

磷肥施用量对不同肥力土壤大蒜产量的影响

刘艳侠¹,皇甫自起¹,余复海²,陈大伟²,田伟¹,王海更³

(1. 商丘职业技术学院,河南 商丘 476005; 2. 柘城县农业局,
河南 柘城 476200; 3. 宁陵县农业局,河南 宁陵 476700)

摘要:以头薹兼用型大蒜为试验材料,采用完全随机区组设计,设置不同土壤肥力(高、中、低)大蒜田、不同磷肥用量处理,以不施磷肥为对照(CK),研究了磷肥对不同肥力土壤大蒜产量的影响。结果表明:适量增施磷肥可显著提高大蒜产量。高产田施肥量为氮(N)375.0 kg/hm²、磷(P₂O₅)180.0 kg/hm²、钾(K₂O)300.0 kg/hm²,大蒜最佳经济产量为23 173.3 kg/hm²;中产田施肥量为氮(N)315.0 kg/hm²、磷(P₂O₅)138.0 kg/hm²、钾(K₂O)240.0 kg/hm²,大蒜最佳经济产量为18 323.1 kg/hm²;低产田施肥量为氮(N)255.0 kg/hm²、磷(P₂O₅)111.0 kg/hm²、钾(K₂O)180.0 kg/hm²,大蒜最佳经济产量为13 060.7 kg/hm²。

关键词:大蒜;磷肥施用量;产量

中图分类号: S147.2;S633.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)04-0136-04

Effect of Phosphate Fertilizer Application Amount on
Yield of Garlic with Different Fertility Levels

LIU Yanxia¹,HUANGFU Ziqi¹,YU Fuhai²,CHEN Dawei²,TIAN Wei¹,WANG Haigeng³

(1. Shangqiu Vocational and Technical College,Shangqiu 476005,China; 2. Zhecheng Farm Bureau,
Zhecheng 476200,China; 3. Ningling Farm Bureau,Ningling 476700,China)

Abstract: The effect of application amounts of phosphate fertilizer on yield of garlic-sprout typed garlic with different fertility levels(high, medium, low) was studied by completely random design. The results showed that the moderate application amount of phosphate fertilizer could significantly increase garlic yield. The optimal application amounts of fertilizer for high yield field, medium yield filed and low yield filed were respectively nitrogen (N) of 375. 0 kg/ha, phosphorus (P₂O₅) of 180. 0 kg/ha, potassium (K₂O) of 300. 0 kg/ha; nitrogen (N) of 315. 0 kg/ha, phosphorus (P₂O₅) of 138. 0 kg/ha, potassium (K₂O) of 240. 0 kg/ha; nitrogen (N) of 255. 0 kg/ha, phosphorus (P₂O₅) of 111. 0 kg/ha, potassium (K₂O) of 180. 0 kg/ha, the corresponding best economic outputs were 23 173. 3 kg/ha, 18 323. 1 kg/ha and 13 060. 7 kg/ha, respectively.

Key words: garlic; phosphate fertilizer application amount; yield

我国大蒜生产和出口在全球具有举足轻重的地位^[1]。河南作为产蒜大省,每年种植和出口数量居全国前列^[2]。但是生产中普遍存在盲目施肥、过量施肥现象,不仅造成肥料利用率降低、生产成本增加,还带来了环境污染。肥料价格的不断攀升与不合理的施肥已经成为影响大蒜生产效益的重要因

素。关于大蒜测土配方平衡施肥方面的研究报道较多^[2-12],但潮土区不同肥力土壤大蒜磷肥用量的研究报道较少^[13]。本研究通过大蒜磷肥不同施用量试验,探明潮土区大蒜生产的磷肥最佳施用量,为建立大蒜施肥指标体系,指导大蒜配方施肥提供科学依据。

收稿日期:2014-12-11
基金项目:河南省基础与前沿技术研究项目(072300410126);商丘市基础与前沿技术研究计划项目(20075006)
作者简介:刘艳侠(1969-),女,河南商丘人,副教授,硕士,主要从事作物栽培、土壤肥料方面的教学与研究工作。
E-mail:lyxnxtom@126.com

1 材料和方法

1.1 试验地点与土壤肥力

试验于 2013—2014 年在河南省柘城县梁庄乡进行。供试品种为宋城大蒜,为头薹兼用型品种。

选择高(蒜头产量 22 500 kg/hm²)、中(蒜头产量 18 000 kg/hm²)、低(蒜头产量 13 500 kg/hm²) 3 类肥力水平的土壤作为试验田,土壤类型为潮土。试验点土壤肥力见表 1。

