

稳定氮肥用量对黄山贡菊产量和氮肥利用率的影响

李敏^{1,2}, 刘枫¹, 武际^{1*}, 韩上¹, 雷之萌²

(1. 安徽省农业科学院土壤肥料研究所, 安徽合肥 230031; 2. 安徽农业大学, 安徽合肥 230036)

摘要 [目的]比较稳定氮肥和普通氮肥在黄山贡菊上施用效果的差异。[方法]2016年通过在安徽歙县布置黄山贡菊不施氮(CK)、100% N量普通氮肥(CN)、100% N量稳定氮肥(SN1)和80% N量稳定氮肥(SN2)田间试验,研究稳定氮肥用量对黄山贡菊产量、氮肥利用率及经济效益的影响。[结果]80% N量稳定氮肥与100% N量普通氮肥施用效果相当,能够达到节本增效目标。100% N量稳定氮肥能提高贡菊产量,显著提高贡菊吸氮量、氮肥表观利用率、农学效率和经济效益,较普通氮肥增产6.9%,氮肥表观利用率显著提高6.08个百分点,农学效率显著提高0.35 kg/kg,收益增加6.5%。[结论]综合产量、氮肥利用率和经济效益来看,100% N量稳定氮肥在黄山贡菊上施用效果最佳。

关键词 稳定氮肥; 黄山贡菊; 产量; 氮肥利用率

中图分类号 S143.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)11-0099-03

Effects of Stabilized Nitrogen Fertilizer Rates on Yields and Nitrogen Fertilizer Use Efficiency of *Dendranthema morifolium*

LI Min^{1,2}, LIU Feng¹, WU Ji^{1*} et al (1. Institute of Soil and Fertilizer, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031; 2. Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract [Objective] To explicit the effect difference of conventional nitrogen fertilizer and stabilized nitrogen fertilizer on *Dendranthema morifolium*. [Method] Field experiments were conducted in Shexian of Anhui Province in the period of 2016. Four treatments were followed as: no nitrogen(CK), 100% N conventional nitrogen fertilizer(CN), 100% N stabilized nitrogen fertilizer(SN1) and 80% N stabilized nitrogen fertilizer(SN2), the effects of application of stabilized nitrogen fertilizer on yield, nitrogen use efficiency and economic benefit of *Dendranthema morifolium* were studied. [Result] Application of SN2 was equivalent to CN, it had notable effect on decreasing cost and increasing benefit. SN1 increased yield, and significantly improved nitrogen use efficiency and economic benefit of *Dendranthema morifolium*. Compared with conventional nitrogen fertilizer, the yield of *Dendranthema morifolium* would increase by 6.9%, the apparent nitrogen fertilizer recovery efficiency and agronomic efficiency significantly increased by 6.08 percent point and 0.35 kg/kg, respectively, and income increased by 6.5%. [Conclusion] According to the results above, SN1 was the best treatment in the *Dendranthema morifolium* under the test.

Key words Stabilized nitrogen fertilizer; *Dendranthema morifolium*; Yield; Nitrogen use efficiency

黄山贡菊[*Dendranthema morifolium* (Ramat) Tzvel. cv. Gongju], 又称贡菊、徽州贡菊、徽菊, 盛产于安徽省黄山市的广大地域, 其与杭菊、滁菊、亳菊并称我国四大名菊^[1]。贡菊气清香, 味甘、微苦, 具有散风清热、平肝明目之功效, 深受广大消费者的欢迎, 已成为黄山市最具特色的优势传统主导农产品之一^[2]。由于贡菊附加值高, 农民盲目地通过增加施肥量来提高产量, 导致过量施肥、肥效利用率低、土壤养分失衡现象日趋严重^[3]。目前对贡菊的研究主要集中在有效成分分析方面^[4-5]。

尿素施用于土壤中很快被分解, 一般土壤培养从开始到完全分解仅需15 d^[6]。脲酶抑制剂延缓尿素水解, 硝化抑制剂则抑制铵态氮进一步氧化, 进而控制硝态氮的形成^[7]。两者作用于尿素不同水解阶段, 配合施用效果更佳^[8]。通过向化学氮肥中添加脲酶抑制剂和硝化抑制剂来调节氮在土壤的转化, 进而提高氮肥利用率, 是一项高效氮肥管理措施^[9]。近年来, 随着新型肥料研究不断深入, 通过添加脲酶抑制剂和硝化抑制剂制成的稳定氮肥作为一种环保型缓释肥料, 越来越受到国内外广大学者的关注^[10]。迄今关于脲酶抑制剂和硝化抑制剂配合施用集中在土壤氮素转化及大田作物增

