

种植玛咖对土壤速效氮、速效磷、速效钾含量及 pH 值的影响

白建波^{1,2}, 李荣春²

(1. 红河学院 生命科学与技术学院, 云南 蒙自 661100; 2. 云南农业大学 食用菌研究所, 云南 昆明 650200)

摘要:以玛咖为试材,在丽江玛咖种植区海拔 2 700、2 850、2 950、3 150 m 处分别采种植玛咖的土壤和未种植玛咖的土壤,用化学方法测定样品中的速效氮、速效磷、速效钾含量及 pH 值,研究了丽江市种植玛咖对土壤速效氮、速效磷、速效钾含量及 pH 值的影响。结果表明:种植玛咖后土壤中的速效氮、速效钾含量降低;种植玛咖后土壤中的速效磷含量高于种植前;部分地区种植玛咖后土壤的酸性增强。

关键词:玛咖;土壤;速效氮;速效磷;速效钾

中图分类号:S 681.906⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)09-0179-04

玛咖(*Lelidium meyenii*)属十字花科(Cruciferae)独行菜属(*Lepidium meyenii* Walp)1 年生或 2 年生草本植物,原产于海拔 3 500~4 500 m 的南美安第斯山区,拥有几千年的栽培历史,是当地不可缺少的作物之一。玛咖是一年至多年生半灌木或草本,具有柱状毛、腺毛、单毛;茎单一或多数分枝;叶草质至纸质,线状钻形至宽椭圆形、全缘、锯齿缘至羽状深裂、有叶柄、或基部深心形

抱茎。总状花序顶生及腋生;萼片长方形或线状披针形、稍凹、基部不成囊状,具白色或红色边缘;花瓣白色、少数带粉红色或微黄色、线形至匙形、比萼片短、有时退化或不存;雄蕊 6 个、常退化成 2 或 4 个、基部间具微小蜜腺;花柱短或不存,柱头头状,有时稍二裂;子房常有 2 个胚珠;短角果卵形、倒卵形、圆形或椭圆形,扁平、开裂、有窄隔膜、果瓣有龙骨状突起、或上部稍有翅;种子卵形或椭圆形、无翅或有翅;子叶背倚胚根、很少缘倚胚根^[1-2]。

玛咖按照表皮的颜色可分为黑玛咖、黄玛咖、紫玛咖。其中黑玛咖所含的玛卡酰胺和生物碱含量最高,其次是紫玛咖^[3],所含的玛卡酰胺和生物碱相对较少的是黄玛咖,而黑玛咖对于生长环境的要求较为严格、产

第一作者简介:白建波(1980-),女,硕士,讲师,研究方向为园艺植物栽培及采后生理。E-mail:bjb_biology2@126.com.

责任作者:李荣春(1958-),男,硕士,教授,硕士生导师,研究方向为食用菌栽培及生物学。E-mail:rongchunli@126.com.

收稿日期:2016-01-06

Effect of Various Water Soluble Fertilizer on Agronomic Traits and Yield of Lettuce

WEN Jing, LI Jiahui, NIU Yisong

(Mianyang Academy of Agricultural Sciences, Mianyang, Sichuan 621023)

Abstract: A field experiment was carried out to study the effects of various water soluble fertilizer on agronomic traits and yield of lettuce. The results showed that macroelement water soluble fertilizer, microelement water soluble fertilizer and humic acid water soluble fertilizer could significantly improve the yield and economic value of lettuce. The yield increased by 23.5%, 17.8% and output value increased by 543.2, 493.2 RMB/667m² compared with blank and water control in macroelement water soluble fertilizer; the yield increased by 18.6%, 12.4% and output value increased by 417.8, 347.8 RMB/667m² compared with blank and water control in microelement water soluble fertilizer; the yield increased by 20.5%, 16.7% and output value increased by 192.0, 184.0 RMB/667m² compared with blank and water control in humic acid water soluble fertilizer.

