

# 微生物菌剂与尿素配施对大蒜氮吸收及产量的影响

邵秀丽, 王吉庆, 张慎璞, 张 丹

(河南农业大学 园艺学院, 河南 郑州 450002)

**摘 要:**通过田间对比试验,研究了以放线菌、光合细菌为主的复合微生物菌剂与不同水平尿素配施对中牟大蒜植株氮素吸收、氮肥利用率及产量的影响。结果表明:复合微生物菌剂与全量尿素配施比传统单施尿素可显著提高大蒜产量及植株氮素吸收量,有效提高氮肥利用率。其中,复合微生物菌剂与全量及半量尿素配施的处理 M+HF、M+HF/2,大蒜植株全氮吸收量较大,损失量小,氮肥利用率较高,分别比传统单施尿素的处理(HF)氮肥利用率提高 3.94、2.03 个百分点。其中,M+HF 处理大蒜鲜蒜头产量最大,为 1 210 kg/667m<sup>2</sup>,比传统施肥(HF)增产 8.04%。

**关键词:**大蒜;复合微生物菌剂;尿素;肥料利用率;产量

**中图分类号:**S 633.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0199-04

目前我国氮肥的当季利用率约为 30%~35%,其中氮素每年损失量相当于  $19 \times 10^6$  t 尿素<sup>[1]</sup>。化肥的损失不仅造成直接经济损失,更为严重的是其所造成的环境污染问题<sup>[2]</sup>。如何有效地提高肥料利用率,增加化肥的技术含量,研制生产出高效、无污染的环境友好型肥料已成为现代农业科学研究的重大课题<sup>[3-4]</sup>。微生物复合肥正是这种高效、无污染的环境友好型肥料。研究表明微生物肥料与化肥、有机肥等混合施用,比传统化肥增产 5%~10%,使小麦、玉米化学肥料基肥用量降低 25%~30%,番茄、马铃薯化学肥料基肥用量降低 30%~45%<sup>[5-11]</sup>。目前,生产上应用的微生物肥料多为单一菌剂,对复合菌剂的研究较少。此外,大量优化施肥对大蒜产量效应的分析研究表明,氮素的影响最大。而生产上大蒜施肥存在很多问题,如施肥量大,各种营养元素配比不当,施肥不合理等。为此,现采用不同肥料配方施肥,结合施用复合微生物菌剂,对大蒜氮素吸收规律及产量情况进行了研究,以期新型肥料的推广,提高肥料利用率及大蒜优质高产栽培技术提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料中牟大白蒜;尿素(N 素含量为 46%),复合微生物菌剂(不添加化肥成分,含有光合细菌  $17.5 \times 10^8$  cfu/mL、放线菌  $12.1 \times 10^8$  cfu/mL、乳酸菌、酵母菌和醋酸菌的混合发酵液),由河南农业大学园艺学院作物栽培实验室制取。

**第一作者简介:**邵秀丽(1984-),女,硕士,研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail:shaoliulinihao@163.com。

**基金项目:**河南省现代农业产业技术体系大宗蔬菜中牟综合试验站资助项目(Z2010-03-04)。

**收稿日期:**2013-04-10

### 1.2 试验方法

试验在河南农业职业学院试验田进行。土壤速效氮为 80.5 mg/kg、速效磷为 14.12 mg/kg、速效钾为 109.8 mg/kg。试验设 4 个处理, HF:全量尿素(20 kg/667m<sup>2</sup>), M+HF:复合菌剂(20 kg/667m<sup>2</sup>)+尿素(20 kg/667m<sup>2</sup>), M+HF/2:复合菌剂(20 kg/667m<sup>2</sup>)+半量尿素(10 kg/667m<sup>2</sup>), M:复合菌剂(20 kg/667m<sup>2</sup>), CK:不施任何肥料。小区面积为 15 m<sup>2</sup>, 3 次重复,随机区组排列。所有肥料用作追肥(返青后于 2 月 20 日清水灌溉后,均匀撒施于地表;复合菌剂稀释 50 倍后,均匀撒施于大蒜根部)。2011 年 10 月 1 日播种,选择单瓣重 5 g 左右、硬实肥硕、色泽洁白、无病斑、无伤口、大小一致的蒜瓣作为种蒜,播种后其它田间管理与一般生产管理相同。2012 年 6 月 8 日收获。