产增效研究上^[11-14], 而在经济作物贡菊上的研究鲜见报道。笔者开展稳定氮肥用量对黄山贡菊产量和氮肥利用率的影响, 旨在明确稳定氮肥施用于黄山贡菊上最佳用量, 以期稳定氮肥在黄山贡菊上合理施用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2016年3—11月在歙县上丰乡进行。歙县地处皖南山区, 属亚热带季风气候, 年均气温16.4℃, 年降水量1477 mm。供试土壤为河流冲积物发育形成的潜育型水稻土砂泥田。供试土壤初始理化性质: 全氮2.01 g/kg, 全磷0.94 g/kg, 有机质27.60 g/kg, 碱解氮168.35 g/kg, 速效磷65.00 mg/kg, 速效钾125.46 mg/kg, pH 4.50。

1.2 试验肥料 稳定氮肥由中国科学院沈阳应用生态研究所提供, 为普通尿素中加入脲酶抑制剂和硝化抑制剂NAM复配制成, 用量为尿素量的0.7%; 普通氮肥为普通尿素, N含量46%; 磷肥为颗粒状过磷酸钙, P₂O₅含量12%; 钾肥为粉末状红色氯化钾, K₂O含量60%。

1.3 试验设计 试验设4个处理: ①不施氮(CK); ②100% N量普通氮肥(CN); ③100% N量稳定氮肥(SN1); ④80% N量稳定氮肥(SN2)。面积20 m², 3次重复, 随机区组排列。氮肥用量100% N 345 kg/hm², 80% N 276 kg/hm², 苗肥: 分枝肥: 蕾肥按1:4:5分次施用。磷肥用量P₂O₅ 207 kg/hm², 一次性基肥施用。钾肥用量K₂O 270 kg/hm², 苗肥: 分枝肥: 蕾肥按2:3:5分次施用。肥料采用沟施方式进行, 3月23日移栽施基肥; 5月13日施分枝肥; 8月22日施花蕾肥。密度

基金项目 公益性行业(农业)科研专项(201503122); 安徽省农业科学院院长青年创新基金项目(16B1019); 施可丰稳定性专用肥试验示范网络项目。

作者简介 李敏(1979—), 女, 安徽阜阳人, 助理研究员, 在读博士, 从事新型肥料研究。*通讯作者, 研究员, 博士, 从事作物高效施肥研究。

收稿日期 2017-02-24

51 000 株/hm²。各小区统一按照当地习惯方式进行田间管理。11 月 25 日采收,按小区采摘烘干后测实产。同时每小区采 3 株地上部进行考种。

1.4 样品采集与测定 菊花开放后,按小区采摘烘干后测实产。同时每小区采 3 株地上部植株进行室内考种。植株按花和秸秆分开,烘干、称重、粉碎,分析不同部位氮含量,采用 H₂O₂ - H₂SO₄ 消化,凯氏定氮法测定。土壤基本理化性质采用常规方法测定^[15]。

氮肥表观利用率 = (施氮区植株总吸氮量 - 不施氮区植株总吸氮量) / 氮肥用量 × 100%

氮肥农学效率 (kg/kg) = (施氮区产量 - 不施氮区产量) / 氮肥用量

氮肥生理效率 (kg/kg) = (施氮区产量 - 不施氮区产

量) / (施氮区植株总吸氮量 - 不施氮区植株总吸氮量)。

1.5 数据分析 试验数据利用 Excel 2003 软件进行计算处理,采用 SPSS 17.0 数据处理软件进行数据统计分析,结果则采用 LSD 法在 $P < 0.05$ 水平上进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对贡菊产量及产量要素的影响 由表 1 可知,施氮能显著增加贡菊产量,增幅达 19.6% ~ 32.9%。各施氮处理以 100% N 量稳定氮肥 SN1 贡菊产量最高,比 100% N 量普通氮肥 CN 增产 6.8%,其次是 CN 处理,再次是 80% N 量稳定氮肥 SN2 处理,但与 CN 无显著差异,说明施用稳定氮肥减氮 20% 贡菊不减产。贡菊产量影响要素主要是每株花朵数,SN1 显著高于 SN2 和 CK,说明稳定氮肥主要是通过影响贡菊产量要素中的每株花朵数来提高产量。

