



田梦妮,李威,刘蓉,等.不同施肥方式及配比对知母农艺性状的影响[J].黑龙江农业科学,2022(2):30-35.

不同施肥方式及配比对知母农艺性状的影响

田梦妮,李威,刘蓉,任玉敏,张姿,任鸿濠,张成华,姜常玉
(北京艾比蒂生物科技有限公司,北京 102299)

摘要:为了探究知母栽培过程中最佳施肥方式和施肥配比,采用产自河北省易县的一年生知母苗,移栽进花盆统一进行缓苗管理后进行肥料试验,研究不同肥料配比对知母株高、地上部和根部农艺性状的影响。结果表明:叶面喷施处理的肥料稀释浓度为 200 倍时,添加 $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 尿素 + $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸钾的混合溶液 30.0 mL、氨基酸水溶肥 7.5 mL 及 GGR 8 号 22.5~30.0 mL 的使用效果最佳,具体表现为株高较高,叶片较宽较厚、数量较多、氮含量及 SPAD 值较高,叶片鲜重及叶片干重较重,根长较长,须根数量较多,须根鲜重及须根干重较重,折干率较高;灌根处理的肥料稀释 1 000 倍时,添加 20.0 g 尿素 + 10.0 g K_2SO_4 、氨基酸水溶肥 10.0 mL 及 GGR 8 号 10.0~20.0 mL 的使用效果最佳,总体来看,叶面喷施处理的使用效果相比灌根处理具有一定的优势。

关键词:知母;水溶肥;绿色植物生长调节剂;GGR

知母(*Anemarrhena asphodeloides* Bunge)为百合科多年生草本植物,根茎肥厚,横生于地下,《中华人民共和国药典》^[1]规定以知母的干燥根茎入药,目前入药知母的全国需求量较大。中药材知母性味苦、寒、清热除烦,润肺滋肾。具有清热泻火、滋阴润燥、利水消肿、降火、化痰、止咳等功效。主治外感热病、高热烦渴、骨蒸潮热、肺热咳嗽、内热消渴、大便秘结、小便不利等^[2]。我国是知母的主要产区,蒙古和朝鲜也有分布。目前,河北省是我国知母药材的主产区,每年生产知母药材可达 800 t 以上。《中药大词典》^[3]著以河北易县产品最佳,称“西陵知母”,近年来,本区已有大面积栽培,使栽培品在知母商品药材中比例渐高。但在知母人工栽培技术方面存在较多的问题,如何提高知母产量、质量和效益亟待研究。

施肥对药用植物的产量及药用活性成分含量都具有明显影响,在肥料三要素中,氮素对植物体内生物碱、皂苷和维生素类的形成具有积极作用,特别是对生物碱的形成与积累具有重要影响。但每种药用植物所需的营养元素又不相同,其药效成分的形成和积累受多方面因素影响^[4-5]。前人研究多集中在氮、磷、钾等大量元素对药用植物生长和产量的影响以及对药用植物有效成分的作用,并得出了人参^[6]、三七^[7]、板蓝根及黄芪^[8]等

部分药用植物的最佳施肥量,但关于知母的相关研究报道还少之又少,由此可见,关于知母栽培过程中最佳施肥量的探索研究还有待于进一步加强^[9]。因此,本研究主要针对知母,通过盆栽试验分别确定叶面喷施与灌根两种施肥方式的 GGR 与尿素、 K_2SO_4 、氨基酸水溶肥的最佳配比,为实现知母的规范化栽培和高效栽培提供理论依据。

1 材料与方

1.1 材料

本试验以产自河北省易县的西陵知母为试验材料,所选植株均为一年生知母。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 于 2021 年 5 月选择长势一致的知母植株运送至北京市昌平区科技园区艾比蒂生物科技有限公司($40^{\circ}12'9''\text{N}$, $116^{\circ}14'6''\text{E}$)温室大棚进行移栽。统一移栽至口径×高度×底径为 $20.5 \text{ cm} \times 17.0 \text{ cm} \times 14.5 \text{ cm}$ 的花盆里进行盆栽试验,生长条件及管理措施保持一致,待植株缓苗 90 d 后进行试验处理。如表 1 所示,共设置 13 个处理,其中 YT_1 、 YT_2 、 YT_3 、 YT_4 、 YT_5 、 YT_6 为叶面喷施处理组; GT_1 、 GT_2 、 GT_3 、 GT_4 、 GT_5 、 GT_6 为灌根处理组; T_0 组为清水对照,每个处理 30 株知母苗,3 次重复。于 2021 年 8 月 13 日开始进行第 1 次试验处理,8 月 23 日进行第 2 次试验处理,9 月 7 日进行第 3 次试验处理。