表 1 试验田土壤肥力基本情况

| 土壤肥力 | 土壤质地 | 有机质/(g/kg) | 碱解氮/(mg/kg) | 有效磷/(mg/kg) | 速效钾/(mg/kg) | pH |
|------|------|------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| 高产田 | 中壤 | 17.9 | 121.2 | 23.7 | 132.9 | 8.1 |
| 中产田 | 中壤 | 15.6 | 93.2 | 15.6 | 101.7 | 8.0 |
| 低产田 | 中壤 | 13.4 | 68.8 | 11.2 | 92.3 | 8.1 |

1.2 试验设计

试验为随机区组设计,每种土壤肥力设 7 个磷肥施用量处理(表 2),重复 3 次,小区面积 20 m²。基肥施用量为氮肥(尿素, N 46%) 70%、磷肥(过磷酸钙, P₂O₅ 12%) 80%、钾肥(硫酸钾, K₂O 50%)

70%。施入后深翻、耩平、踏实、播种、浇水、覆膜。返青期第 1 次追肥,用量为氮肥 10%、磷肥 20%、钾肥 15%。在蒜薹甩尾 70% 时第 2 次追肥,用量为氮肥 20%、钾肥 15%。

表 2 3 种肥力土壤大蒜磷肥施用量 kg/hm²

| 处理 | 高产田 | | | 中产田 | | | 低产田 | | |
|--------|-------|-------------------------------|------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 (CK) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 375.0 | 60.0 | 300.0 | 315.0 | 60.0 | 240.0 | 255.0 | 45.0 | 180.0 |
| 3 | 375.0 | 90.0 | 300.0 | 315.0 | 82.5 | 240.0 | 255.0 | 60.0 | 180.0 |
| 4 | 375.0 | 120.0 | 300.0 | 315.0 | 105.0 | 240.0 | 255.0 | 75.0 | 180.0 |
| 5 | 375.0 | 150.0 | 300.0 | 315.0 | 127.5 | 240.0 | 255.0 | 90.0 | 180.0 |
| 6 | 375.0 | 180.0 | 300.0 | 315.0 | 150.0 | 240.0 | 255.0 | 105.0 | 180.0 |
| 7 | 375.0 | 210.0 | 300.0 | 315.0 | 172.5 | 240.0 | 255.0 | 120.0 | 180.0 |

1.3 计产方法

成熟时对不同处理的小区进行分区收获,分别测定大蒜干蒜头质量并折算为产量,计算出高产田、中产田、低产田大蒜的实际产量。

1.4 数据处理

采用 Excel 2007 进行统计分析、图表绘制。

180 kg/hm²) 的产量(23 373.0 kg/hm²) 最高,以处理 1 (13 905.0 kg/hm²) 产量最低。处理 6 产量与处理 5、7 差异不显著,与其他处理差异极显著。

2 结果与分析

2.2 不同施磷量对中产田大蒜产量的影响

由表 4 可知,大蒜产量随着磷肥施用量的增加呈增高趋势,在处理 5 达到最高产量后,随着磷肥施用量的增加,产量下降。其中以处理 5 (施磷量为 127.5 kg/hm²) 的产量(19 029.0 kg/hm²) 最高,以处理 1 的产量(10 932.0 kg/hm²) 最低。处理 5 产量与处理 6 差异显著,与其他处理差异极显著。

2.1 不同施磷量对高产田大蒜产量的影响

由表 3 可知,大蒜产量随着磷肥施用量的增加呈增高趋势,在处理 6 达到最高产量后,随着磷肥施用量的增加,产量下降。其中以处理 6 (施磷量

表 3 高产田大蒜产量 kg/hm²

| 施磷量 | 小区折产 | | | 平均产量 | 较 CK 增产/% |
|--------|----------|----------|----------|--------------|-----------|
| | I | II | III | | |
| 0 (CK) | 14 082.0 | 14 227.5 | 13 405.5 | 13 905.0eE | 0.0 |
| 60.0 | 19 222.5 | 18 697.5 | 17 943.0 | 18 621.0dC | 33.9 |
| 90.0 | 20 343.0 | 20 587.5 | 19 822.5 | 20 248.5cD | 45.6 |
| 120.0 | 21 712.5 | 22 027.5 | 22 447.5 | 22 063.5bB | 58.7 |
| 150.0 | 23 244.0 | 23 223.0 | 23 580.0 | 23 349.0aA | 67.9 |
| 180.0 | 23 047.5 | 23 652.0 | 23 419.5 | 23 373.0aA | 68.1 |
| 210.0 | 22 462.5 | 23 040.0 | 22 537.5 | 22 680.0abAB | 63.1 |