表 1 不同施肥处理对贡菊产量及产量要素的影响

Table 1 Effect of different treatments on yield and yield components of *Dendranthema morifolium*

处理 Treatment	产量 Yield//kg/hm ²	株高 Plant height//cm	每株分枝数 Branch number per plant	每株花朵数 Flower number per plant	百朵干花重 100-dried flower weight//g
CK	1 392 c	75.6 a	18.2 b	145.2 b	14.1 a
CN	1 731 ab	74.3 a	22.0 ab	161.6 b	13.3 a
SN1	1 850 a	75.0 a	24.5 a	216.7 a	13.6 a
SN2	1 665 b	74.0 a	24.3 a	152.0 b	13.9 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level

2.2 不同施肥处理对贡菊吸氮量及氮肥利用率的影响 由表 2 可知,施氮显著增加贡菊花部和秸秆吸氮量,且随着施氮量增加吸氮量先增加后降低,以 SN1 处理最高,其次为 CN,再次为 SN2。花吸氮量 SN1 处理最高;秸秆吸氮量以 SN1 处理最高,显著高于其他施氮处理;总吸氮量以 SN1 最高,显著高于其他施氮处理。这说明等氮稳定氮肥较普通氮

肥显著提高贡菊不同部位吸氮量。氮肥表观利用率施用普通氮肥仅为 12.65%,原因在于供试贡菊土壤本底养分高,空白吸氮量高;施用稳定氮肥处理均高于普通氮肥处理,高出 0.73 ~ 6.08 百分点,以 SN1 最高,显著高于其他施氮处理。氮肥农学效率以 SN1 最高,显著高于其他施氮处理,SN2 和 CN 相当。氮肥生理效率各施氮处理间无显著差异。

表 2 不同施肥处理对贡菊吸氮量及氮肥利用率的影响

Table 2 Effect of different treatments on nitrogen uptake and nitrogen use efficiency of *Dendranthema morifolium*

处理 Treatment	花吸氮量 Flower N uptake kg/hm ²	秸秆吸氮量 Straw N uptake kg/hm ²	总吸氮量 Total N uptake kg/hm ²	氮肥表观利用率 ARE %	氮肥农学效率 AUE kg/kg	氮肥生理效率 PUE kg/kg
CK	30.5 c	33.3 c	63.8 c	—	—	—
CN	45.9 ab	61.5 b	107.4 b	12.65 b	0.98 b	7.76 a
SN1	51.6 a	76.7 a	128.3 a	18.73 a	1.33 a	7.06 a
SN2	41.4 b	59.4 b	100.8 b	13.38 b	0.99 b	7.34 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level

2.3 不同施肥处理对贡菊经济效益的影响 由表 3 可知,施氮显著增加贡菊产值,较 CK 增加 19.6% ~ 32.9%。不同施肥处理贡菊产值以 SN1 最高,较 CN 增加 6.9%。收益以

SN1 最高,较 CK 增收 71 505 元/hm²,增幅 32.5%;较 CN 增收 19 035 元/hm²,增幅 6.5%。说明等氮施用稳定氮肥能有效提高贡菊产值和收益。

表 3 不同施肥处理对贡菊经济效益的影响

Table 3 Effect of different treatments on economic benefits of *Dendranthema morifolium*

处理 Treatment	产值 Output value 元/hm ²	肥料成本 Fertilizer cost 元/hm ²	收益 Income 元/hm ²	比 CK 增加 Increased than CK//%	比 CN 增加 Increased than CN//%
CK	222 765	2 910	219 870	—	—
CN	276 885	4 560	272 340	23.9	—
SN1	295 950	4 575	291 375	32.5	6.5
SN2	266 400	4 455	261 945	19.1	—