收稿日期:2021-11-24

第一作者:田梦妮(1994—),女,硕士,从事药用植物栽培技术集成及示范推广研究。E-mail:1830942320@qq.com。

表 1 不同试验处理情况

处理		母液 1	母液 2	母液 3
叶面喷施处理	YT ₁	2.0 g·L ⁻¹ 尿素+1.0 g·L ⁻¹ K ₂ SO ₄ 混合溶液 30 mL	0	0
	YT ₂	2.0 g·L ⁻¹ 尿素+1.0 g·L ⁻¹ K ₂ SO ₄ 混合溶液 30 mL	氨基酸水溶肥 7.5 mL	0
	YT ₃	2.0 g·L ⁻¹ 尿素+1.0 g·L ⁻¹ K ₂ SO ₄ 混合溶液 30 mL	氨基酸水溶肥 7.5 mL	GGR8 号 7.5 mL
	YT ₄	2.0 g·L ⁻¹ 尿素+1.0 g·L ⁻¹ K ₂ SO ₄ 混合溶液 30 mL	氨基酸水溶肥 7.5 mL	GGR8 号 15.0 mL
	YT ₅	2.0 g·L ⁻¹ 尿素+1.0 g·L ⁻¹ K ₂ SO ₄ 混合溶液 30 mL	氨基酸水溶肥 7.5 mL	GGR8 号 22.5 mL
	YT ₆	2.0 g·L ⁻¹ 尿素+1.0 g·L ⁻¹ K ₂ SO ₄ 混合溶液 30 mL	氨基酸水溶肥 7.5 mL	GGR8 号 30.0 mL
灌根处理	GT ₁	20.0 g 尿素+10.0 g K ₂ SO ₄	0	0
	GT ₂	20.0 g 尿素+10.0 g K ₂ SO ₄	氨基酸水溶肥 10.0 mL	0
	GT ₃	20.0 g 尿素+10.0 g K ₂ SO ₄	氨基酸水溶肥 10.0 mL	GGR8 号 8.0 mL
	GT ₄	20.0 g 尿素+10.0 g K ₂ SO ₄	氨基酸水溶肥 10.0 mL	GGR8 号 10.0 mL
	GT ₅	20.0 g 尿素+10.0 g K ₂ SO ₄	氨基酸水溶肥 10.0 mL	GGR8 号 13.0 mL
	GT ₆	20.0 g 尿素+10.0 g K ₂ SO ₄	氨基酸水溶肥 10.0 mL	GGR8 号 20.0 mL
T ₀		0	0	0

注:氨基酸水溶肥固定浓度,叶面喷施稀释 200 倍,灌根稀释 1 000 倍。

1.2.2 测定项目及方法 9 月 22 日调查全部样本株的试验数据,统计叶片数量和须根数量;利用精度为 0.1 cm 的米尺直接测量样本株高及根长;利用精度为 0.01 g 的电子天平测量样本叶片鲜重、须根鲜重和根茎鲜重;利用手持式 TYS-4N 叶绿素测量仪测量样本 SPAD 值及叶片氮含量;利用千分尺高精度数显外径螺旋测微器测量样本功能叶叶片厚度;利用精度为 0.1 cm 的游标卡尺测量样本功能叶宽度。新鲜样品烘干后利用精度为 0.01 g 的电子天平测量叶片干重、须根干重和根茎干重,并计算叶片干鲜比、须根干鲜比及根茎折干率。

叶片干鲜比(%)=叶片干重/叶片鲜重×100

须根干鲜比(%)=须根干重/须根鲜重×100

折干率(%)=样本干重/样本鲜重×100

1.2.3 数据分析 数据用 Excel 2010 软件进行处理,利用 SPSS 23.0 进行统计分析,采用 LSD 法进行多重比较分析($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同施肥方式及配比对知母株高的影响