Keywords: water soluble fertilizer; lettuce; agronomic traits; yield; output value

量较少、价格也较高。玛咖所含玛卡酰胺和生物碱含量对平衡人体荷尔蒙分泌具有重要的作用,还具有缓解疲劳、抗肿瘤、补充体力、改善睡眠、抗更年期、增强记忆、改善人们营养不良、营养不均衡、提高免疫机能和生殖力且完全没有任何副作用等^[4-5],玛咖中的生物碱具有抗菌、抗病毒、抗血凝、镇痛、抗炎症、抗肿瘤和抗心血管疾病等作用,随着科学的不断发展,环境污染严重、生活节奏快、精力透支、工作压力大、不良生活习惯、身体锻炼日趋减少等各种因素使得现代社会亚健康状态人群普遍存在。对此玛咖具有全面均衡营养成分和独有的药用价值,能有效增强免疫系统,改善亚健康状态^[5]。

玛咖生长的环境条件和气候比较特殊,只有在海拔 3 000 m 左右、土地肥沃、昼夜温差达 40℃ 以上才能良好生长,而这样的地方在全世界都是罕见的,除原产地安第斯山脉和中国的青藏高原及云贵高原过渡地区具备这样的条件外,还有丽江玉龙雪山适合种植生态玛咖,丽江玉龙雪山种植生态玛咖基地位于南段北纬 27°03'20"~27°40',东经 100°04'~100°16',玉龙雪山种植玛咖基地的环境条件为高海拔、低纬度、温差大、高湿、阳光充足的区域,这样的生态环境充分发挥了玛咖超强的生命力并造就了玛咖的药疗价值。山区生态种植区昼夜温差 40℃ 左右,几乎没有昆虫和杂草可以生长,所以不必使用杀虫剂或化学除草剂,这样的生长环境使得玛咖在生长过程中几乎不存在有毒有害物质的侵害和污染。种植过程使用腐殖土和农家肥、不使用农药、化肥及化学除草剂。可以种植玛咖的土地面积有限,而且在这些有限的土地里种一次玛咖后,土地需要休养数年才能恢复肥力,我国耕地面积逐年下降,所以该试验旨在研究种植玛咖对土壤中速效氮、速效磷、速效钾含量及 pH 值影响,对玛咖种植中施肥及种植后土壤改良修复有一定的参考价值。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于云南丽江山区,地处东经 100°25',北纬 26°86',海拔 2 700~3 150 m,年平均气温 12.6~19.8℃。

1.2 试验材料

供试土壤取自丽江山区 4 个不同海拔水平(2 700、2 850、2 950、3 150 m)紫玛咖种植区耕作层土(0~20 cm),为黄色壤土。

1.3 试验方法

同一个海拔水平下,采 2 组样品,分别为种植玛咖的土壤和没有种植玛咖的土壤。采样点的确定:首先看种植玛咖的土壤面积和没有种植玛咖的土壤面积,根据面积的大小,确定采样方法,所以采用“S”取样法取样。取样深度:取土深度 20 cm 左右,取样的厚度为 5~7 cm。

1.4 项目测定

1.4.1 土壤中速效氮、磷、钾的测定 速效氮含量测定采用碱解扩散法;速效磷含量测定采用碳酸氢铵法;速效钾含量测定采用醋酸铵-火焰光度计法。

1.4.2 土壤中 pH 值的测定 称取 10 g 通过 1 mm 筛孔风干土样置 25 mL 烧杯中,加蒸馏水(或 0.01 mol/L CaCl_2)10 mL 混匀,静置 30 min,用校正过的 pH 计测定悬液 pH 值。测定时将玻璃电极球部(或底部)浸入悬液泥层中,并将甘汞电极侧孔上的塞子拨去,甘汞电极浸在悬液上部清液中,测读 pH 值。

2 结果与分析

2.1 种植玛咖对土壤中速效氮含量的影响

以土壤中的速效氮含量为响应变量,是否种玛咖为可控变量,对应 4 个海拔水平建立 4 个单因素方差分析检验,以检验种玛咖是否影响土壤中速效氮元素含量。由表 1 可知,海拔 2 700 m 土壤,种植玛咖前土壤中速效氮含量为 42.50 mg/kg,种植后为 14.87 mg/kg,比种植前降低了 65.01% ($P=0.0314$, $0.01 < P < 0.05$),种植玛咖后显著降低了土壤中速效氮含量;海拔 2 850 m 土壤,种植玛咖前土壤中速效氮含量为 51.63 mg/kg,种植后为 10.50 mg/kg,比种植前降低了 79.66% ($P=0.0007 < 0.01$),种植玛咖后极显著降低了土壤中速效氮含量;海拔 2 950 m 土壤,种植玛咖前土壤中速效氮含量为 38.50 mg/kg,种植后为 28.23 mg/kg,比种植前降低了 26.68% ($P=0.0858 > 0.05$),种植玛咖后没有显著降低土壤中速效氮含量;海拔 3 150 m 土壤,种植玛咖前土壤中速效氮含量为 48.83 mg/kg,种植后为 28.08 mg/kg,比种植前降低了 42.49% ($P=0.0273$, $0.01 < P < 0.05$),种植玛咖后显著降低了土壤中速效氮含量。