注:贡菊收购价 160 元/kg,粒状过磷酸钙 800 元/t,粉状氯化钾 3 500 元/t,尿素 2 200 元/t,抑制剂 10 000 元/t
Note:Purchase price of *Dendranthema morifolium* is 160 yuan, granular calcium superphosphate is 800 yuan/t, powdered potassium chloride is 3 500 yuan/t, urea is 2 200 yuan/t, inhibitors is 10 000 yuan/t

3 结论与讨论

高产高效施肥是科学施肥的方向和目标,因地制宜开发与应用作物专用缓/控释肥料是实现科学施肥目标的重要措施^[16]。稳定氮肥是通过添加脲酶抑制剂/硝化抑制剂制成的一类环境友好缓释肥料,具有广阔的市场前景。陈序根等^[17]研究表明,施用添加脲酶/硝化抑制剂的缓释肥料显著提高番茄产量,较番茄专用肥增产 23.2% 和 29.8%。赵自超等^[18]研究脲酶和硝化抑制剂对冬小麦-夏玉米轮作体系产量的影响,结果表明,单独和配合施用抑制剂均提高周年作物产量,增幅 2.0%~6.4%,以配合施用效果最佳。该研究结果表明,施用稳定氮肥黄山贡菊产量优于或相当于普通氮肥,等氮增产 6.9%,减氮 20% 不减产,这与前人研究结果相符。

该试验结果表明,与普通氮肥相比,稳定氮肥等氮施用显著提高黄山贡菊吸氮量、氮肥表观利用率及农学效率。原因可能在于稳定氮肥添加了脲酶和硝化抑制剂,养分释放速度较为平缓,一定程度上避免施肥前期养分供过于求造成的氮素浪费,进而有效提高了氮肥吸收量和利用率。而普通氮肥缺乏抑制剂,施入土壤养分易挥发、淋失或通过其他途径损失,导致氮素吸收量和氮肥利用率降低。

黄山贡菊作为一种附加值极高的经济作物越来越受到国内外消费者的青睐,当地农民为了追求高产一味地增加肥料投入,过量施肥现象屡见不鲜,导致肥料大量损失且在土壤富集,增加了农民的生产投入成本。该研究结果表明,等氮施用稳定氮肥虽然小幅度增加了肥料成本,但贡菊产量提高足以弥补肥料成本增长,较普通氮肥收益增加 6.5%。这说明等氮施用稳定氮肥较普通氮肥有效提高黄山贡菊收益,能达到节本增效的目标。

100% N 量稳定氮肥较普通氮肥黄山贡菊增产 6.9%,氮肥表观利用率显著提高 6.08 百分点,农学效率显著提高 0.35 kg/kg,收益增加 6.5%。80% N 量稳定氮肥产量、氮肥