### 1.3 项目测定

施肥后,分别于苗期(2012 年 3 月 5 日)、花芽鳞芽分化期(2012 年 3 月 23 日)、花茎伸长期(2012 年 4 月 7 日)、花茎采收期(2012 年 4 月 20 日)以及鳞芽膨大期(2012 年 5 月 10 日),每处理取样 30 株,测定其株高、绿叶片数、鲜重、干重。株高是指把叶全部捋起到最高点所达到的高度,测定时以地表为准,用卷尺测定;茎粗、鳞茎横径用游标卡尺测定;鲜重、干重用电子天平测定;根体积用排水法测定。其中株高以根茎部到植株最高点为准,假茎粗以地上 2 cm 处为基准,鳞茎粗为鳞茎横茎,干重为取整株置于烘箱 105℃ 杀青 15 min, 80℃ 恒温 24 h 后称重。鳞径以游标卡尺卡鳞茎最宽处为准,株高的测定从茎盘到最长叶片的顶端为准。

测定指标还包括产量、植株氮吸收量、氮素利用率。植株及土壤全氮采用开氏法测定<sup>[12]</sup>。

氮肥利用率采用下式计算:  $N_f(\%) = (AB_N - CB_{N0}) / A_N \times 100$ 。  $N_f$ :氮肥利用率(%);  $AB_N$ :施氮处理

作物氮素吸收量;  $CB_{N0}$ : 不施氮处理作物氮素吸收量;  $A_N$ : 施氮量<sup>[13]</sup>。

#### 1.4 数据分析

所有试验数据均采用 DPS 7.05 软件进行方差分析, 在  $P < 0.05$  水平上进行差异比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对大蒜株高及绿叶数动态变化的影响

从表 1 可以看出, 复合菌剂与尿素配施对大蒜植株生长影响不明显, 大蒜生长前期, 各处理均没有单施尿素的处理(HF)表现好。追施后期, 复合菌剂开始缓慢发挥作用。由 2012 年 4 月 5 日测定的株高及绿叶数可

表 1

不同处理大蒜的株高及绿叶数动态变化

Table 1 Dynamic change of plant height and green leaves with different treatments on garlic

处理 Treatments	2012 年 3 月 5 日		2012 年 3 月 20 日		2012 年 4 月 5 日		2012 年 4 月 20 日	
	株高 Plant height/cm	绿叶数 Green leaves number/片	株高 Plant height/cm	绿叶数 Green leaves number/片	株高 Plant height/cm	绿叶数 Green leaves number/片	株高 Plant height/cm	绿叶数 Green leaves number/片
CK	36.730a	5.4a	42.71a	6.0a	53.50d	6.5b	74.30b	7.0a
HF	40.580a	5.6a	48.87a	6.3a	62.69a	7.7a	84.19a	7.1a
M+HF	40.076a	5.6a	45.67a	6.3a	59.48b	7.1ab	81.4ab	7.4a
M+HF/2	38.811a	5.3a	46.80a	6.1a	59.46b	7.6a	85.15a	7.6a
M	37.171a	5.7a	45.32a	6.3a	58.34bc	6.9ab	75.86b	7.2a