表 4 中产田大蒜产量 kg/hm²

| 施磷量 | 小区折产 | | | 平均产量 | 较 CK 增产/% |
|--------|----------|----------|----------|-------------|-----------|
| | I | II | III | | |
| 0 (CK) | 10 872.0 | 10 644.0 | 11 280.0 | 10 932.0eE | 0.0 |
| 60.0 | 15 582.0 | 15 076.5 | 16 177.5 | 15 612.0dD | 42.8 |
| 82.5 | 17 112.0 | 16 269.0 | 16 830.0 | 16 737.0cC | 53.1 |
| 105.0 | 17 836.5 | 17 926.5 | 17 377.5 | 17 713.5bB | 62.0 |
| 127.5 | 19 146.0 | 19 236.0 | 18 705.0 | 19 029.0aA | 74.1 |
| 150.0 | 18 346.5 | 18 234.0 | 17 797.5 | 18 126.0bAB | 65.8 |
| 172.5 | 17 602.5 | 17 832.0 | 18 075.0 | 17 836.5bB | 63.2 |

2.3 不同施磷量对低产田大蒜产量的影响

由表 5 可知,低产田大蒜产量随着磷肥施用量的增加呈增高趋势,在处理 6 达到最高产量后,随着

注:同列不同大、小写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)、显著 ($P < 0.05$),下同。

磷肥施用量的增加,产量下降。其中以处理 6(施磷量 105.0 kg/hm²)时产量(13 402.5 kg/hm²)最高,以处理 1(7 612.5 kg/hm²)最低。处理 6 产量与处理 5 差异不显著,与处理 7 差异显著,与其他处理差异极显著。

| 表 5 低产田大蒜产量 kg/hm ² | | | | | |
|--------------------------------|----------|----------|----------|-------------|-----------|
| 施磷量 | 小区折产 | | | 平均产量 | 较 CK 增产/% |
| | I | II | III | | |
| 0(CK) | 7 867.5 | 7 792.5 | 7 177.5 | 7 612.5eF | 0.0 |
| 45.0 | 10 839.0 | 10 627.5 | 10 942.5 | 10 803.0cE | 41.9 |
| 60.0 | 11 701.5 | 11 640.0 | 11 484.0 | 11 608.5cD | 52.5 |
| 75.0 | 12 633.0 | 12 231.0 | 12 472.5 | 12 445.5bC | 63.5 |
| 90.0 | 13 213.5 | 13 297.5 | 12 819.0 | 13 110.0aAB | 72.2 |
| 105.0 | 13 432.5 | 13 447.5 | 13 327.5 | 13 402.5aAB | 76.1 |
| 120.0 | 12 850.5 | 12 744.0 | 12 412.5 | 12 669.0bBC | 66.4 |

2.4 磷肥施用量效应方程的建立及拟合

对 3 个磷肥试验产量结果采用 Excel 2007 进行磷肥效应一元二次方程拟合^[14],同时按照在散点图中添加趋势线的方法得到方程拟合曲线,对 3 个磷肥试验数据进行方差分析,通过 F 检验来判断回归模型的回归效果,F 检验显著为拟合成功^[15](图 1—3);根据一元二次方程计算最高、最佳经济产量施肥量。

一元二次回归模型为 $y = ax^2 + bx + c$ 。对于 $y = ax^2 + bx + c$,当 $x = -b/2a$ 时,y 取最大值,最高产量施肥量计算公式为: $x = -b/2a$;对该一元二次方程求 x 的一阶导数 dy/dx ,当 $dy/dx = Px/Py$ 时,边际收入等于边际成本,利润为最大值^[16],最佳经济产量施肥量计算公式^[17-18]为: $x = -(b - Px/Py)/2a$,Px 为肥料的单价,Py 为大蒜的单价,按磷肥(折纯)6.5 元/kg、大蒜 2.2 元/kg 计算。各产量水平大蒜田磷肥施用量效应方程拟合图及最高和最佳经济产量计算结果如下。

2.4.1 高产田大蒜 高产田大蒜磷肥效应拟合方程见图 1。施磷量为 180.0 kg/hm² 时,大蒜最佳经济产量为 23 173.3 kg/hm²;施磷量为 186.0 kg/hm² 时,最高产量为 23 182.5 kg/hm²。