由表 2 可知,相比灌根处理及叶面喷施的其他处理,YT₅及 YT₆处理的效果最为明显,株高分别为 43.75 和 43.59 cm,较对照分别增加 7.65%和 7.26%,其余各处理的株高与对照组相比均有所增加。灌根处理组中 GT₆及 GT₄处理的效果最为明显,株高分别为 42.91 和 42.73 cm,较对照分别增加 5.59%和 5.14%;GT₁处理株高较对照没有增减;其余各处理的株高较对照均有不同程

度的增加,其中,GT₂、GT₃和 GT₅处理株高分别为 40.73,41.79 和 42.04 cm,较对照分别增加了 0.22%、2.83%和 3.44%。说明在氮肥(尿素)、钾肥(K₂SO₄)及氨基酸水溶肥施用量不变的条件下,GGR8 号的施用量为 22.5~30.0 mL 叶面喷施和 10.0~20.0 mL 灌根对知母株高的影响效果最明显。

表 2 不同处理对知母株高的影响

处理		株高/cm	相对增长率/%
叶面喷施处理	YT ₁	41.76	2.76
	YT ₂	42.02	3.40
	YT ₃	42.06	3.49
	YT ₄	41.82	2.90
	YT ₅	43.75	7.65
	YT ₆	43.59	7.26
灌根处理	GT ₁	40.64	0
	GT ₂	40.73	0.22
	GT ₃	41.79	2.83
	GT ₄	42.73	5.14
	GT ₅	42.04	3.44
	GT ₆	42.91	5.59
T ₀		40.64	-

2.2 不同施肥方式及配比对知母地上部生长性状的影响

2.2.1 叶片宽度 由表 3 可知,叶面喷施处理组中的 YT₆处理叶片宽度最大,为 6.16 mm,较对照显著增加 25.97%($P<0.05$);灌根处理组中的 GT₆处理叶片宽度最大,为 6.08 mm,较对照显著

增加 24.42%；其他处理叶片宽度较对照均有所增加。

2.2.2 叶片厚度 叶面喷施处理组中的 YT₆ 处理叶片厚度最大,为 0.37 mm,较对照显著增加 19.35%；灌根处理组中的 GT₆ 处理叶片厚度最大,为 0.36 mm,较对照显著增加 16.13%,GT₁ 与 GT₂ 处理平均叶片厚度较对照没有明显变化；其他处理平均叶片厚度均较对照有所增加(表 3)。

2.2.3 单株叶片数 叶面喷施处理组中的 YT₅ 处理单株叶片数最高,为 42.58 个,较对照显著增加 5.87%；灌根处理组中的 GT₄ 处理单株叶片数最高,为 44.04 个,较对照显著增加 9.50%；YT₂ 与 GT₁ 处理单株叶片数较对照组分别减少 0.32%和 2.44%；其他试验处理组均较对照有所增加(表 3)。

2.2.4 SPAD 值 叶面喷施处理组中的 YT₅ 处理 SPAD 值最高,为 11.53,较对照显著增加 31.92%；灌根处理组中的 GT₅ 处理 SPAD 值最高,为 10.97,较对照显著增加 25.51%；其他处理 SPAD 值较对照组均有所增加(表 3)。

2.2.5 叶片氮含量 叶面喷施处理组中的 YT₆ 处理叶片氮含量最高,为 7.24 mg·g⁻¹,较对照显著增加 30.69%；灌根处理组中的 GT₅ 处理叶片氮含量最高,量为 6.91 mg·g⁻¹,较对照显著增加 24.73%；其他处理叶片氮含量均较对照组有所增加(表 3)。

2.2.6 叶片鲜重 叶面喷施处理组中的 YT₆ 处理叶片鲜重最高,为 6.76 g·株⁻¹,较对照显著增加 47.28%；灌根处理组中的 GT₆ 处理叶片鲜重最高,为 6.11 g·株⁻¹,较对照组显著增加 33.12%；其他处理叶片鲜重较对照组均有所增加(表 3)。

2.2.7 叶片干重 叶面喷施处理组中的 YT₆ 处理叶片干重最高,为 1.51 g,较对照显著增加 67.78%；灌根处理组中的 GT₆ 处理叶片干重最高,为 1.30 g,较对照显著增加 44.44%；其他处理均较对照组有所增加(表 3)。