### 2.2 不同处理对大蒜植株氮素吸收量及吸收比率的影响

由表 2 可知, 全生育期大蒜植株吸收氮素总量大小次序为:  $M+HF > HF > M+HF/2 > M > CK$ , 且各生育时期所测数据中, 处理 M 植株全氮含量均大于对照。可见, 复合菌剂在一定程度上能够促进大蒜植株对氮素的吸收, 提高植株全氮含量。由表 2 还可知, 复合菌剂与尿素配施能够促进植株对氮素的吸收, 大蒜植株全氮含量显著高于对照; 处理 M 氮素吸收量高于对照。2012 年 3 月 5 日所测数据中, 处理 HF 大蒜植株全氮含量最高, 氮素吸收率最大; 各处理大蒜植株全氮含

表 2

大蒜不同生育时期氮的吸收量和吸收比率比较

Table 2 Comparison of uptake amount and absorption ratio of N of garlic at different growth stages

处理 Treatments	2012 年 3 月 5 日		2012 年 4 月 5 日		2012 年 5 月 5 日		2012 年 6 月 5 日		全生育期
	氮吸收量 N uptake amount /g·株 <sup>-1</sup>	吸收率 Absorption ratio /%	氮吸收量 N uptake amount /g·株 <sup>-1</sup>	吸收率 Absorption ratio /%	氮吸收量 N uptake amount /g·株 <sup>-1</sup>	吸收率 Absorption ratio /%	氮吸收量 N uptake amount /g·株 <sup>-1</sup>	吸收率 Absorption ratio /%	氮吸收总量 N uptake amount /g·株 <sup>-1</sup>
CK	0.056c	9.864	0.126a	22.212	0.147c	25.823	0.239d	42.100	0.5677c
HF	0.099a	11.437	0.179a	20.783	0.201ab	23.221	0.386b	44.559	0.8656ab
M+HF	0.083ab	8.924	0.183a	19.634	0.192ab	20.501	0.476a	50.942	0.9346a
M+HF/2	0.079abc	9.642	0.169a	20.610	0.211a	25.650	0.363bc	44.098	0.8234ab
M	0.065bc	9.865	0.136a	20.748	0.155c	23.590	0.301c	45.797	0.6579c

### 2.3 不同施肥处理氮素的流向及氮素利用率

由表 3 可知, 各处理施入氮素的一半以上被作物吸收利用, 大蒜植株氮素吸收量占总输入量的 40.24%~53.94% 不等。其中, 处理 M+HF、M+HF/2 作物吸收氮量较大, 表现较好, 氮素吸收量分别为 53.38%、53.94%, 比传统单施尿素的处理(HF)分别高出 3.94、4.50 个百分点, 且处理 M 大蒜植株氮素吸收量也高于对照。各处理氮

以看出, 各处理与对照相比差异均达显著水平。处理 M 在株高、绿叶数方面也显著优于对照, 且处理 M+HF/2 比处理 M+HF 表现好。但此阶段仍以处理 HF 表现最好。2012 年 4 月 20 日测定的数据表明, 处理 M+HF/2 株高较高, 表现最优, 比处理 HF 高出 0.96 cm。各处理大蒜株高大小次序为  $M+HF/2 > HF > M+HF$ ; 此外, 处理 M 在后期绿叶数和株高方面比对照表现好。说明复合菌剂对作物生长确有一定促进作用, 但不能完全代替尿素。此外, 复合菌剂与尿素配施可以促进大蒜植株健壮生长, 特别是在大蒜生长后期, 且复合菌剂与尿素配施的效果与尿素的用量有关。

量大小次序为:  $HF > M+HF > M+HF/2 > M > CK$ 。2012 年 4 月 5 日所测数据中, 各处理植株吸收氮量差异不显著。2012 年 5 月 5 日所测数据, 处理 M+HF/2 大蒜植株全氮含量超过了处理 HF, 显著高于其它处理。此外, 处理 M+HF、HF 大蒜植株全氮含量差异不显著, 处理 M 植株全氮含量大于对照。此阶段大蒜植株全氮含量大小为:  $M+HF/2 > HF > M+HF > M > CK$ 。2012 年 6 月 5 日所测数据中, 处理 M+HF 大蒜植株全氮含量最高, 显著高于其它处理。处理 M 大蒜植株全氮含量也显著高于 CK。

