc}	19.0±1.4 ^{ab}	22.8±1.1 ^b
M1	5.7±0.3 ^{bc}	9.7±0.3 ^{bc}	11.2±1.5 ^{abc}	20.2±2.0 ^{ab}	25.1±2.1 ^{ab}
M2	7.6±1.6 ^a	12.9±0.3 ^a	13.5±2.2 ^a	22.0±2.1 ^a	27.4±1.0 ^a
M3	6.2±0.5 ^{ab}	10.3±0.7 ^b	11.9±1.5 ^{ab}	21.4±2.4 ^a	25.4±1.9 ^{ab}
M4	5.2±0.4 ^{bc}	8.7±0.7 ^c	10.5±0.9 ^{bc}	19.3±2.1 ^{ab}	23.8±2.3 ^b

注：不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

表 6 镁螯合肥浓度对当归根粗的影响 ($\bar{x}\pm s$ ， $n=3$)

处理	根粗/mm				
	6 月 20 日	7 月 20 日	8 月 20 日	9 月 20 日	10 月 20 日
CK	5.81±0.11 ^{bc}	11.00±0.86 ^c	21.61±0.74 ^b	22.52±2.84 ^{bc}	25.57±0.99 ^c
M1	7.34±0.33 ^b	12.51±1.11 ^{bc}	23.61±1.63 ^{ab}	24.71±0.71 ^{ab}	29.17±2.32 ^{ab}
M2	8.78±0.47 ^a	15.04±0.90 ^a	25.86±1.53 ^a	27.46±0.91 ^a	32.28±2.46 ^a
M3	8.08±0.44 ^a	13.89±0.42 ^{ab}	24.88±1.13 ^a	25.58±0.28 ^{ab}	30.46±1.49 ^{ab}
M4	6.65±0.51 ^b	11.87±1.29 ^c	20.51±2.09 ^{bc}	22.86±2.16 ^{bc}	27.93±1.98 ^{bc}

注：不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

所致，8 月后出现增长转折点，株高呈下降趋势；茎粗一直在增加，10 月达到最大值；7 月至 8 月 M2 喷施浓度的当归株高和茎粗高于其他处理，在生长后期 M2 与 M1、M3 差异不显著，但与 CK、M4 仍存在显著差异，这可能是因为 M4 喷施浓度太低而效果不明显，M1 因浓度太高对当归株高和茎粗增长有轻微的抑制作用；在整个生长期内，CK 与 M4 喷施浓度差异不显著，CK 最小，依次为 M2>M3>M1>M4>CK，M2 较 M1、M3、M4、CK 株高的最大值分别高出 2.9%、1.5%、7.0%、13.9%，M2 较 M1、M3、M4、CK 茎粗的最大值分别高 18.2%、12.3%、22.9%、20.9%。

到收获期各处理根长差异并不显著；6 月至 7 月 M2 喷施浓度的当归根粗显著大于 CK、M1、M4 处理；8 月后，M2 处理显著高于 M4 与 CK，但与 M1、M2、M3 喷施浓度均无显著差异，M4 喷施浓度可能因喷施浓度过小没有表现出明显效果，根粗大于 CK，但未表现出显著性差异；各处理根长和根粗均高于对照，依次为 M2>M3>M1>M4>CK。

2.3 镁螯合肥对当归叶绿素相对含量、光合参数的影响

由表 7 可知，随着喷施浓度增加，叶绿素相对含量呈先升后降的趋势，各喷施浓度组叶绿素相对含量均高于对照组，以 M2 最高，CK 最低，而且 M2 较 CK、M1、M3、M4 分别高出 18.6%、13.7%、8.3%、16.4%，叶绿素相对含量依次为 M2>M3>M1>M4>CK；不同处理净光合速率变化与叶绿素相对含量变化规律一致，除 M3 外，M2 显著高于其他喷施浓度，为 5.85 μmol/（m²·s），M1、M4、CK 之间差

