

大蒜浸提液对萝卜生长和 V_C 含量的影响

韩海霞, 姚岭柏, 崔馨茹 (集宁师范学院生命科学学院, 内蒙古乌兰察布 012000)

摘要 [目的] 为了明确大蒜与萝卜间作和轮作的可行性。[方法] 以白萝卜为试材, 采用盆栽培养方法研究了在不同大蒜浸提液浓度条件下萝卜生长指标和 V_C 含量的变化。[结果] 大蒜浸提液浓度 5~20 g/L 时萝卜最大叶长呈一定的波动变化。大蒜浸提液浓度为 5~20 g/L 时, 与对照相比, 各处理叶片数增加程度不同; 各处理与对照的根直径呈不同程度变化, 存在显著差异。10 g/L 大蒜浸提液处理对萝卜根直径的 V_C 含量影响最明显; 与对照相比, 不同浓度处理对叶子 V_C 含量的影响存在显著差异。[结论] 大蒜浸提液对萝卜叶片和根部的生长具有明显的促进作用, 在一定程度上提高萝卜 V_C 含量。

关键词 大蒜浸提液; 白萝卜; 生长指标; V_C 含量

中图分类号 S 633.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)35-0060-03

Effects of Garlic Extract on V_C Content and Growth of Ternip

HAN Hai-xia, YAO Ling-bai, CUI Xin-ru (College of Life Sciences, Jining Normal University, Ulanqab, Inner Mongolia 012000)

Abstract [Objective] To research the intercropping feasibility of garlic and ternip. [Method] With ternip as the test materials, pot cultivation method was adopted to research the changes of ternip growth index and V_C content under the condition of different garlic extract concentrations. [Result] When garlic extract concentration was 5-20 g/L, the increase of leaf number increased in different degrees. Compared with the control, the root diameters in different treatments varied in different degrees, showing significant differences. 10 g/L garlic extract treatment showed the most significant impacts on V_C content of ternip root diameter. Compared with the control, different treatments showed significant differences in leaf V_C content. [Conclusion] Garlic extracts had significant promotion effects on the growth of ternip leaf and root, and could enhance the V_C content of ternip.

Key words Garlic extract; Ternip; Growth index; V_C content

大蒜 (*Allium sativum* L.) 是百合科葱属多年生草本植物, 具有散肿痛、除风邪、杀毒气、去风湿、健脾胃、止霍乱、解瘟疫等功效。研究表明, 大蒜具有良好的抗癌、防癌作用, 还能提高肌体免疫力^[1]。大蒜提取液中的活性物质对许多植物病原真菌和食物杂菌有较强的抑制作用^[2]。将大蒜浸提液应用于作物栽培, 可防治病虫害, 还利于促进作物的生长发育, 安全性高^[3]。近代研究表明, 大蒜具有良好的抗癌、防癌作用, 还能防治糖尿病、脑血管病, 提高肌体免疫力、抵御艾滋病^[4]。大蒜提取液中的活性物质对许多植物病原真菌和食物杂菌有较强的抑制作用^[5]。将大蒜浸提液应用于作物栽培可以防治病虫害, 还有利于促进作物的生长发育; 大蒜应用于植物组织培养可有效防止组织培养物受到污染; 大蒜应用于农产品防腐保鲜方面的安全性高^[6]。萝卜是喜凉蔬菜, 在乌兰察布地区种植广泛且产量较高, 但是生产中萝卜的病害发生较严重。而在乌兰察布地区萝卜的栽培较少, 且受病害影响较大、产量不高, 不能满足市场需求。为提高土地利用效率, 研究人员寻找更合理的作物轮作制度, 减少土地闲置时间。已有研究表明, 大蒜轮作可显著改善温室土壤理化和生物学性状, 提高微生物多样性, 增加细菌和放线菌数量, 减少真菌数量, 促进生长, 提高产量^[7]。

