

新型专用肥对菜豆生理活性、生物量及养分利用率的影响^{*}

张志国¹, 丁洪^{1,2}, 张玉树²

(1. 商丘师范学院 环境与规划系, 河南 商丘 476000; 2. 福建省农业科学院 土壤肥料研究所, 福州 350013)

摘 要:采用分别添加了木质素+风化煤+硼砂、木质素+硼砂、风化煤+硼砂、硼砂等不同添加剂的 4 种新型专用复混肥,在盆栽条件下研究这 4 种新型专用复混肥对菜豆生长、生理活性、养分积累量以及养分利用率的影响。结果表明,添加 2 种或 3 种添加剂的专用肥能显著增加菜豆生物量,与没有添加添加剂的普通专用肥相比,菜豆总生物量干重分别增加 13.02%, 10.25%, 13.26%;可明显提高叶片可溶性蛋白质含量、硝酸还原酶活性和植株养分积累量;显著提高养分利用率,其中,氮利用率比普通肥提高 5.5%~7.0%、磷提高 0.6%~1.5%、钾提高 4.8%~6.1%。可见,新型专用肥具有较好的效应,具有生产与推广应用前景。

关键词:专用肥; 菜豆; 生物量; 养分利用率

中图分类号:S601;S145.6

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)03-0174-04

Effects of New Special Compound Fertilizers on Physiological Activity, Biomass and Nutrient Use Efficiency in Beans

ZHANG Zhi-guo¹, DING Hong^{1,2}, ZHANG Yu-shu²

(1. Department of Environment and Planning, Shangqiu Normal University, Shangqiu, He'nan 476000, China;

2. Institute of Soil and Fertilizer, Academy of Fujian Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China)

Abstract: In this paper, 4 kinds of new special compound fertilizers with different additives, such as lignin + weathered coal + borax, lignin + borax, weathered + borax and borax, were used in pot experiment. Effects of new special fertilizers on physiological activity, biomass and nutrient use efficiency in beans were studied. The results showed that bean biomass increased by 13.02%, 10.25% and 13.26% with 3 new special fertilizers respectively; soluble protein content and nitrate reductase activity in leaves and accumulation of nutrient in plants increased significantly; utilizations of nitrogen, phosphate and potassium increased by 5.5%~7.0%, 0.6%~1.5% and 4.8%~6.1% respectively.

Key words: special compound fertilizer; bean; biomass; nutrient use efficiency

我国是肥料使用大国,每年肥料使用量约占世界肥料用量的 1/3,然而我国肥料利用率普遍不高,损失严重。肥料利用率低下既增加了农民的生产成本,又造成资源的浪费,而且还引起面源污染^[1]。因此,如何进一步提高肥料利用率是人们普遍关心的问题。缓控释肥料的研究开发是当今肥料发展的主要方向,但由于技术与成本问题,迄今还未能普遍推广应用。近年来,一些肥料研究工作者采用在复混

肥中添加肥料添加剂(也称肥料增效剂)以改进肥料的性质和提高肥料利用率,并取得了一定的成果,这也是研制开发新型肥料的主要途径之一^[2]。在复混肥中添加的添加剂有多种类型,包括无机矿物添加剂,如膨润土^[3]、海泡石、高岭土^[4];稀土添加剂^[5];有机矿物添加剂,如风化煤、泥炭土、褐煤^[6]、改性木质素^[7];有机聚合物添加剂,如聚天冬氨酸^[8],以及生物制剂^[9]等。姜雯报道^[8],肥料增效剂聚天冬氨

* 收稿日期:2009-05-27

基金项目:福建省发展和改革委员会产业技术研究开发研究项目(2003-170);福建省科学技术厅重点科技项目(99-Z-98);福建省农业科学院创新团队建设财政专项(STIF-Y016)