表 7 镁螯合肥对当归叶绿素相对含量、光合参数的影响（ $\bar{x}\pm s$ ， $n=3$ ）

处理	净光合速率/ (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	蒸腾速率/ (mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	气孔导度/ (mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	胞间 CO ₂ 浓度/ (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	叶绿素相对 含量/%
CK	3.59±0.33 ^b	0.14±0.01 ^a	3.85±0.33 ^b	317.90±27.21 ^a	31.45±2.74 ^b
M1	4.03±0.63 ^b	0.13±0.04 ^a	4.57±0.64 ^{ab}	311.19±16.44 ^a	32.75±1.68 ^b
M2	5.85±1.48 ^a	0.12±0.08 ^a	6.19±0.91 ^a	250.95±87.91 ^a	37.29±0.84 ^a
M3	4.85±0.71 ^{ab}	0.11±0.02 ^a	5.81±1.06 ^a	284.05±44.74 ^a	34.43±0.89 ^{ab}
M4	3.66±0.95 ^b	0.17±0.04 ^a	3.89±1.18 ^b	285.32±43.96 ^a	32.03±2.04 ^b

注：不同字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。

2.4 镁螯合肥对当归产量、品质的影响

2.4.1 产量 由表 8 可知，随着镁螯合肥喷施浓度增加，当归鲜、干产量均呈现出先升后降的趋势，并且影响显著；各喷施浓度组当归鲜产量差异显著，依次为 M2>M3>M1>M4>CK，其中 M2 鲜产量最高，可达 24 163.84 kg/hm²，折干率达 68.11%，CK 鲜产量最低为 15 780.17 kg/hm²，折干率为 66.28%，说明 M2 为镁螯合肥最佳喷施浓度，并且喷施浓度过高或过低都会显著影响当归鲜产量；不同喷施浓度对当归干产量的影响规律与鲜产量一致，M2 最高，为 7 704.79 kg/hm²，较 CK、M1、M3、M4 分别高出 44.8%、25.3%、23.0%、49.3%。

表 8 镁螯合肥对当归产量的影响（ $\bar{x}\pm s$ ， $n=3$ ）

处理	鲜产量/(kg·hm ⁻²)	干产量/(kg·hm ⁻²)	折干率/%
CK	15 780.17±190.39 ^c	5 320.95±66.81 ^c	66.28
M1	19 064.33±297.42 ^b	6 149.78±95.94 ^b	67.74
M2	24 163.84±636.33 ^a	7 704.79±294.86 ^a	68.11
M3	19 566.68±464.32 ^b	6 261.83±65.32 ^b	68.01
M4	15 995.39±419.76 ^c	5 159.80±135.41 ^c	67.74

注：不同字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。

表 9 镁螯合肥对当归品质的影响（ $\bar{x}\pm s$ ， $n=3$ ）

处理	水分/%	总灰分/%	酸不溶性灰分/%	醇溶性浸出物/%	挥发油/%	阿魏酸/%	藁本内酯/%
CK	6.5±0.02 ^c	6.4±0.1 ^a	1.6±0.1 ^b	61.3±0.3 ^c	0.416 7±0.008 8 ^d	0.102±0.001 ^e	0.247±0.003 ^d
M1	6.6±0.1 ^{ab}	5.9±0.3 ^b	1.6±0.1 ^b	63.0±0.3 ^b	0.466 7±0.008 8 ^c	0.108±0.003 ^e	0.259±0.002 ^e
M2	6.2±0.2 ^d	5.6±0.1 ^c	1.2±0.1 ^d	64.3±0.2 ^a	0.593 3±0.008 8 ^a	0.127±0.001 ^a	0.279±0.001 ^a
M3	6.6±0.1 ^{ab}	5.8±0.1 ^{bc}	1.5±0.1 ^c	63.3±0.2 ^b	0.507 6±0.012 0 ^b	0.120±0.001 ^b	0.274±0.002 ^b
M4	6.7±0.1 ^a	6.1±0.1 ^b	1.7±0.1 ^b	61.2±0.2 ^c	0.460 0±0.005 8 ^c	0.107±0.002 ^d	0.259±0.002 ^c