已有研究表明, 大蒜轮作可显著改善温室土壤理化和生物学性状, 提高微生物多样性, 减少真菌数量, 促进生长, 提高产量^[4-5, 8-9]。病害是内蒙古地区萝卜生产中的突出问题之一, 而目前有关大蒜对萝卜生长和品质的影响尚鲜见

报道。

抗坏血酸 (ascorbic acid) 被称为 V_C (vitamin C), 是人类 26 种最基本药物之一; 缺乏时引起坏血病, 同时也是果蔬品质的重要指标之一。细胞生长、体内活性氧清除和调控细胞分裂都有 V_C 的参与, V_C 可以作为多个酶的辅因子参与其中多种生理反应的过程, 在预防癌症和治疗心血管系统疾病中有极其重要的作用^[1]; V_C 本质是植物体内合成的含量丰富的一类己糖内酯化合物, 不仅是一种辅酶因子, 还是一种抗氧化剂; V_C 具有非常重要的生理功能, 参与植物光合作用、抗氧化胁迫以及一些重要次生代谢和乙烯的合成过程^[10-11]; 并且也是人体必需的微量营养素, 抗坏血酸只能从水果和蔬菜等食物中摄取, 人体不能合成; 因此, V_C 已成为判断农产品的主要营养指标之一。随着科学技术的发展, 人们可以通过生物技术和农艺措施来提高植物性食品的各方面品质, 从而增加 V_C 含量。因此, 研究 V_C 对增进人体健康水平具有极其重要的意义^[1, 10-11]。

氮对菠菜体内代谢以及氮营养对菠菜体内抗坏血酸含量的影响表明, 氮的合理利用可以有效提高菠菜的 V_C 含量^[12]。而大蒜浸提液对萝卜 V_C 含量的影响仍鲜见相关报道。

产量是农民最关心的问题, 同时 V_C 是萝卜品质中最重要的品质指标之一。鉴于此, 笔者研究了大蒜浸提液对萝卜生长以及 V_C 含量的影响, 旨在为大蒜与萝卜的间作轮作提供理论性指导, 为无公害蔬菜生产奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以乌兰察布市春季种植的“春白玉”萝卜为材料。

1.2 幼苗的培养与盆土的处理 试验于 2017 年 3—5 月在集宁师范学院植物园温室内进行, 并对萝卜采用盆栽法试

基金项目 内蒙古自治区高等学校资助项目 (NJZC16321, NJZC16319); 内蒙古大学生创新创业项目 (CXCY201711427003)。

作者简介 韩海霞 (1981—), 女, 内蒙古呼和浩特人, 副教授, 硕士, 从事植物生理学研究。

收稿日期 2018-11-05

验。首先选用 16 cm×16 cm 塑料盆,园土+有机肥按照 15:1 混匀,等量装盆。并以不同浓度(清水、5、10、15、20 g/L) 220 mL 的大蒜浸提液浇灌。播种深度 1 cm,盖土压实,用不同浓度大蒜浸提液浇灌盆土,以清水为对照。1 次浇透,以后管理均浇清水。各浓度 3 次重复,每重复种植 10 株。观察萝卜的生长状况,在萝卜破肚期开始测量叶片长、叶数、根径,在露肩期取肉质根和叶片样品,测定 V_C 指标。每处理测定 10 株,重复 3 次。

1.3 测定项目 叶片数直接目测数出;根直径用游标卡尺测量;最大叶长用直尺测量。从 2017 年 5 月 2 日(萝卜根系“破肚”)开始,每 4 d 测 1 次,记录萝卜生长指标。