2.2.8 叶片干鲜比 叶面喷施处理组中的 YT₄ 处理叶片干鲜比最高,为 23.28%,较对照显著增加 18.96%；灌根处理组中的 GT₅ 处理叶片干鲜比最高,为 21.23%,较对照显著增加 9.10%；YT₃ 与 GT₃ 处理叶片干鲜比较对照组分别减少 1.02%和 1.89%；其他试验处理均较对照组叶片干鲜比有所增加(表 3)。

综上所述,在氮肥(尿素)、钾肥(K₂SO₄)及氨基酸水溶肥施用量不变的条件下,GGR8 号的施用量为 22.5~30.0 mL 叶面喷施和 10.0~20.0 mL 灌根施用对知母叶片农艺性状的影响效果最明显。两种施肥方式对比,叶片数量以 GT₄ 处理效果最好,SPAD 值以 YT₅ 处理的效果最好,叶片干鲜比 YT₄ 处理的效果最好,叶片宽度、叶片厚度、叶片氮含量、叶片鲜重和叶片干重均以 YT₆ 处理的效果最好(表 3)。

表 3 不同处理对知母地上部生长性状的影响

处理		叶片宽度/mm	叶片厚度/mm	单株叶片数/个	SPAD 值	叶片氮含量/ (mg·g ⁻¹)	叶片鲜重/ (g·株 ⁻¹)	叶片干重/ (g·株 ⁻¹)	叶片干 鲜比/%
叶面喷施处理	YT ₁	5.06±0.31 cd	0.34±0.02 ab	41.08±3.85 b	9.25±1.20 bc	6.07±0.30 c	5.04±0.03 c	1.07±0.07 b	21.23±0.24 b
	YT ₂	5.01±0.14 d	0.33±0.01 ab	40.09±5.58 c	8.94±1.28 c	6.23±0.38 bc	5.07±0.31 c	1.05±0.06 b	20.77±1.12 bc
	YT ₃	5.11±0.22 c	0.32±0.02 ab	41.60±3.73 b	9.98±0.56 b	6.45±0.53 b	5.99±0.24 b	1.16±0.01 ab	19.37±1.31 cd
	YT ₄	5.16±0.43 bc	0.32±0.01 ab	40.76±5.15 bc	9.97±0.88 b	6.74±0.91 b	6.16±0.16 ab	1.43±0.06 a	23.28±1.20 a
	YT ₅	5.12±0.35 c	0.34±0.03 ab	42.58±3.17 b	11.53±1.37 a	7.17±0.41 a	6.43±0.34 a	1.38±0.04 a	21.43±1.67 ab
	YT ₆	6.16±0.25 a	0.37±0.05 a	41.27±6.46 b	10.82±0.85 a	7.24±0.32 a	6.76±0.45 a	1.51±0.03 a	22.35±2.10 a
灌根处理	GT ₁	5.01±0.32 d	0.31±0 b	39.24±4.29 c	9.37±1.40 b	6.46±0.39 b	4.75±0.26 d	0.97±0.07 bc	20.36±1.79 c
	GT ₂	5.02±0.42 d	0.31±0.02 b	41.33±5.67 b	9.31±0.76 b	6.38±0.60 b	5.15±0.38 bc	1.01±0.09 b	19.52±1.69 c
	GT ₃	5.06±0.17 cd	0.32±0.03 ab	43.47±2.70 a	9.84±0.68 b	6.61±0.80 b	5.11±0.52 bc	0.98±0.06 b	19.20±1.34 d
	GT ₄	5.67±0.54 b	0.34±0.02 ab	44.04±4.67 a	10.30±1.47 ab	6.59±0.70 b	5.68±0.34 b	1.20±0.04 ab	21.07±1.58 b
	GT ₅	5.11±0.27 c	0.33±0.04 ab	42.47±3.14 b	10.97±1.20 a	6.91±0.56 ab	5.59±0.18 b	1.19±0.05 ab	21.35±1.61 ab
	GT ₆	6.08±0.64 a	0.36±0.06 a	42.09±5.09 b	10.85±0.70 a	6.27±0.70 bc	6.11±0.43 ab	1.30±0.02 a	21.31±1.68 ab
T ₀		4.89±0.18 e	0.31±0.01 b	40.22±9.90 bc	8.74±1.17 c	5.54±0.89 d	4.59±0.27 d	0.90±0.02 c	19.57±1.49 c