素在土壤中的残余量均小于对照, 复合微生物菌剂与尿素配施的处理土壤氮素残余量均小于传统单施尿素的处理。其中处理 M+HF 土壤氮素残余量最小。

由表 3 还可以看出, 处理 HF 土壤氮素表观损失量占氮素输入量的 38.20%, 说明传统施肥有 1/3 左右的氮素以淋失或挥发的方式损失了, 造成了经济损失和环境污染。而处理 M+HF、M+HF/2 氮素的损失率分别为

35.32%、30.55%，比处理 HF 少损失了 2.88、7.65 个百分点；处理 M+HF、M+HF/2 氮肥利用率较高，分别比对照高出 27.24%、25.33%，比处理 HF 高 3.94、2.03 个

百分点。处理 M+HF 氮肥利用率仅比处理 M+HF/2 高 1.91 个百分点。单施复合菌剂的处理 M，氮肥利用率比对照高出 1.78%。

表 3 不同处理氮素的流向及氮素利用率

Table 3 The nitrogen direction and nitrogen use efficiency of different treatments

处理 Treatments	氮素施入量 Input N quantity /kg·hm <sup>-2</sup>	吸收量 Absorptive amount		土壤残余量 Soil residual quantity		损失量 Amount at stake		氮肥利用率 N use efficiency /%
		/kg·hm <sup>-2</sup>	/ %	/kg·hm <sup>-2</sup>	/ %	/kg·hm <sup>-2</sup>	/ %	
CK	255.92	102.98	40.24	55.7	21.76	97.24	37.99	
HF	393.92	194.76	49.44	48.7	12.36	150.46	38.20	23.30
M+HF	393.92	210.29	53.38	44.5	11.30	139.14	35.32	27.24
M+HF/2	324.92	185.27	53.94	40.4	12.43	99.26	30.55	25.33
M	255.92	107.53	42.02	54.2	21.18	94.19	36.80	1.78

## 2.4 不同处理对大蒜鲜蒜头产量的影响

由表 4 可以看出，复合菌剂与尿素配施后，各处理均表现增产，鲜蒜头产量均高于处理 M 和对照，处理 M+HF 蒜头产量最高，667 m<sup>2</sup> 产量为 1 210 kg，比对照增产 38.02%，显著高于其它处理，比处理 HF 高出 90 kg，增产 8.04%。处理 M+HF/2 667 m<sup>2</sup> 鲜蒜头产量为 1 100 kg，比对照增产 25.47%，但略低于单施化肥的处理(HF)。此外，单施复合菌剂的处理(M)大蒜鲜蒜头产量也比对照增产 0.30%，但差异不显著。各处理大蒜鲜蒜头产量大小为：M+HF>HF>M+HF/2>M>CK。可见，复合微生物菌剂在一定程度上，可以提高作物产量，减少化肥用量，节约生产成本。

表 4 不同处理对蒜头产量的影响

Table 4 Effect of different treatments on the yield of garlic head

处理 Treatments	667 m <sup>2</sup> 鲜蒜头产量 The yield of 667 m <sup>2</sup> garlic head/kg	667 m <sup>2</sup> 比对照增产 Increases than control per 667 m <sup>2</sup> /kg	比对照增产 The rate of increase/ %
CK	876.67bc	—	—
HF	1 120ab	243.33	27.76
M+HF	1 210a	333.33	38.02
M+HF/2	1 100ab	223.33	25.48
M	879.33bc	2.66	0.30