作者简介:张志国(1974-),男,陕西韩城人,讲师,博士,主要研究方向为水土资源高效利用。E-mail: sxbertzzg@163.com

通信作者:丁洪(1965-),男,江西安福人,研究员,博士后,主要从事新型肥料、农业环境等方面的研究。E-mail: hongding@china.com

酸使玉米光合速率加快并加速光合产物的积累,叶片中硝酸还原酶活性增强,单株地上部干重和总干重分别增加19%和16%,植株氮、钾吸收量分别增加27%和19%。杨小兰等的研究表明^[10],花生施用肥料增效剂聚氨基酸单株分枝数、单株果数较对照分别提高13.64%和11.43%,出仁率提高1.5%,增产8.7%。王军等报道^[11],肥料增效剂对大棚番茄生长发育及产量品质有明显影响,产量有不同程度的增加,还能改善番茄营养品质,特别是提高番茄果实中总糖、番茄红素等营养物的含量。逢焕成等研究表明^[12],利用沸石、腐殖酸钠等为主要无机、有机原料配方所研制的肥料增效剂能极显著提高大豆产量,分别比纯施尿素、磷酸二铵、过磷酸钙增产20.3%、5.7%、1.2%,表现出良好的节肥与增加肥效功能。杨莹等人^[13]对不同的添加剂对磷肥的影响做了对比研究,发现所选用的5种材料(沸石、胡敏酸、聚丙烯酰胺、柠檬酸、羧甲基纤维素)均能不同程度地提高肥料磷在土壤中的有效性。我们也在花生专用肥中添加硼、风化煤、凹凸棒等添加剂也显示较好地增产和提高肥料利用率之功效^[14];另外,在茄子专用肥中同时添加3种添加剂比普通肥料(按专用肥养分配方)、俄罗斯复合肥分别增产16.6%和18.5%,增产效果均达到显著水平,而且具有明显的增收作用^[15]。本研究拟探讨对不同添加剂进行组合复配后添加在复混肥中的肥效效应,并以菜豆为试验作物,因为菜豆的重要性仅次于大豆,是一种广泛种植的蔬菜品种。研究结果旨在为新型肥料研究开发和推广应用提供参考依据。

1 材料与方法

试验在福建农业科学院土壤肥料研究所网室进行。供试土壤为水稻土,土壤有机质含量为1.79%、全氮0.117%、速效氮93.0 mg/kg、速效磷41.3 mg/kg、速效钾50.7 mg/kg、pH值为5.38。供试作物为菜豆(*Phaseolus vulgaris*),品种为“孝建”。

供试肥料分别为普通肥料和4种专用肥,其养分含量与配比均为N P₂O₅ K₂O=10 12 14。普通肥料处理原材料为尿素、磷酸二铵和氯化钾,4种专用复混肥为普通肥原材料和分别添加不同的添加剂,其中专用肥1#的添加剂为木质素、风化煤和硼砂,2#的添加剂为木质素和硼砂,3#的添加剂为风化煤和硼砂,4#的添加剂为硼砂。所有肥料品种均采用凹凸棒作粘结剂,用圆盘造粒方法制作而成

颗粒肥料。

试验选用高27.7 cm,上、下内径分别为30.1 cm和21.5 cm,底部有孔的塑料桶,每桶装风干土12 kg,装土后将塑料桶置于塑料托盘上。设6个肥料处理,即CK、普通肥料分二次施入、专用肥1#、2#、3#、4#,每处理12次重复,共72桶,随机排列。各肥料处理都按等养分比例和等养分量施肥,施肥量为大田常规施用量施纯N93.75 kg/hm²的3倍量即281.25 kg/hm²计算,氮磷钾用量分别为纯氮0.125 g/kg土、P₂O₅0.15 g/kg土、K₂O 0.175 g/kg土。施肥方式是普通肥料分基肥和追肥二次施肥(基肥占70%,追肥占30%),专用肥则都作基肥一次性施用。先将肥料与土拌匀,装桶,然后浇水湿润。每桶播菜豆种子5粒,待出苗后根据苗的大小逐一淘汰,最后选择大小一致的保留下来,每桶留2株,追肥以初花期施用,追肥时先将土面捣碎,肥料均匀撒于表面后混入土中。分别于苗期、结荚期测定菜豆株高、主根长、根干重与体积等根系特征,同时取3盆测定其叶片硝酸还原酶活性、可溶性蛋白及植株养分含量。整个试验在网室的自然条件下进行,9月2日播种,11月8日提前收获,生育期共68 d。