样品中 V_C 的提取:取 1 g 叶片和 2 g 根部分别剪碎,在研钵中加入少许 2% 草酸研磨;过滤后,用 2% 草酸定容到 100 mL 的容量瓶刻度处,备用。吸取过滤液 10 mL 于小烧杯中,用标定过的染料滴定至桃红色且 15 s 内不褪色为终点,记下染料的用量,重复滴定 3 次。根据公式计算每克样品中 V_C 的含量^[13]。

$$m = \frac{(V_0 - V_1)}{B} \times \frac{b}{a} \times 100$$

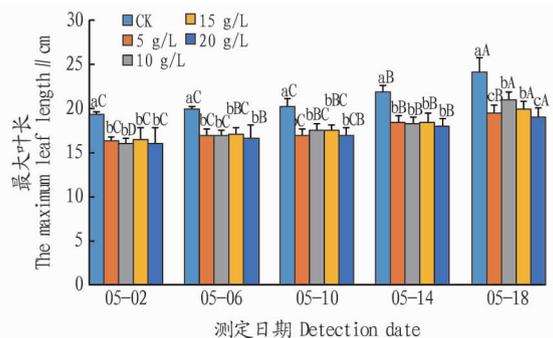
式中, m 为最终 100 g 鲜样品中含 V_C 的质量(mg); V_0 为滴定时所用的 2,6-二氯酚醌染料的体积(mL); V_1 为空白对照(草酸为空白对照,该试验为 0.31)所用的染料体积(mL); A 为 1 mL 染料溶液样相当于维生素 C 的量,该试验为 0.062 mg/mL; B 为滴定时吸取样液量,该试验为 10 mL; a 为取样质量(g); b 为样品稀释后总量为 100 mL。

1.4 数据分析 采用统计分析方法 Excel 2003 和 SPSS 18.0 软件对数据进行分析(单因素最小显著差异性分析 $P \leq 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同浓度大蒜浸提液对萝卜叶片长度的影响 破肚期到露肩期,以 5~20 g/L 大蒜浸提液处理萝卜盆土,萝卜的最大叶片长度如图 1 所示。从图 1 可以看出,随着处理浓度的升高,萝卜最大叶长生长呈一定波动变化,各处理间差异较小。5 月 2—6 日各处理无显著差异,且均较对照显著降低,与对照相比低 15%~16%;从 5 月 10 日开始,浓度为 10 g/L 处理的最大叶长逐渐增长;5 月 18 日各个处理均显著低于对照,且 5 和 20 g/L 浓度处理的最大叶长增长更加缓慢。这说明大蒜浸提液对萝卜的叶长具有一定的抑制作用,随着时间的延长,抑制作用从萝卜破肚期持续到露肩期。

2.2 不同浓度大蒜浸提液对萝卜叶数的影响 从图 2 可以看出,大蒜浸提液浓度为 5~20 g/L 时,与对照相比各处理叶数有不同程度的升高,且随着时间延长,叶数的增加幅度有增大的趋势。其中 5 月 2 日 5 g/L 浓度处理的叶片数最多,随着时间的延长,5 月 6—14 日 15 g/L 处理的叶片数呈逐渐升高的趋势,较对照升高了 10.3%~17.9%,且与对照存在显著性差异。5 月 18 日 10~20 g/L 的 3 个处理叶片数均较对照显著升高,达 13.8~14.0 片。5 月 2—18 日大蒜浸提液浓度为 5~20 g/L 时,虽然萝卜叶片数一直升高,但是前期只有



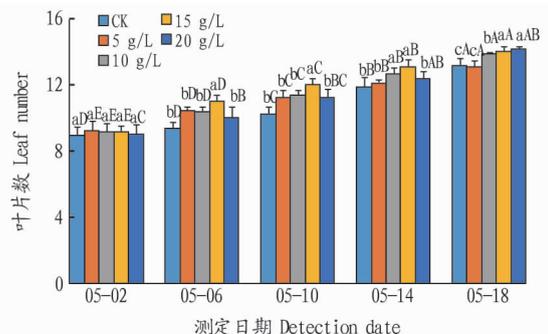
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图 1 不同大蒜浸提液浓度对萝卜最大叶长的影响

Fig. 1 Effects of garlic extract concentrations on the maximum leaf length of ternip