表 1 种植玛咖对土壤中速效氮含量的影响

Table 1 The effect on the content of rapidly available N in the soil by planting Maca

海拔 Altitude /m	土壤中速效氮含量 The content of rapidly available N in the soil/(mg·kg ⁻¹)		种植后的变化 Variations after planting Maca /%	P 值 P value
	未种植玛咖 Not planting Maca	种植玛咖 Planting Maca		
2 700	42.50±10.54	14.87±10.30	-65.01	0.0314
2 850	51.63±7.43	10.50±0.00	-79.66	0.0007
2 950	38.50±7.00	28.23±3.52	-26.68	0.0858
3 150	48.83±3.51	28.08±10.80	-42.49	0.0273

注: $P < 0.05$ 表示具有显著性差异, $P < 0.01$ 表示差异极显著,下同。

Note: $P < 0.05$ means significant difference, $P < 0.01$ means highly significant difference.

The same below.

2.2 种植玛咖对土壤中速效磷含量的影响

以土壤中的速效磷含量为响应变量,是否种玛咖为可控变量,对应 4 个海拔水平建立 4 个单因素方差分析检验,以检验种玛咖是否影响土壤中速效磷元素含量。从表 2 可以看出,海拔 2 700 m 土壤,种植玛咖前土壤中

速效磷含量为 24.33 mg/kg, 种植后为 53.90 mg/kg, 比种植前提高了 121.54% ($P=0.007\ 4<0.01$), 种植玛咖后极显著增加了土壤中速效磷含量; 海拔 2 850 m 土壤, 种植玛咖前土壤中速效磷含量为 24.47 mg/kg, 种植后为 51.30 mg/kg, 比种植前增加了 109.64% ($P=0.018\ 0, 0.01<P<0.05$), 种植玛咖后显著增加了土壤中速效磷含量; 海拔 2 950 m 土壤, 种植玛咖前土壤中速效磷含量为 15.43 mg/kg, 种植后为 36.37 mg/kg, 比种植前增加了 135.71% ($P=0.010\ 1, 0.01<P<0.05$), 种植玛咖后显著增加了土壤中速效磷含量; 海拔 3 150 m 土壤, 种植玛咖前土壤中速效磷含量为 21.17 mg/kg, 种植后为 37.27 mg/kg, 比种植前增加了 76.05% ($P=0.045\ 0, 0.01<P<0.05$), 种植玛咖后显著增加了土壤中速效磷含量。

表 2 种植玛咖对土壤中速效磷含量的影响

Table 2 The effect on the content of rapidly available P in the soil by planting Maca

海拔 Altitude /m	土壤中速效磷含量 The content of rapidly available P in the soil/(mg·kg ⁻¹)		种植后的变化 Variations after planting Maca /%	P 值 P value
	未种植玛咖 Not planting Maca	种植玛咖 Planting Maca		
2 700	24.33±2.41	53.90±9.01	+121.54	0.007 4
2 850	24.47±4.15	51.30±11.27	+109.64	0.018 0
2 950	15.43±4.38	36.37±6.57	+135.71	0.010 1
3 150	21.17±3.60	37.27±4.50	+76.05	0.045 0

2.3 种植玛咖对土壤中速效钾含量的影响

以土壤中的速效钾含量为响应变量, 是否种玛咖为可控变量, 对应 4 个海拔水平建立 4 个单因素方差分析检验, 以检验种玛咖是否影响土壤中速效钾元素含量。由表 3 可知, 海拔 2 700 m 土壤, 种植玛咖前土壤中速效钾含量为 204.69 mg/kg, 种植后为 118.62 mg/kg, 比种植前降低了 72.53% ($P=0.001\ 0<0.01$), 说明种植玛咖后极显著降低了土壤中速效钾含量; 海拔 2 850 m 土壤, 种植玛咖前土壤中速效钾含量为 203.01 mg/kg, 种植后为 130.32 mg/kg, 比种植前降低了 55.78% ($P=0.002\ 6<0.01$), 种植玛咖后极显著降低了土壤中速效钾含量; 海拔 2 950 m 土壤, 种植玛咖前土壤中速效钾含量为 202.10 mg/kg, 种植后为 122.60 mg/kg, 比种植前降低

表 3 种植玛咖对土壤中速效钾含量的影响

Table 3 The effect on the content of rapidly available K in the soil by planting Maca