## 3 结论与讨论

该试验结果表明，处理 M+HF 大蒜植株全生育期氮素吸收量最大，为 0.9346 g/株，高于其它处理。表明复合菌剂与尿素配施能够促进大蒜植株对氮素的吸收，提高植株全氮含量。此外，2012 年 5 月 5 日左右，各处理氮素吸收率最大。表明此阶段是大蒜植株吸收氮素的高峰，为获得高产，此前应该追施氮肥。处理 M+HF、M+HF/2 大蒜植株氮素吸收量较大，损失率较小。其中，处理 M+HF、M+HF/2 氮肥利用率较高，分别比对照高出 27.24%、25.33%，比处理 HF 高 3.94、2.03 个百分点。处理 M+HF 氮肥利用率比处理 M+HF/2 高 1.91 个百分点。单施复合菌剂的处理 M，氮肥利用率比对照高出 1.78%。说明复合菌剂与肥料配施不仅有利于作物对氮素的吸收，提高肥料利用率，还可以减少氮素的表观损失量，减少肥料的施入量，同时降低对环境的污染。

复合菌剂与尿素配施后，各处理均表现增产，鲜蒜头产量均高于处理 M 和对照，处理 M+HF 蒜头产量最大，667 m<sup>2</sup> 产 1 210 kg，比对照增产 38.02%，高于其它处理，比处理 HF 高出 90 kg，增产 8.04%。这与王素英等<sup>[14]</sup>报道的复合菌剂与化肥配施比传统单施化肥增产 5%~15%的研究结论一致。此外，复合菌剂与尿素配施，在大蒜不同生长发育时期对株高和绿叶数的影响不同，但总体来看，在一定程度上，复合菌剂与尿素配施能够促进了植株健壮生长，特别是后期，延长了大蒜叶片的褪绿时间，防止大蒜后期出现早衰现象，且复合菌剂与尿素配施的效果与尿素的用量有关。

## 参考文献

- [1] 张世贤. 中国的农业发展与平衡施肥在农业生产上的应用[C]. 中国农业科学院土壤肥料研究所. 国际平衡施肥学术讨论会论文集[A]. 北京: 农业出版社, 1989.
- [2] 科学院院士, 工程院院士专家组. 我国化肥面临的突出问题及建议[R]. 中国科学院文件, 科发学部字(1997)0228 号, 1997.
- [3] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 219-223.
- [4] 谢建昌. 世界肥料使用现状与前景[J]. 植物营养与肥料学报, 1998 (4): 321-330.
- [5] 姚腾云, 苏楠楠, 左雅慧, 等. 微生物复合肥增产效益研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1996(4): 378-380.
- [6] 王明友, 李光忠, 杨秀凤, 等. 微生物菌肥对保护地黄瓜生育及产量、品质的影响研究初报[J]. 土壤肥料, 2003(3): 38-40.
- [7] 衣文平, 史桂芳, 武良, 等. 不同释放期包膜控释尿素与普通尿素配施在夏玉米上的应用效果研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 931-937.
- [8] 何传龙, 马友华, 于红梅, 等. 减量施肥对保护地土壤养分淋失及番茄产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 846-851.
- [9] 王明友, 杨秀凤, 郑宪和, 等. 复合微生物菌剂对番茄的光合特性及产量品质的影响[J]. 土壤肥料, 2004(4): 37-38.
- [10] 史清亮, 陶运平, 张筱秀, 等. 微生物菌剂对苦苣菜产量与黄酮含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 331-333.
- [11] 杨凤娟, 刘世琦, 王秀峰, 等. 矿质营养和有机质对大蒜鳞茎鲜重及大蒜素含量的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2006, 37(3): 405-407.
- [12] 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.
- [13] 介晓磊, 韩燕来, 谭金芳, 等. 不同肥力和土壤质地条件下麦田氮肥利用率的研究[J]. 作物学报, 1998, 24(6): 884-888.
- [14] 王素英, 陶光灿, 谢光辉, 等. 我国微生物肥料的应用研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(1): 14-18.