15 g/L 浓度处理与对照差异达到显著水平;直到 5 月 18 日萝卜处于露肩期时,10、15、20 g/L 3 个处理与对照有显著差异。这说明大蒜浸提液对萝卜叶片数的影响呈前期小、后期大的变化,且在 5 月 18 日表现最明显,处理浓度为 10、15、20 g/L 时均可有效提高萝卜的叶片数。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

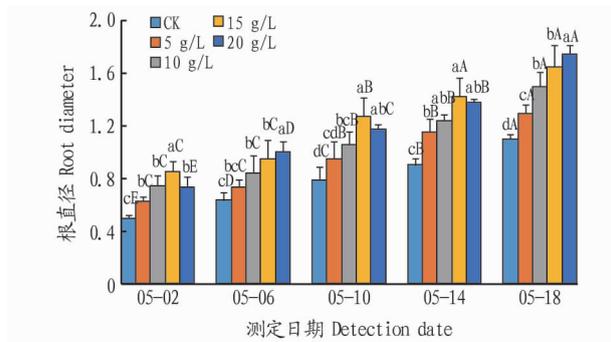
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图 2 不同大蒜浸提液对萝卜叶片数的影响

Fig. 2 Effects of garlic extract concentrations on the leaf number of ternip

2.3 不同浓度大蒜浸提液对萝卜根直径的影响 从图 3 可以看出,大蒜浸提液浓度的升高对萝卜的肉质根根直径生长有较明显的促进作用,同一处理不同测定时间根直径的差异较大。5 月 2—18 日各个处理的根径均较对照有一定提高。其中,5 月 2 日随着处理浓度的升高,浓度为 15 g/L 的根直径最大,为 0.85 cm,且此时 5~20 g/L 各个处理均较对照有显著提高,分别提高了 21.7%~64.6%;5 月 6—10 日,10~20 g/L 各处理均较对照有显著提高;5 月 14—18 日,5~20 g/L 处理的根直径均显著高于对照,萝卜根直径分别为 1.30~1.76 cm,较对照提高 18.2%~60.5%。这说明大蒜浸

提液能够有效促进萝卜根直径的增大,且处理浓度越高促进作用越明显,因此高浓度的大蒜浸提液会促进萝卜根直径的生长,但在观测的时间段内处理的根径增幅无较大变化。



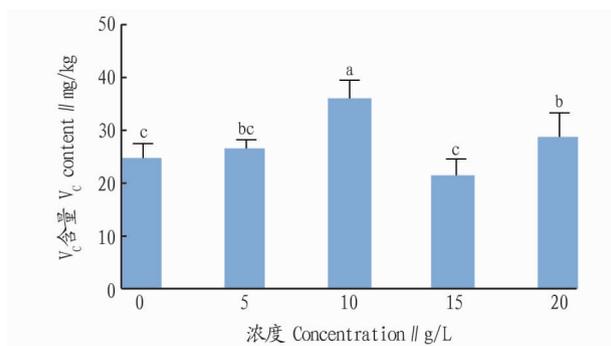
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图3 不同大蒜浸提液对萝卜根直径的影响

Fig.3 Effects of garlic extract concentrations on the root diameter of ternip

2.4 不同浓度大蒜浸提液对萝卜根部 V_c 含量的影响 从图4可以看出,当大蒜浸提液浓度为 5、15、20 g/L 时,萝卜的肉质根内 V_c 含量呈一定的波动变化。与对照相比,浓度为 10 g/L 处理的 V_c 含量达到最大, V_c 最大值为 700 mg/kg,是对照的 158.1%,与对照相比存在显著性差异。20 g/L 处理也较对照有显著提高,是对照的 116.3%。仅有 5 和 15 g/L 处理与对照差异不大,未达到显著水平。结果表明,大蒜浸提液为 10、20 g/L 时对萝卜根部 V_c 含量具有较大促进作用,有效提高了萝卜肉质根的营养品质。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