注：不同字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。

3 讨论与结论

当归叶面喷施不同浓度的镁螯合肥时，各指标影响程度依次为 800 倍>1 200 倍>400 倍>1 600 倍>清水；随着喷施浓度增加，各项指标均呈现出先升后降的变化趋势，其中喷施 800 倍时不仅可显著促进当归地上部分生长，同时能显著影响当归产量品质。王锋堂等^[13]报道，钙肥、镁肥、锌肥作为植物生长必须营养元素对槟榔果的坐果、产

量及内含物质量都有显著的影响；唐静^[14]发现，增施中微肥能显著提高甘薯产量，提高可溶性糖含量，降低甘薯磷含量；杨苞梅等^[15]研究表明，适量增施钾肥、钙肥、镁肥有利于香蕉植株的生长发育，促进叶片叶绿素的合成，提高叶片净光合速率，从而有效提高叶片光合作用能力，且适量增施钾肥、镁肥能降低叶片抗氧化酶活性及膜脂过氧化强度，从而有效延缓叶片衰老。由此可见，在施用化

2.4.2 品质 由表 9 可知，不同喷施浓度对当归水分影响显著，依次为 M4>M1=M3>CK>M2，其中 M4 最高，为 6.7%，M2 最低，为 6.2%，M1、M4 之间差异不显著，分别为 6.6%、6.7%；不同喷施浓度下当归总灰分、酸不溶性灰分含量变化规律与水分一致，均表现为 CK>M4>M1>M3>M2，其中 M4、M1 之间差异不显著，其余均有显著差异，M2 最低；随着喷施浓度增加，醇溶性浸出物含量呈先升后降的趋势，依次为 M2>M3>M1>CK>M4，其中 M2 最高，为 64.3%，较 M1、M3、M4、CK 分别高出 2.1%、1.6%、5.1%、4.9%，M4 与 CK、M1 与 M3 之间差异不显著；随着喷施浓度增加，挥发油含量呈先升后降的趋势，依次为 M2>M3>M1>M4>CK，其中 M2 最高，为 0.593 3%，较 M1、M3、M4、CK 分别高出 21.34%、14.44%、22.47%、29.77%，M1 与 M3 之间差异不显著，其余均有显著差异；不同喷施浓度下阿魏酸、藁本内酯含量变化规律与醇溶性浸出物含量一致，其中 M2 最高，阿魏酸含量较 CK、M1、M3、M4 分别高出 24.5%、17.6%、5.8%、18.7%，藁本内酯含量分别高出 13.0%、7.7%、1.8%、7.7%。

量及内含物质量都有显著的影响；唐静^[14]发现，增施中微肥能显著提高甘薯产量，提高可溶性糖含量，降低甘薯磷含量；杨苞梅等^[15]研究表明，适量增施钾肥、钙肥、镁肥有利于香蕉植株的生长发育，促进叶片叶绿素的合成，提高叶片净光合速率，从而有效提高叶片光合作用能力，且适量增施钾肥、镁肥能降低叶片抗氧化酶活性及膜脂过氧化强度，从而有效延缓叶片衰老。由此可见，在施用化

肥的同时增施中微量元素肥料对当归产量产生较大影响，可实现该药材优质高产的市场需求，有利于提高经济效益，具有很大的推广应用价值。

参考文献：

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2020 年版一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020：133-134.

[2] 杨少华，郭承刚，薛润光，等. 不同种植密度和氮磷钾施肥量对云当归产量的影响[J]. 西南农业学报，2011，24（5）：1799-1804.

[3] 宫文霞，周玉枝，李 肖，等. 当归抗抑郁化学成分及药理作用研究进展[J]. 中草药，2016，47(21)：3905-3911.