注:同列不同小写字母表示在(P<0.05)水平差异显著。下同。

2.3 不同施肥方式及配比对知母根部生长性状的影响

2.3.1 根长 叶面喷施处理组中 YT₅处理的根长为17.61 cm,较对照显著增加 29.11%;灌根处理组中的 GT₆处理根长最高,为 17.41 cm,较对照显著增加 27.64%;其他处理根长均较对照有所增加(表 4)。

2.3.2 须根数量 叶面喷施处理组中的 YT₆处理根须数量最高,为 20.33 条,较对照显著增加 32.96%;灌根处理组中的 GT₆处理根须数量最高,为 20.76 条,较对照显著增加 35.78%;其他处理须根数均较对照有所增加(表 4)。

2.3.3 须根鲜重 叶面喷施处理组中的 YT₆处理须根鲜重最高,为 3.96 g·株⁻¹,较对照显著增加 35.15%;灌根处理组中的 GT₆处理须根鲜重最高,为 3.95 g·株⁻¹,较对照显著增加 34.81%;其他处理须根鲜重均较对照有所增加(表 4)。

2.3.4 须根干重 叶面喷施处理组中的 YT₆处理须根干重最高,为 1.44 g·株⁻¹,较对照显著增加 61.80%;灌根处理组中的 GT₄处理须根干重最高,为 1.36 g·株⁻¹,较对照显著增加 52.81%;其他处理须根干重均较对照有所增加(表 4)。

2.3.5 须根干鲜比 叶面喷施处理组中的 YT₆和 YT₅处理须根干鲜比最高,为 36.36%,较对照显著增加 19.68%;灌根处理组中的 GT₄处理须根干鲜比最高,为 37.88%,较对照显著增加 24.69%;其他处理须根干鲜比均较对照有所增加(表 4)。

2.3.6 根茎折干率 叶面喷施处理组中的 YT₄处理根茎折干率最高,为 21.15%,较对照处理显著增加 35.23%;灌根处理组中的 GT₅处理根茎折干率最高,为 21.58%,较对照显著增加 37.98%;其他处理根茎折干率均较对照有所增加(表 4)。

综上所述,在氮肥(尿素)、钾肥(K₂SO₄)及氨基酸水溶肥施用量不变的条件下,GGR8 号的施用量为 22.5~30.0 mL 叶面喷施使用和10.0~20.0 mL 灌根施用对知母叶片生长性状的影响效果最明显。两种施肥方式对比,根长 YT₅处理的效果最好,须根数量 GT₆处理的效果最好,根茎折干率 GT₅处理的效果最好,须根鲜重、须根干重均为 YT₆处理的效果最好,须根干鲜比以 GT₄处理的效果最好(表 4)。

表 4 不同处理对知母根部生长性状的影响

处理		根长/cm	单株须根数/条	须根鲜重/(g·株 ⁻¹)	须根干重/(g·株 ⁻¹)	须根干鲜比/%	根茎折干率/%
叶面喷施处理	YT ₁	15.31±1.28 c	17.22±1.49 d	3.42±0.21 b	1.07±0.04 b	31.29±3.75 bc	17.25
	YT ₂	16.42±1.02 b	18.82±0.78 bc	3.61±0.13 ab	1.11±0.02 b	30.75±4.28 c	20.92
	YT ₃	16.14±0.90 b	20.16±0.92 ab	3.61±0.27 ab	1.16±0.04 b	32.13±2.99 b	20.99
	YT ₄	16.42±0.78 b	19.22±0.11 b	3.79±0.31 a	1.22±0.06 b	32.19±5.67 b	21.15
	YT ₅	17.61±0.80 a	18.24±1.50 c	3.85±0.42 a	1.40±0.06 a	36.36±8.29 a	20.59
	YT ₆	17.06±1.46 ab	20.33±3.75 a	3.96±0.42 a	1.44±0.05 a	36.36±8.76 a	20.94
灌根处理	GT ₁	14.26±0.50 d	15.79±0.60 e	3.08±0.11 bc	1.01±0.02 c	32.79±6.54 bc	16.46
	GT ₂	14.48±0.75 d	15.62±0.53 e	3.11±0.05 bc	1.03±0.04 bc	33.12±5.26 b	15.82
	GT ₃	14.44±1.36 d	16.62±0.64 e	3.23±0.24 b	1.07±0.04 b	33.13±5.24 b	19.74
	GT ₄	16.04±0.45 bc	17.42±1.47 d	3.59±0.35 ab	1.36±0.03 a	37.88±7.86 a	19.73
	GT ₅	15.42±1.44 c	17.33±1.97 d	3.87±0.46 a	1.35±0.03 a	34.88±6.23 b	21.58
	GT ₆	17.41±0.81 a	20.76±2.77 a	3.95±0.58 a	1.32±0.03 a	33.42±5.44 b	20.20
T ₀		13.64±1.09 e	15.29±2.61 e	2.93±0.18 c	0.89±0.02 d	30.38±3.81 c	15.64