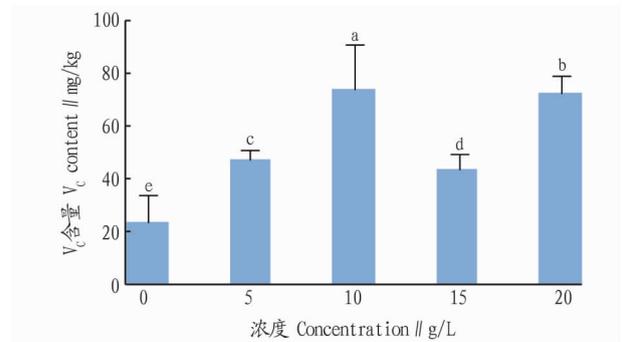
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图4 不同大蒜浸提液对萝卜根部 V_c 的含量影响

Fig.4 Effects of garlic extract concentrations on the V_c content of ternip roots

2.5 不同浓度大蒜浸提液对萝卜叶片 V_c 含量的影响 从图5可以看出,当大蒜浸提液浓度为 5、10、15、20 g/L 时,与对照相比各处理萝卜的叶片中 V_c 含量都显著增加,随着处理浓度的升高,萝卜叶片中 V_c 含量较对照依次提高了 71.6%、202.3%、49.3% 和 157.5%,其中浓度为 10 g/L 处理

的 V_c 含量达到了最高值。结果表明,大蒜浸提液对萝卜叶片的 V_c 含量具有较大的促进作用,有效提高了萝卜叶片的营养品质。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图5 不同大蒜浸提液对萝卜叶片 V_c 含量的影响

Fig.5 Effects of garlic extract concentrations on the V_c content of ternip leaves

3 结论与讨论

形态和生理指标测定结果显示,高浓度的大蒜浸提液对萝卜的最大叶长没有明显的影响,对叶片数和萝卜根直径具有较大促进作用,而对萝卜叶子和根的 V_c 含量有提高作用,不同处理浓度中影响较大的为 10 g/L 处理。这说明一定浓度的大蒜浸提液对萝卜的生长和品质有提高作用,大蒜与萝卜的轮作具有一定可行性。

张百俊等^[8]研究了大蒜浸提液对西葫芦种子活力及幼苗的影响,结果表明各浓度处理对西葫芦幼苗种子初期有抑制作用,后期有促进幼苗生长的趋势,与该试验结果一致。王存纲等^[9]研究了大蒜浸提液对辣椒幼苗种子生长的影响^[9],结果表明与对照相比,各处理幼苗的生长速度较快,生长量很快赶上对照,且有超过对照的趋势,总体对幼苗下部的生长有促进作用,与该试验结果相近。目前,鲜见关于大蒜浸提液对萝卜的 V_c 含量的相关报道,该试验结果显示不同大蒜作用时间下,萝卜的生长指标变化不同,可以预测大蒜对萝卜的增产具有一定的促进作用,可能主要通过减少最大叶长、适量增加叶数、增大肉质根直径的途径实现。浇灌大蒜浸提液后,萝卜中 V_c 含量有一定的提高,叶片中 V_c 含量升高幅度较大,而肉质根中 V_c 含量升高幅度有局限性。这是否与根系膨大速度太高有关还需要进一步地深入研究,从而探明其作用效果和机理。

参考文献

- [1] 余春梅,李斌,李世民,等.拟南芥和作物中维生素 C 生物合成与代谢研究进展[J].植物学报,2009,44(6):643-655.
- [2] DAVEY M W, VAN MONTAGU M, INZÉ D, et al. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing [J]. Journal of the science of food and agriculture, 2000, 80(7): 825-860.
- [3] CONKLIN P L. Recent advance in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plant [J]. Plant, cell and environment, 2001, 24(4): 383-394.
- [4] 孙鹏,徐璨璨,孙先锋.大蒜浸提液对亚硝酸盐清除作用的效果分析 [J]. 湖北农业科学, 2009, 48(3): 702-704.