海拔 Altitude /m	土壤中速效钾含量 The content of rapidly available K in the soil/(mg·kg ⁻¹)		种植后的变化 Variations after planting Maca /%	P 值 P value
	未种植玛咖 Not planting Maca	种植玛咖 Planting Maca		
2 700	204.69±16.09	118.62±1.50	-72.53	0.001 0
2 850	203.01±3.13	130.32±1.46	-55.78	0.002 6
2 950	202.10±5.47	122.60±1.45	-64.85	0.007 0
3 150	202.15±9.87	135.78±1.36	-48.88	0.000 3

了 64.85% ($P=0.007\ 0<0.01$), 种植玛咖后极显著降低了土壤中速效钾含量; 海拔 3 150 m 土壤, 种植玛咖前土壤中速效钾含量为 202.15 mg/kg, 种植后为 135.78 mg/kg, 比种植前降低了 48.88% ($P=0.000\ 3<0.01$), 种植玛咖后极显著降低了土壤中速效钾含量。

2.4 种植玛咖对土壤中 pH 值的影响

以土壤中的速效 pH 值为响应变量, 是否种玛咖为可控变量, 对应 4 个海拔水平建立 4 个单因素方差分析检验, 以检验种玛咖是否影响土壤中 pH 值。从表 4 可以看出, 海拔 2 700 m 土壤, 种植玛咖前土壤中 pH 6.59, 种植后 pH 5.49, 比种植前降低了 16.69% ($P=0.018\ 0, 0.01<P<0.05$), 说明种植玛咖后显著降低了土壤中的 pH 值; 海拔 2 850 m 土壤, 种植玛咖前土壤中 pH 6.71, 种植后 pH 5.56, 比种植前降低了 17.14% ($P=0.002\ 6<0.01$), 说明种植玛咖后极显著降低了土壤中 pH 值; 海拔 2 950 m 土壤, 种植玛咖前土壤中 pH 6.55, 种植后 pH 5.62, 比种植前降低了 14.20% ($P=0.373\ 4, P>0.05$), 种植玛咖后没有显著降低了土壤中 pH 值; 海拔 3 150 m 土壤, 种植玛咖前土壤中 pH 6.61, 种植后 pH 5.70, 比种植前降低了 13.77% ($P=0.000\ 3<0.01$), 说明种植玛咖后极显著降低了土壤中 pH 值。

表 4 种植玛咖对土壤中 pH 值的影响

Table 4 The effect on the pH value of the soil by planting Maca

海拔 Altitude /m	土壤中 pH 值 The pH value of the soil		种植后的变化 Variations after planting Maca /%	P 值 P value
	未种植玛咖 Not planting Maca	种植玛咖 Planting Maca		
2 700	6.59±0.12	5.49±0.31	-16.69	0.018 0
2 850	6.71±0.01	5.56±0.09	-17.14	0.002 6
2 950	6.55±0.06	5.62±0.21	-14.20	0.373 4
3 150	6.61±0.07	5.70±0.07	-13.77	0.000 3

3 结论与讨论

对海拔 2 700、2 850、2 950、3 150 m 种植玛咖前后的土壤样品中速效氮含量进行分析, 结果表明, 种植玛咖后土壤中速效氮含量呈下降趋势, 但不同海拔下降程度不一, 其中海拔 2 700 m 和 3 150 m 的土壤样品种玛咖后均显著降低了土壤中速效氮含量; 海拔水平为 2 850 m 样品中种植玛咖后极显著降低了土壤速效氮含量; 海拔水平为 2 950 m 土壤中种玛咖后的土壤速效氮含量有所降低 (26.68%), 但与种植前差异不显著。

对海拔 2 700、2 850、2 950、3 150 m 种植玛咖前后的土壤样品中速效磷含量进行分析, 结果表明, 种植玛咖后土壤中速效磷含量呈增加趋势, 但不同海拔的样品增加程度不一, 其中海拔 2 700、2 850、2 950、3 150 m 样品中种玛咖后均显著增加了土壤中速效磷含量, 而 2 700 m 土壤中种玛咖后的土壤速效磷含量有所增加 (121.54%), 与种植前差异极为显著。

对海拔 2 700、2 850、2 950、3 150 m 种植玛咖前后的土壤样品中速效钾含量进行分析,结果表明,种植玛咖后土壤中速效钾含量呈下降趋势,但不同海拔的样品下降程度不一,其中海拔 2 700、2 850、2 950、3 150 m 样品中种玛咖后均极显著降低了土壤中速效钾含量。