3 讨论

目前,国内外研究主要集中在生药知母根茎的化学成分、药理药效成分的分析,多见于医学类研究,有关知母施肥与营养关系的研究较少。但在实际生产中,对于药用植物来说,提高其药效成分至关重要,找到施肥与生长性状及产量的关系是今后药用植物栽培研究的重点内容^[4]。

马春英等^[10]研究表明,鸡粪 3 750 kg·hm⁻² 作为基肥使用,对知母药用器官的产量和品质的影响效果最好;张宏伟等^[11] 研究表明,影响知母叶片数、须根数、根茎鲜重和叶片鲜重的主要因子是氮肥,其次是钾肥和磷肥;钾肥对知母叶片和根系增长的促进效果较好;而磷肥对分蘖起主要作用。陈娟等^[12] 研究表明,移栽后第 2 年 7 月追肥有利于产量提高,初春收获品质较好。本研究通过对知母使用不同配比的叶面肥效果分析表明,叶面肥处理组较对照株高、叶片宽度和厚度、叶片数量、叶绿素 SPAD 值、叶片氮含量、叶片鲜重、叶片干重、叶片干鲜比等地上部生长性状以及根长、须根数量、须根鲜重、须根干重、须根干鲜比、折干率等根部生长性状均有不同程度地提高,说明施用叶面肥对知母的地上部及根部生长性状具有促进作用,而不同的肥料配比对知母生长性状的影响程度不同,在氮肥(尿素)、钾肥(K₂SO₄)及氨基酸水溶肥定量施用的条件下,GGR8 号的施用量为 22.5~30.0 mL 叶面喷施和 10.0~20.0 mL 灌根施用效果最佳,具体表现为株高较高,叶片较宽较厚、数量较多,氮含量及 SPAD 值较高,叶片鲜重及叶片干重较重,根长较长,须根数量较多,须根鲜重及须根干重较重,折干率较高。这与前人的研究结果相符,对于人工栽培知母的科学施肥具有一定的参考价值。针对知母施肥与营养关系的研究不能仅通过其表现性状来进行准确判断,后续还应进行其生理性状及成分分析等深入研究。

4 结论

本研究结果表明,叶面喷施的施肥方式中,

YT₅ 及 YT₆ 处理对知母株高、地上部生长性状及根部生长性状的影响最明显;灌根的施肥方式中,GT₆、GT₅ 及 GT₄ 处理对知母地上部生长性状的影响最明显。因此,叶面喷施处理的肥料稀释浓度为 200 倍时,添加 2.0 g·L⁻¹ 尿素 + 1.0 g·L⁻¹ K₂SO₄ 的混合溶液 30 mL、氨基酸水溶肥 7.5 mL 及 GGR 8 号 22.5~30.0 mL 的施用效果最佳;灌根处理的肥料稀释浓度为 1 000 倍时,添加 20.0 g 尿素 + 10.0 g K₂SO₄、氨基酸水溶肥 10.0 mL 及 GGR 8 号 10.0~20.0 mL 的使用效果最佳,总体来看,叶面喷施处理的使用效果相比灌根处理组具有一定的优势。生产中,可优先选择叶面喷施的施肥方式。