植物氮磷钾养分测定按常规方法,叶片蛋白质含量采用考马斯亮兰法测定^[16],硝酸还原酶活性采用磺胺比色法测定^[17],根系体积采用排水法测定。

2 结果与分析

2.1 不同专用肥品种对菜豆农艺性状的影响

表1中可以看出,在苗期和结荚期,施肥处理的株高、根系特征均要显著优于无肥处理。肥料处理之间,在苗期专用肥1#、2#、3#处理的根长、根体积和根干重以及株高比普通肥处理都略显增加,但不显著,只有专用肥2#处理的根体积显著增加。在结荚期专用肥处理的菜豆株高与普通肥相比没有明显的增加,而对主根长度、根系体积和根干重有一定程度的增加,虽未达到显著水平,但还是有一定的促进生长作用。根系特征的改善有利于菜豆对土壤养分的吸收。专用肥1#、2#、3#的效果均表现较好。

2.2 不同专用肥品种对菜豆生理活性的影响

植株叶片中硝酸还原酶的活性和可溶性蛋白含量高低都是反映植株氮素营养水平的指标,活性与含量高,表明氮素营养水平也高,说明植株吸收利用的氮素越多。

表2显示,专用肥对菜豆叶片硝酸还原酶活性

和可溶性蛋白质含量均有很大影响。在苗期,菜豆叶片硝酸还原酶活性本身就表现较高,施用专用肥都还能提高其酶的活性,但未达到显著水平;而对可溶性蛋白含量具有显著增加效果。在结荚期,专用肥则显著提高硝酸还原酶的活性和可溶性蛋白的含量,而且专用肥 1 # 的效应表现最好,2 #、3 # 其次,4 # 较差。由此可见,专用肥具有促进氮吸收和提高氮利用效率之功效。

表 1 不同肥料处理对菜豆农艺性状的影响

处理	苗期				结荚期			
	株高 (cm/株)	主根长 (cm/株)	根系体积 (cm ³ /株)	根系干重 (g/株)	株高 (cm/株)	主根长 (cm/株)	根系体积 (cm ³ /株)	根系干重 (g/株)
CK	43.3 ±0.5bB	20.9 ±2.3aA	1.063 ±0.377cB	0.126 ±0.010bB	61.4 ±4.4cB	20.3 ±0.9abA	0.975 ±0.065bB	0.132 ±0.010bB
普肥	54.4 ±6.5aAB	20.6 ±1.7aA	2.225 ±0.806bAB	0.219 ±0.077aAB	72.4 ±2.3aA	20.1 ±1.5abA	1.825 ±0.296aA	0.265 ±0.048aA
专 1 #	56.9 ±3.4aA	20.8 ±1.2aA	1.888 ±0.548bB	0.269 ±0.087aAB	72.9 ±4.9aA	22.0 ±0.9abA	1.950 ±0.471aA	0.271 ±0.053aA
专 2 #	51.1 ±1.7aA	21.9 ±2.8aA	3.275 ±0.699aA	0.271 ±0.055aA	70.9 ±5.3abA	22.6 ±2.5aA	2.113 ±0.269aA	0.270 ±0.047aA
专 3 #	55.3 ±6.9aA	22.4 ±3.1aA	2.038 ±0.507bAB	0.237 ±0.042aAB	72.9 ±3.4aA	21.9 ±1.7abA	2.138 ±0.450aA	0.283 ±0.054aA
专 4 #	57.4 ±6.0aA	19.6 ±1.1aA	2.113 ±0.275bAB	0.199 ±0.051abAB	65.9 ±1.5bcAB	19.6 ±2.2bA	2.038 ±0.384aA	0.278 ±0.040aA

注:表中同列数字后不同字母表示差异显著, $P < 0.05$ 和 0.01 ,下同。

表 2 不同肥料处理对菜豆叶片硝酸还原酶活性和可溶性蛋白质含量的影响

处理	硝酸还原酶活性/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)		可溶性蛋白质/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	
	苗期	结荚期	苗期	结荚期
CK	48.7 ±10.7bA	24.4 ±2.5dD	18.4 ±0.7cC	16.0 ±0.4cB
普肥	52.2 ±12.8abA	30.3 ±4.0cdCD	19.9 ±1.0bcBC	17.1 ±0.1bcAB
专 1 #	68.0 ±10.1aA	46.1 ±2.9aA	23.0 ±2.3aA	18.7 ±0.4aA
专 2 #	57.6 ±15.0abA	44.3 ±4.0aAB	21.6 ±1.0abAB	17.1 ±1.2bcAB
专 3 #	64.6 ±3.9abA	40.5 ±6.5abAB	21.9 ±1.2abAB	17.4 ±1.3bAB
专 4 #	64.9 ±11.9abA	36.0 ±2.8bcBC	21.3 ±1.3abAB	16.1 ±0.9cB