[4] 乐 巍，吴玉兰，邱蓉丽. 基于 HPLC 及化学计量法对当归与欧当归药材的比较研究[J]. 中药材，2018，41（8）：1846-1850.

[5] 汪英俊，严 辉，黄胜良，等. 当归 HPLC 指纹图谱建立及化学计量学评价[J]. 中成药，2020，42(2)：514-519.

[6] 由金文，何银生，廖朝林，等. 石窑当归规范化生产标准操作规程[J]. 中国现代中药，2011，13(10)：21-25.

[7] 漆璐涛，许彩荷，纪 瑛，等.当归种子直播栽培对其产量和质量的影响研究[J].中药材,2018,41(8):1804-1808.

[8] 马中森，洪建雄，刘效瑞，等. 轮作周期及新型肥料对当归抗病性、产量及品质的影响[J]. 中药材，2019，42（12）：2759-2763.

[9] 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.

[10] 何 键，聂兆广，李玲玉，等. 整合肥料在农业上的应用效果研究[J]. 土壤通报，2017，48(2)：507-512.

[11] 陈卓韵，李 飞，黄明丽，等. 整合肥料对作物生长及品质的影响[J]. 中国农学通报，2019，35(30)：37-41.

[12] 朱常安，和志豪，蔡泽林，等. 融合镁元素的水肥多因子耦合对黄瓜综合营养品质的调控[J]. 中国农业科学，2019，52(18)：3258-3270.

[13] 王锋堂，杨福孙，陈才志，等. 不同中微量元素对槟榔结果与产量特征的影响[J]. 热带作物学报，2019，40(5)：857-863.

[14] 唐 静，王 菲，张晓玲，等. 中微量元素肥料对甘薯产量和品质的影响[J]. 西南农业学报，2012，25（3）：962-966.

[15] 杨苞梅，李进权，姚丽贤，等. 钾钙镁营养对香蕉生长和叶片生理特性的影响[J]. 中国土壤与肥料，2010(1)：29-32；36.

不同覆盖方式对款冬生长及产量的影响

贾袭伟^{1,2}， 赵 鑫^{1,2}， 葛 慧^{1,2}， 李 浩³， 晋小军³， 杜 弢^{1,2*}

(1. 甘肃中医药大学药学院，甘肃 兰州 730000；2. 西北中藏药协同创新中心，甘肃 兰州 730000；3. 甘肃农业大学农学院，甘肃 兰州 730070)

摘要：目的 研究不同覆盖方式对款冬生长及产量的影响。**方法** 采用大田对比试验，设置黑膜覆盖、白膜覆盖、麦草覆盖 3 种方式，与露天栽培进行比较。**结果** 出苗率、叶片数、株高、地上部分生物量、产量、净光合速率、叶绿素相对含量均以黑膜覆盖最高，出苗率达 95% 以上，鲜产量显著高于其他处理，达 2 873.3 kg/hm²，单株花蕾数为 73.3 个/株，净光合速率为 5.50 μmol/m² · s，比白膜、麦草、露天栽培分别高出 14.58%、38.89%、55.37%；款冬酮、醇溶性浸出物含量以麦草覆盖最高，分别为 0.103%、25.33%，含量依次为麦草、黑膜、白膜、露天栽培。**结论** 黑膜覆盖栽培能有效促进款冬生长。

关键词：款冬；覆盖方式；生长；产量；大田对比试验

中图分类号：R282 **文献标志码：**B **文章编号：**1001-1528(2022)10-3389-04

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2022.10.062

款冬于 12 月或地冻前花尚未出土时采挖，除去花梗和泥沙阴干作为原药材使用，用于治疗喘咳嗽多、新久咳嗽、咳血^[1]，它属菊科款冬属植物，全属仅 1 种，分布在全国各地^[2]，其中陕西、山西、甘肃、青海、四川等地以种植为主^[3-5]，甘肃产量占全国产量的 30% 以上，属地道药材^[6]。该植物适宜生长在冷凉潮湿环境，耐寒耐阴但不