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[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [2] 陈万生, 乔传卓. 知母本草学研究[J]. 中药材, 1997, 20(1): 53-54.
- [3] 江苏新医学院. 中药大辞典(上)[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977.
- [4] 张宏伟. 知母营养特性和施肥效应的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2007.
- [5] 孙小明. 知母化学组分特征及其影响因素研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2008.
- [6] 黄瑞贤, 高景恩, 黄杰, 等. ABT 新型生根粉 6、7、8 三种型号调节剂对人参产量和品质的影响[J]. 人参研究, 1999(4): 12-13.
- [7] 鞠显钧, 王丽娟, 孙立明, 等. 西洋参喷施 ABT 生根粉增产试验[J]. 中药材, 1995(7): 329-330.
- [8] 尹光红, 冯万红. 板蓝根、黄芪、甘草 ABT 生根粉浸种试验[J]. 北京农业科学, 2002(1): 42-43.
- [9] 陈万生, 乔传卓, 杜友山. 知母的研究进展[J]. 药学情报通讯, 1994(2): 24-27.
- [10] 马春英, 侯俊玲, 王文全, 等. 基肥对知母生长特性和活性成分含量影响的研究[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(5): 123-128.
- [11] 张宏伟, 李惠卓, 王文全, 等. 知母 N、P、K 配方施肥效应的研究[J]. 河北农业大学学报, 2007(2): 38-41.
- [12] 陈娟, 杨重军, 郭玉海. 知母有效成分及氮、磷、钾累积规律研究[J]. 中国中药杂志, 2007(15): 1504-1507.

Effects of Different Fertilization Methods and Ratios on Agronomic Characters of *Anemarrhena asphodeloides*

TIAN Meng-ni, LI Wei, LIU Rong, REN Yu-min, ZHANG Zi, REN Hong-meng, ZHANG Cheng-hua, JIANG Chang-yu

(Beijing Aibidi Biotechnology Limited Company, Beijing 102299, China)

Abstract: In order to explore the best fertilization method and ratio in the process of *Anemarrhena asphodeloides* cultivation, the annual *Anemarrhena asphodeloides* seedlings produced in Yi County, Hebei Province were transplanted into flower pots for unified slow seedling management, and then the fertilizer experiment was carried out to study the effects of different fertilizer ratios on the plant height, aboveground and root agronomic characteristics of *Anemarrhena asphodeloides*. The results showed that when the fertilizer dilution concentration of foliar spraying treatment was 200 times, the application effect was the best. When 30.0 mL of mixed solution of 2.0 g·L⁻¹ urea+1.0 g·L⁻¹ potassium sulfate, 7.5 mL of amino acid water-soluble fertilizer and 22.5-30.0 mL of GGR 8 were added, which was characterized by higher plant height, wider and thicker leaves, more numbers nitrogen content and chlorophyll SPAD value was higher, the fresh weight and dry weight of leaves were heavier, the root length was longer, the number of fibrous roots was more, the fresh weight and dry weight of fibrous roots were heavier, and the drying rate was higher. When the dilution concentration of fertilizer for root irrigation treatment was 1 000 times, the application effect of adding 20.0 g urea+10.0 g K₂SO₄, 10.0 mL amino acid water-soluble fertilizer and 10.0-20.0 mL GGR 8 was the best. In general, the application effect of foliar spraying treatment is better than that of foliar spraying treatment root irrigation treatment group, and had certain advantages.

Keywords: *Anemarrhena asphodeloides*; water soluble fertilizer; plant growth regulator; GGR

(上接第 29 页)

Research on Remote Sensing Interpretation of Ecological Land Types in the Source Region of the Yellow River Based on CART Decision Tree

DENG Zhen-kun¹, ZHANG Peng-lin²

(1. College of Science, Tibet University, Lhasa 850000, China; 2. College of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: To guide the restoration of the ecological environment in the Yellow River source region, the alpine wetland classification study was conducted using Landsat 8 imagery as the data source and a CART number model incorporating multiple feature indices, using the Yellow River source region as the study area. The results showed that the data mining process using CART decision tree algorithm and the obtained decision tree were used for classification and mapping to obtain the distribution map of ecological land types in the Yellow River source area, and the total accuracy after classification was 88.25% with a Kappa coefficient of 0.834 5 by confusion matrix, while the overall accuracy obtained by the supervised classification method using the same classification sample with a wider range of maximum likelihood was 84.90% and the Kappa coefficient was 0.788 8, 3.35 percentage points and 0.045 7 were lower than the CART decision tree classification, and the accuracy of each class was lower than the CART tree classification method.

Keywords: Yellow River source; CART decision tree; remote sensing image classification; machine learning