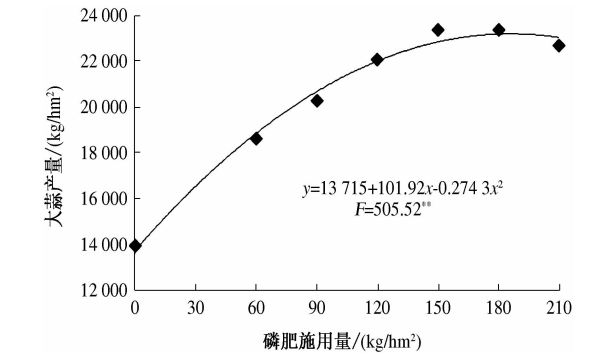


图 1 高产田大蒜磷肥效应方程拟合曲线

2.4.2 中产田大蒜 中产田大蒜磷肥效应拟合方程见图 2。施磷量为 138.0 kg/hm² 时,大蒜最佳经济产量为 18 323.1 kg/hm²;施磷量为 142.5 kg/hm² 时,最高产量为 18 331.5 kg/hm²。

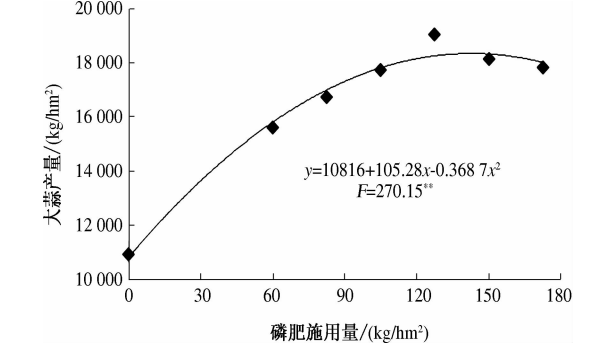


图 2 中产田大蒜磷肥效应方程拟合曲线

2.4.3 低产田大蒜 低产田大蒜磷肥效应拟合方程见图 3。施磷量 111.0 kg/hm² 时,大蒜最佳经济产量为 13 060.7 kg/hm²;施磷量为 114.0 kg/hm² 时,最高产量为 13 064.8 kg/hm²。

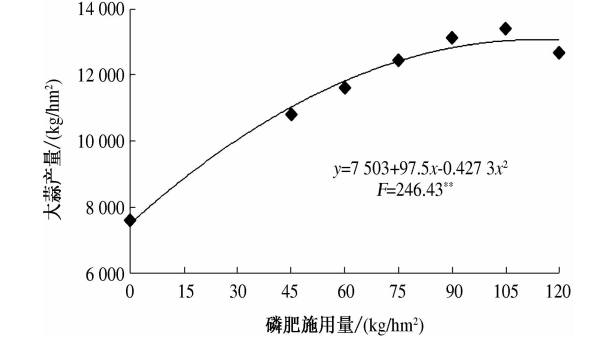


图 3 低产田大蒜磷肥效应方程拟合曲线

3 结论与讨论

通过磷肥效应一元二次方程拟合,得到的大蒜高、中、低产田磷肥效应模型均为标准的一元二次方程,一次项的系数均为正,二次项的系数均为负,说明在试验设计水平范围内随着氮肥施用量的增加,大蒜产量逐渐增加,当各因素水平增加到一定程度时,再增加施肥量,大蒜产量反而下降,试验设计的各因素水平比较合理。

本试验结果表明,适量增施磷肥可显著提高大蒜产量,这与前人^[19-20]的研究结果一致。高产田大蒜最佳经济产量施肥量为每公顷施氮肥(N)375.0 kg、磷肥(P₂O₅)180.0 kg、钾肥(K₂O)300.0 kg,对应的最佳经济产量为 23 173.3 kg/hm²。中田产大蒜最佳施肥量为每公顷施氮肥(N)315.0 kg、磷肥(P₂O₅)138.0 kg、钾肥(K₂O)240.0 kg,对应的最佳

(下转第 168 页)

质研究[D].北京:中国农业大学,2005.

[4] 马钊,李景明,李丽梅,等.洋葱多糖提取工艺的研究[J].食品工业科技,2009(5):98-99.

[5] 李茵萍,昆杜斯·托合塔森,孙莲.洋葱多糖及其含量的测定[J].中国卫生检验杂志,2006,16(3):300-301.

[6] 石莉娜,任大明,程宇,等.茶树菇多糖脱蛋白方法研究[J].现代农业科技,2008(20):14,16.

[7] 董英,张艳芳,孙艳辉.水飞蓟粗多糖脱蛋白质方法的比较[J].食品科学,2007,28(12):82-84.

[8] 朱美静,童群义.猴头多糖脱蛋白质方法的研究[J].河南工业大学学报,2005,26(4):25-27.