# 不同水肥处理对红花根际化学计量特征的影响

郭 欢, 刘 斌, 马晓丽, 张 霞

(石河子大学 生命科学院, 新疆 石河子 832000)

**摘 要:**在田间试验条件下,以水肥耦合为中心,以新疆红花为试材,采用熏蒸提取法检测红花根际微生物生物量,采用4因素3水平二次回归正交旋转组合设计,研究了施氮量、施磷量、施钾量和供水量4个因素对红花根际微生物生态化学计量特征的影响。结果表明:施肥可以明显提高红花根际微生物生物量C、N、P含量,改变化学计量比,合理的水肥配施有利于土壤养分的提高。不同处理红花根际土壤微生物生物量C、N含量随红花的生长期延长均表现出升降升的趋势,P含量则逐渐下降。施N量对生物量C、N含量及C:N:P影响最显著,施P量对生物量P含量及C:P、N:P影响显著,供水量则对生物量C、N、P含量都有显著影响,而对K肥的影响较弱。

**关键词:**水肥处理;红花;根际微生物;生态化学计量特征

**中图分类号:**S 154.36 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0202-06

土壤微生物类群在不同生态系统中的碳(C)、氮(N)、磷(P)等营养元素呈现特定量度和比值,这种生态计量比值既是土壤微生物类群对环境因子的响应,也是

判断土壤健康状况及发育阶段的重要指标<sup>[1]</sup>。生态化学计量学是一种把生物界不同层次水平的研究连接统一起来的新的研究方法,目前生态化学计量学已经在多个领域得到广泛应用<sup>[2]</sup>,并已成为揭示土壤养分限制状况的重要手段。土壤微生物生物量参与土壤碳、氮、磷等元素的循环过程,不仅是土壤养分转化和循环的动力,而且本身也是植物有效养分的“源”与“库”,是土壤生态系统中极其重要和最为活跃的部分<sup>[3]</sup>。其对土壤环境因子的变化极为敏感,土壤的微小变动均会引起其变化<sup>[4]</sup>。自Jenkinson等<sup>[5]</sup>,Brookes等<sup>[6]</sup>确立了测定土壤微生物生物量碳的熏蒸培养法(Fumigation-incubation method, FI)以来,许多科学家对土壤微生物量进

**第一作者简介:**郭欢(1988-),女,硕士研究生,现主要从事土壤微生物类群及生态计量等研究工作。E-mail:315552808@qq.com.

**责任作者:**张霞(1964-),女,教授,现主要从事土壤微生物类群及生态计量等研究工作。E-mail:xiazh@shzu.edu.cn.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31160410);国家重点基础研究“973”发展计划资助项目(2009CB825103);人社部留学人员科技活动择优资助项目(2011LX005)。

**收稿日期:**2013-04-11

## Effects of Complex Bacteria with Urea Combined Application on the Yield and Nitrogen Uptake of Garlic

SHAO Xiu-li, WANG Ji-qing, ZHANG Shen-pu, ZHANG Dan

(College of Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

**Abstract:** Field trials were carried out, the effects of the beneficial microbial agents, which contain actinomycetes, photosynthetic and other microorganisms, with different levels of urea on nitrogen uptake, nitrogen use efficiency and yield of garlic were studied. The results showed that the treatments of applying microbial agents with urea compared to traditional nitrogen application, yields, nitrogen recoveries, total nitrogen were significantly increased. The treatments of microbial agents with total conventional urea and microbial agents with half conventional urea were higher in total nitrogen and nitrogen recovery, lower in nitrogen loss. Compared to the traditional nitrogen application, the nitrogen recovery was increased by 3.94%, 2.03%. Besides microbial agents with total conventional urea treatment, the garlic yield was the highest which was about 1 210 kg/667m<sup>2</sup>, and compared to the traditional nitrogen application, the yield increased by 8.04%.

**Key words:** garlic; combination of fertilizers; urea; nitrogen use efficiency; yield