但对于土地利用方式较为单一、空间差异较小区域的应用性还是比较方便的。核算的玛曲县禁牧草场的生态补偿标准 6 625.125 万元、375 元/hm²,显然要高于草原生态保护补助奖励金机制政策的补助标准(300 元/hm²)。同时,它能够切实体现出草场租出和租入供给双方的利益协调机制,是牧民意愿的体现,避免了单方定价所引起的不满和执行不力。另外,草场租用涉及草场使用权的转让,是草原区牧民根据家庭生活需求做出的一种内生制度安排。在进行草原生态环境保护和治理的过程中,如果能很好地借用这种内生制度安排,将牧民拥有的且已经严重退化的草场通过租用的方式转移到草原生态补偿项目的执行方手里,不仅能够体现牧民的真实想法和需求,而且能够达到生态环境保护和治理的预期效果。

牲畜机会成本法核算的放牧草场(草畜平衡管理)的补偿标准可以最大限度地弥补牧民在放牧草场的直接经济利益损失,虽然未考虑牲畜种群可能由于自然灾害、疾病等造成的年际变化,且需要的数据量较为复杂,但综合考虑了自然地理条件与区域文化习俗差异,与以畜牧业为家庭收入主要来源的牧民联系较为紧密,能够充分体现牧民的真实想法和意愿。核算的玛曲县每年的补偿总额为 29 424.00 万元,按户补偿标准为 3.63 万元/户,按单位面积补偿标准为 431.43 元/hm²。核算出的按单位面积补偿标准,显然大于草原生态保护补助奖励金机制(42 元/hm²)的补偿标准。

在草原生态补偿项目的实施过程中,尤其在民族地区容易出现公众不接受、实施效果较差的情形,一个很重要的原因就是制定和执行决策的过程中缺乏针对当地实际的调查与访问,造成制定的政策决定与当地实际相脱节,从而导致当地公众的被动应付、拖延、不满、抵制行为,这不仅对项目的公信力、执行力产生了负面影响,而且增加了项目实施的成本,造成人、财、物的浪费。主要是因为生态环境保护和治理项目的规划、设计、实施、监督、监测、评估等的整个流程一般都是由精英决策群体制定。而精英决策群体一般由来自不同文化背景的个体组成,其文化背景、工作经历等都会对政策的制定产生不同程度的影响。因此,要形成一项符合当地实际的科学决策,除了要进行“自上而下”的调查研究和充分论证外,还要进行“自下而上”地聆听当地民众的愿望和意见。最主要的是要做到以下几个方面:第一,应当充分考虑当地民族的传统生产生活方式;第二,决策前和决策过程中要进行实地调查和访问,充分了解当地公众的想法和需求,把当地公众愿不愿意、支持不支持、希望怎么办等作为决