对海拔 2 700、2 850、2 950、3 150 m 种植玛咖前后的土壤样品中 pH 值进行分析,结果表明,种植玛咖后土壤 pH 值呈下降趋势,但不同海拔的样品下降程度不一,其中海拔为 2 700 m 样品中种玛咖后显著降低了土壤 pH 值;海拔水平为 2 850 m 和 3 150 m 样品中种玛咖后极显著降低了土壤 pH 值;而 2 950 m 土壤中种玛咖后的土壤速效氮含量有所降低(14.20%),但与种植前差异不显著。

种植玛咖前后土壤中速效氮、速效磷、速效钾含量的变化趋势不一致,速效氮、速效钾含量在种植玛咖后显著下降,而速效磷含量有所上升。孙丽蓉等^[6]发现烟草的种植使土壤中速效氮含量降低了 26.6%,而使速效磷、速效钾含量增加了 44.8%和 14.3%;胡宇等^[7]发现种植马铃薯连作不同程度的降低了土壤中速效氮、速效磷、速效钾含量,pH 值表现为连作 3 年>连作 7 年>连作 0 年;张翰林等^[8]发现种植芋艿,套作可以均衡连作土壤的养分含量,套作处理平均可以比连作提升速效氮 9.88%、速效钾 58.21%,降低速效磷 64.08%;黄程鹏^[9]发现种植山核桃林时,与适宜区相比,高质优产区土壤 pH 值显著下降,土壤氮素积累明显。高质优产区速效

钾、速效磷和碱解氮含量分别为 3 121.7、6.7、194.9 mg/kg,变异系数分别为 51.9%、115.5%和 34.8%;不同种植对养分的需求不同,与以上研究相比,该研究种植玛咖后出现速效氮、速效磷、速效钾变化趋势不同,可能是由于玛咖对速效氮及速效钾的需求大于速效磷的需求,或者玛咖种植过程中普遍存在氮肥、钾肥用量不足而磷肥施用过量,还有可能是种植农户在种植过程中施肥不平衡导致速效磷含量的增加。

参考文献

- [1] 余龙江,金文闻.玛咖干粉的营养成分及抗疲劳作用研究[J].食品科学,2004,25(1):164-166.
- [2] 余龙江,金文闻,吴元喜,等.玛咖的植物学及其药理作用[J].天然产物研究概况,2002,14(5):71-74.
- [3] 甘瑾,冯颖,何钊,等.云南栽培 3 种颜色玛咖中总生物碱含量分析[J].食品科学,2010,31(24):415-419.
- [4] 艾中.玛咖(*Lelidium meyenii*)提取物抗抑郁和改善睡眠作用及机理研究[D].武汉:华中科技大学,2013.
- [5] 聂东升,戚飞,李颂,等.玛咖对性功能影响及相关健康功效研究进展[J].中国性科学,2013,22(9):10-12.
- [6] 孙丽蓉,王旭刚,李友军,等.烟草种植对土壤养分特征的影响[J].河南农业科学,2011,40(5):91-95.
- [7] 胡宇,郭天文,张绪成.旱地马铃薯连作对土壤养分的影响[J].安徽农业科学,2009,37(12):5436-5439.
- [8] 张翰林,郑宪清,王一斐,等.连作芋艿套作对土壤养分及酶活性的影响[J].环境污染与防治,2014,11(36):55-59.
- [9] 黄程鹏.山核桃林土壤氮磷养分流失特征与控制技术研究[D].杭州:浙江农林大学,2013.

Effect of the Contents of Rapidly Available Nitrogen, Phosphorus and Potassium and pH Value in Soil by Planting Maca

BAI Jianbo^{1,2}, LI Rongchun²

(1. College of Life Science and Technology, Honghe University, Mengzi, Yunnan 661100; 2. Institute of Edible Fungus, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650200)

Abstract: Taking Maca as test material, the effect of the contents of rapidly available nitrogen, phosphorus and potassium and pH value in soil by planting Maca were studied. Took samples from the soil not planting Maca and the soil planting Maca each at the altitude of 2 700 meters, 2 850 meters, 2 950 meters and 3 150 meters in Lijiang Maca area, and determined the contents of rapidly available nitrogen, phosphorus and potassium and pH value of each sample. The results showed that after planting Maca, the contents of rapidly available N and K in the soil reduced; the content of rapidly available P in the soil increased and pH value of the soil reduced in some area.

Keywords: Maca; soil; rapidly available N; rapidly available P; rapidly available K