2.3 不同专用肥对菜豆产量的影响

从表 3 中可以看出,专用肥对菜豆的生物量也具有显著增产作用。专用肥 1 #、2 # 和 3 # 处理的总生物量干产分别比普通肥料处理增产 13.02 %, 10.25 %和 13.26 %,均达到显著水平,但 3 个专用肥处理间显著差异不显著;而专用肥 4 # 表现较差,不增产或略有减产。

2.4 不同专用肥处理对菜豆养分积累量和肥料利用率的影响

由表 4 看出,不同专用肥对菜豆养分积累量也有显著影响。在苗期植株氮磷钾含量专用肥 1 # 和 3 # 处理比普通肥处理略有增加,但肥料处理间无明显差异。到结荚期则差异显著,专用肥 1 #、2 # 和 3 # 处理的植株氮钾积累量显著高于普通肥料处理,

而专用肥 4 # 的效果不明显。养分积累量的增加使得肥料养分利用率也得以提高(表 5),专用肥 1 #、2 # 和 3 # 处理氮利用率分别比普通肥处理提高 5.5 %~7.0 %、磷提高 0.6 %~1.5 %、钾提高 4.8 %~6.1 %。可以看出,添加添加剂的专用肥具有明显的提高养分积累量和养分利用率的作用。

表 3 不同肥料处理对菜豆生物量的影响

处理	总生物量干产(g/株)	比普通肥增产/ %
CK	3.54 ±0.39cC	-
普肥	5.62 ±0.31bAB	-
专 1 #	6.32 ±0.40aA	13.02
专 2 #	6.17 ±0.31aAB	10.25
专 3 #	6.33 ±0.39aA	13.26
专 4 #	5.47 ±0.34bB	- 2.80

表 4 不同肥料处理对菜豆养分积累量的影响

处理	苗期			结荚期		
	N	P	K	N	P	K
CK	0.060 ±0.010bB	0.006 ±0.001bB	0.042 ±0.006bB	0.112 ±0.017cC	0.026 ±0.004cB	0.071 ±0.008cB
普肥	0.111 ±0.012aA	0.009 ±0.002aA	0.111 ±0.012aA	0.189 ±0.009bB	0.039 ±0.003abA	0.193 ±0.018bA
专 1 #	0.118 ±0.013aA	0.009 ±0.001aA	0.122 ±0.021aA	0.220 ±0.015aAB	0.044 ±0.003aA	0.221 ±0.034abA
专 2 #	0.102 ±0.006aA	0.008 ±0.001aA	0.103 ±0.012aA	0.224 ±0.012aA	0.043 ±0.002aA	0.228 ±0.011aA
专 3 #	0.120 ±0.019aA	0.009 ±0.001aA	0.129 ±0.024aA	0.216 ±0.021aAB	0.041 ±0.004abA	0.228 ±0.019aA
专 4 #	0.105 ±0.006aA	0.008 ±0.001aA	0.108 ±0.016aA	0.193 ±0.016bAB	0.037 ±0.003bA	0.195 ±0.020bA

表 5 不同肥料处理的养分利用率 %						
处理	N	比普肥 提高	P ₂ O ₅	比普肥 提高	K ₂ O	比普肥 提高
普肥	30.3		11.8		29.1	
专 1 #	36.6	6.3	13.3	1.5	33.9	4.8
专 2 #	37.3	7.0	13.2	1.4	35.2	6.1
专 3 #	35.8	5.5	12.4	0.6	35.2	6.1
专 4 #	31.2	0.9	10.9	- 0.9	29.5	0.4