策的重要依据;第三,对项目的执行、进展和效果等进行跟踪评估,对政策、措施进行不断的完善。

参考文献

- [1] 中国 21 世纪议程管理中心. 生态补偿的国际比较:模式与机制[M]. 北京:社会科学文献出版社,2012:15.
- [2] URBAN J E. Services and rural infrastructure[J]. Finance and development, 1989(9):6-8.
- [3] 李晓光,苗鸿,郑华,等. 生态补偿标准确定的主要方法及其应用[J]. 生态学报, 2009, 29(8):4431-4440.
- [4] 谭秋成. 关于生态补偿标准和机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(6):1-6.
- [5] WOSSINK A, SWINTON S M. Jointness in production and farmers' s willingness to supply non-marketed ecosystem services[J]. Ecological economics, 2007, 64(2):297-304.
- [6] WUNDER S, ALBAN M. Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador[J]. Ecological economics, 2008, 65(4):685-698.
- [7] WÜNSCHER T, ENGEL S, WUNDER S. Spatial targeting of payments for environmental services: A tool for boosting conservation benefits[J]. Ecological economics, 2008, 65(4):822-833.
- [8] 代明,刘燕妮,江莹莹. 主体功能区划下的生态补偿标准:基于机会成本和佛冈样域的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(2):18-22.
- [9] JOHST K, DRECHSLER M, WÄTZOLD F. An ecological-economic modelling procedure to design compensation payments for the efficient spatio-temporal allocation of species protection measures[J]. Ecological economics, 2002, 41(1):37-49.
- [10] 靳乐山,左文娟,李玉新,等. 水源地生态补偿标准估算:以贵阳鱼洞峡水库为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(2):21-26.
- [11] AMBASTHA K, HUSSAIN S A, BADOLA R. Social and economic considerations in conserving wetlands of indo-gangetic plains: A case study of Kabartal wetland, India[J]. Environmentalist, 2007, 27(2):261-273.
- [12] 刘观香,孙贵琴,殷茵. 流域生态补偿分析:以江西东江湖区为例[J]. 江西化工, 2006(4):175-176.
- [13] ROSA H. Compensation for environmental services and rural communities. Lessons from the Americas and key issues for strengthening community strategies[R]. PRISMA, 2003:27.
- [14] PAGIOLA S, LANDELL-MILLS N, BISHOP J. Making market-based mechanisms work for forests and people[M]//BISHOP J, PAGIOLA S. Selling forest environmental services: Market-based mechanisms for conservation and development. London: Earthscan Publications Ltd, 2002:64.
- [15] 凡芳,常青,盖志毅,等. 基于生态资本化理论的草原生态环境补偿机制研究[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(12):167-171.
- [16] 赵萌莉,韩冰,红梅,等. 内蒙古草地生态系统服务功能与生态补偿[J]. 中国草地学报, 2009, 31(2):10-13.
- [17] 李屹峰,罗玉珠,郑华,等. 青海省三江源自然保护区生态移民补偿标准[J]. 生态学报, 2013, 33(3):764-770.
- [18] PAGIOLA S, ARCENAS A, PLATAIS G. Can payments for environmental services help reduce poverty?: An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America[J]. World development, 2005, 33(2):237-253.
- [19] IMMERZEEL W, STOORVOGEL J, ANTLE J. Can payments for ecosystem services secure the water tower of Tibet? [J]. Agricultural systems, 2008, 96(3):52-63.
- [20] 洛桑·灵智多杰. 青藏高原甘南生态经济示范区研究[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 2005:98-107.
- [21] 贾卓,陈兴鹏,善孝玺. 草地生态系统生态补偿标准和优先度研究:以甘肃省玛曲县为例[J]. 资源科学, 2012, 34(10):1951-1958.

(上接第 62 页)

- [5] 杨玉锋,姚占军. 不同浸提剂大蒜根浸提液对番茄晚疫病菌的化感作用[J]. 广东农业科学, 2012, 38(1):72-73.
- [6] 薛勇. 大蒜浸提液的农用功效[J]. 农家之友, 2004(5):44.
- [7] 徐宁. 大葱根系分泌物及其对黄瓜和枯萎病原菌的化感作用研究[D]. 泰安:山东农业大学, 2012:36-42.
- [8] 张百俊,王广印,陈英照. 大蒜浸提液对西葫芦种子活力及幼苗生长的影响[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(1):62-64.
- [9] 王存纲,张素娟. 大蒜浸提液对辣椒种子发芽及幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(15):6938-6939.

- [10] 安华明,陈力耕,樊卫国,等. 高等植物中维生素 C 的功能、合成及代谢研究进展[J]. 植物学通报, 2004, 21(5):608-617.
- [11] LEE S K, KADER A A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops[J]. Postharvest biology technology, 2000, 20(3):207-220.
- [12] 孙园园,林承永,金崇伟,等. 氮素形态对菠菜体内抗坏血酸含量及其代谢的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2009, 35(3):292-298.
- [13] 张志良,瞿伟菁,李小芳. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社, 2009.