利用率和收益与普通氮肥相当。综合产量、利用率及收益,在该试验条件下,100% N 量稳定氮肥施用于黄山贡菊上效果最佳。

参考文献

- [1] 陆卫明,王亦民,章庆华,等. 黄山贡菊产业状况及发展对策[J]. 中国园艺文摘,2014(6):56-58,77.
- [2] 孔娟娟,周守标,奚功芳,等. 2 种施药方式对黄山贡菊生长、生理特性及硒积累的影响[J]. 水土保持学报,2014,28(4):310-316.
- [3] 王文军,郭熙盛. 氮、磷、钾、锌、硼肥配施对黄山贡菊产量和品质的影响[J]. 土壤通报,2009,40(2):306-309.
- [4] 毕淑峰,尤倩倩,张铃杰. 黄山贡菊挥发油化学成分及体外抗氧化活性研究[J]. 黄山学院学报,2014,16(3):72-75.
- [5] 姜文青,张亚中,金斌. HPLC 法同时测定黄山贡菊和七月菊中的 4 种化学成分[J]. 中成药,2015,37(10):2211-2215.
- [6] 周旋,吴良欢,戴锋. 新型磷酸酰胺类脲酶抑制剂对不同质地土壤尿素转化的影响[J]. 应用生态学报,2016,27(12):4003-4012.
- [7] 邢卫,陈利军,陈振华,等. NBPT 与 DMPP 不同剂量组合对尿素氮转化的影响[J]. 土壤通报,2008,39(4):896-899.
- [8] 董燕,王正银. 尿素在土壤中的转化与植物利用效率[J]. 磷肥与氮肥,2005,20(2):76-78.
- [9] 曹银珠,赵同科,刘树庆,等. 脲酶/硝化抑制剂双控过程中硝化抑制尿素分解效应[J]. 水土保持学报,2015,29(4):143-147,200.
- [10] TRENKEL M E. Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers: An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture [M]. Paris, France: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010:13.
- [11] 隗英华,陈利军,武志杰,等. 脲酶/硝化抑制剂在土壤 N 转化过程中的作用[J]. 土壤通报,2007,38(4):773-780.
- [12] 周旋,吴良欢,戴锋. 生化抑制剂组合对黄泥田土壤尿素态氮转化的影响[J]. 水土保持学报,2015,29(5):95-100,123.
- [13] 李敏,叶舒娅,刘枫,等. 稳定氮肥用量和施用方式对水稻产量和氮肥效率的影响[J]. 农业资源与环境学报,2015,32(6):559-564.
- [14] 李敏,叶舒娅,刘枫,等. 稳定氮肥用量对夏玉米产量和氮肥利用率的影响[J]. 农业资源与环境学报,2014,31(4):323-327.
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [16] 张建军,党冀,樊廷录,等. 控释尿素基施及普通尿素分期施对旱地冬小麦产量和水分利用效率的影响[J]. 核农学报,2014,28(5):912-918.
- [17] 陈序根,徐卫红,王崇力,等. 脲酶硝化双抑制剂缓释肥提高番茄产量及 NPK 养分吸收[J]. 农业工程学报,2015,31(21):168-176.
- [18] 赵自超,韩笑,石岳峰,等. 硝化和脲酶抑制剂对华北冬小麦-夏玉米轮作固碳减排效果评价[J]. 农业工程学报,2016,32(6):254-262.

(上接第 59 页)

4 建议

(1) 人工模拟降雨装置在实验室内可取得较为理想的降雨成果,但在野外试验受地形、风速、风向、气流、降雨高度等因素的影响较大,加上受径流小区面积的限制,虽然试验是按百年一遇的设计标准进行模拟降雨,但部分降雨还是随风飘落到小区外,落到径流小区地面降雨量相对减少,面平均降雨强度因此降低,使得模拟降雨实测的面平均雨量小于设计降雨量,偏差幅度为 25.10%~32.00%,未达到设计降雨要求。根据 59 场次人工模拟降雨获得的实践经验,建议今后在野外使用人工模拟降雨系统时尽量选在无风或轻微风的情况下进行,径流小区建设由 3 m×20 m 改为 5 m×20 m,并适当降低人工模拟降雨设计高度等。在该研究中,已通过改良设计降雨高度 6 m 降为 4 m 进行野外模拟降雨试验,获得相对较好的监测结果。该降雨高度 4 m 可借鉴运用于类似项目的水土保持监测。

(2) 针对坡耕地水土流失综合治理工程实施过程中仍存在的核心技术、重大措施及实用技术等问题,提出在认真总结和创新水土流失综合治理监测技术的基础上,有目的、有计划、有针对性地研究不同治理措施、不同治理模式、不同管理方法,使坡改梯后生态、经济、社会效益协调、健康、快速地发展。

参考文献

- [1] 余忠明. 坡改梯在水土流失治理项目建设实践中存在的问题与建议[J]. 中国水土保持科学,2008,6(S1):178-179.
- [2] 王鸿飞,杨台虹,刘立春. 坡耕地治理的技术措施及效益分析[J]. 水土保持与防洪,2003,9(3):214-215.
- [3] 云南省政府系统决策咨询研究课题组. 云南省坡耕地高效水土保持对策研究[J]. 水利发展研究,2013(1):34-38.
- [4] 朱晓河. 云南省坡耕地现状与防治策略[J]. 中国水土保持,2008(4):11-13.
- [5] 赵成,顾小华,姜宏雷,等. 云南省坡耕地现状及水土流失综合治理探索[J]. 中国水土保持,2015(4):11-12.
- [6] 和俊. 云南省坡耕地水土流失综合治理的探索与实践[J]. 中国水土保持,2011(2):11-13.
- [7] 刘丙友,荣建东,周彦明. 水土流失对“三农”建设的障碍作用及解决途径[J]. 水土保持应用技术,2006(3):53-54.