3 讨论与结论

已有不少文献报道,在肥料二次加工时添加肥料添加剂(或增效剂)在复混肥中或在施肥时添加剂(或增效剂)与肥料配合施用,具有明显的增加作物产量、改善品质和提高养分利用率,以及减少环境污染的作用。添加剂的类型多种多样,作用的机理也不一样^[2],因此效果也会有一定的差异。基于资源与环境方面的考虑,当前肥料添加剂还是以充分利用工农业废弃物作为添加剂为主,如木质素、褐煤、风化煤、泥炭、粉煤灰、烟渣、茶叶渣、矿物粉等,以及其它农产品加工废弃物等。这些添加剂加入后对肥料的养分溶出或释放具有一定的改变作用,我们把本试验中所应用的肥料进行培养试验并观测其溶出率,其结果也验证了这一观点(另文发表)。目前,就复混肥中如何添加添加剂还缺乏一定的理论指导,不同添加剂的增效机理也有差别。因此,复混肥中同时合理添加 2 种或 2 种以上的添加剂其效果可能比单一的添加剂要优越得多^[18]。以前的试验结果表明添加风化煤、硼砂和凹凸棒的花生专用肥,添加风化煤、木质素、硼砂、凹凸棒的茄子专用肥都比普通肥和进口俄罗斯复合肥均表现显著的增产效果^[14-15]。本研究结果也表明,不同添加剂复配使用具有更好的效果,添加 2 种或 3 种添加剂的菜豆专用肥与普通专用肥(养分配比相同,也适应于菜豆)处理相比,添加增效剂后能促进菜豆植株生长、发育及提高生理代谢活性,显著增加总干物质量,提高植株养分积累量和肥料利用率,其结果与其他研究者的研究结果也相支持。因此,可以认为在开发作物专用肥时,在不同作物适宜的养分配比基础上(专用肥养分配比)添加肥料添加剂特别是复合添加剂是研制新型肥料和提高肥料利用率、增加作物产量的有效途径。

参考文献:

[1] 陈同斌,曾希柏,胡清秀.中国化肥利用率的区域分异[J].地理学报,2002,57(5):531-538.

[2] 刘军领,关文玲,王旭东.不同类型添加材料在新型肥料生产中的应用[J].干旱地区农业研究,2005,23(6):210-213.

[3] 陈智文,张清,李晓青,等.改性膨润土对东北石灰性土壤磷肥利用率的影响[J].非金属矿,2005,28(1):13-14.

[4] 徐宏林.矿物添加剂对复混肥料的影响[J].资源开发与市场,2006,22(3):249-251,270.

[5] 汪敬恒,王树立.稀土复混肥中改性稀土添加剂的研制[J].化肥工业,1998,26(1):17-21.

[6] 孙小燕,李卫华,丁洪.风化煤和硼在土壤中对尿素氨化与硝化作用及磷有效性的影响[J].磷肥与复肥,2005,20(1):68-69.

[7] 张占业,穆环珍,黄衍初,等.木质素及其改性物在环境污染防治中的应用研究[J].农业环境科学学报,2006,25(增刊):360-364.

[8] 姜雯,周登博,张洪生,等.不同施肥水平下聚天冬氨酸对玉米幼苗生长的影响[J].玉米科学,2007,15(5):121-124.

[9] 赵燕,胡金和,熊清云,等.肥料增效剂在马铃薯上的应用试验[J].中国马铃薯,2004,18(5):286-287.

[10] 杨小兰,雷全奎,郭建秋,等.“金回报”肥料增效剂在花生上的应用效果[J].安徽农业科学,2005,33(3):413.

[11] 王军,陈双臣,邹志荣.肥料增效剂对大棚番茄产量、品质的影响[J].陕西农业科学,2004(2):33-35,69.

[12] 逢焕成,梁业森,吴江.大豆施用肥料增效剂的应用效果[J].土壤肥料,2005(4):22-24.

[13] 杨莹,杨雪芹,关文玲,等.不同添加材料对化肥中磷素释放和扩散的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(6):84-86.

[14] 丁洪,张伟光.花生新型专用肥的研制与应用[J].中国油料作物学报,2002,24(4):57-60.

[15] 丁洪,李卫华,张玉树.新型茄子专用肥的研制与肥效试验[J].长江蔬菜,2008(6):57-58.

[16] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

[17] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导(3版)[M].北京:高等教育出版社,2003.

[18] 卢其明,冯新,孙克君,等.聚合物/膨润土复合控释材料的应用研究[J].植物营养与肥料学报,2005,11(2):183-186.