[9] 高美风,俞婷婷.黄芪多糖中脱蛋白质方法的研究[J].中华中医药学刊,2008,26(3):614-615.

[10] 陈毓荃.生物化学实验方法和技术[M].北京:科学出版社,2002:95-97.

[11] Yang Cuixian, He Ning, Ling Xueping, *et al.* The isolation and characterization of polysaccharides from longan pulp[J]. Separation and Purification Technology, 2008,

63(1):226-230.

[12] 朱加进.苦菜中可溶性多糖提取工艺研究[J].农业工程学报,2002,18(1):138-141.

[13] 陈宏伟,陈安徽,邵颖,等.蛹虫草胞外锌多糖抗氧化能力的研究[J].食品与发酵工业,2009,35(6):54-57.

[14] Liu F, Ooi V E C, Chang S T. Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts[J]. Life Sciences, 1997, 60(10):763-771.

[15] 朱晓宦,吴向阳,仰榴青,等.马齿苋粗多糖的提取及清除羟自由基基活性作用[J].江苏大学学报,2007,17(1):57-60.

[16] Chen Haixia, Zhang Min, Qu Zhishuang, *et al.* Antioxidant activities of different fractions of polysaccharide conjugates from green tea (*Camellia sinensis*) [J]. Food Chemistry, 2008, 106:559-563.

[17] 何国亮.灵芝饮品中灵芝肽多糖含量的测定[J].营养学报,1998,20(1):102.

(上接第 138 页)

经济产量为 18 323.1 kg/hm²;低产田大蒜最佳施肥量为每公顷施氮肥(N)255.0 kg、磷肥(P₂O₅)111.0 kg、钾肥(K₂O)180.0 kg,对应的最佳经济产量为13 060.7 kg/hm²。

参考文献:

[1] 肖小勇,李崇光.我国大蒜出口的“大国效应”研究[J].国际贸易问题,2013(8):61-71.

[2] 吕玉花,张留伟.河南大蒜产业研究[J].河南农业,2010(9):16-17.

[3] 闫童,刘士亮,滕世辉,等.大蒜“3414”肥效试验研究[J].现代农业科技,2011(22):25,27.

[4] 范宏伟,刘兆进.民乐县大蒜“3414”测土配方施肥试验研究[J].现代农业科技,2013(4):82-83,85.

[5] 徐向阳,黄和平,王巍,等.大蒜氮磷钾配合施用技术研究[J].安徽农业科学,2007,35(28):8942-8943,8999.

[6] 徐杰.豫东潮土区大蒜氮磷钾推荐施肥研究[J].中国土壤与肥料,2013(2):62-65,79.

[7] 张桂荣.鲁西南平原地区大蒜产量与施肥量关系研究[J].北方园艺,2008(10):67-68.

[8] 张春萍.乐都地膜大蒜配方施肥试验研究[J].长江蔬菜,2013(6):35-37.

[9] 刘艳芝,张金科,徐宝连,等.氮磷钾肥施用量对大蒜蒜头产量的影响[J].山东农业科学,2009(7):66-67,70.

[10] 闫童,滕世辉,刘士亮,等.大蒜配方肥肥效研究[J].现代农业科技,2011(7):110.

[11] 陈小叶.腐殖酸钾液肥在大蒜上的应用[J].山西农业科学,2003,31(4):50-51.

[12] 李树和,刘畅,张卫华.钾含量变化对无土栽培宝坻大蒜生长的影响[J].天津农业科学,2010,16(1):101-104.

[13] 冯磊,刘世琦,刘景凯,等.磷对水培青蒜生长及品质的影响[J].北方园艺,2014(3):9-14.

[14] 吴志勇,闫静,施维新,等.“3414”肥料效应试验的设计与统计分析[J].新疆农业科学,2008(1):135-141.

[15] 戢林,张锡洲,李廷轩.基于“3414”试验的川中丘陵区水稻测土配方施肥指标体系构建[J].中国农业科学,2011,44(1):84-92.

[16] 吴秋艳,罗家传.“3414”肥料试验分析方法探讨[J].山东农业科学,2010(8):90-94.

[17] 战秀梅,韩晓日,王帅,等.应用“3414”肥料试验模型求解春玉米施肥参数的研究[J].河南农业科学,2009(1):51-54,63.

[18] 赵法成,陈荣江,苗子胜,等.新乡市东部地区花生氮磷钾“3414”设计施肥效应的研究[J].河南农业科学,2011,40(11):67-70.

[19] 刘景福,成瑞喜,徐芳森.磷肥对大蒜产量和品质的影响[J].湖北农业科学,1995(6):33-35.

[20] 成瑞喜,韦江群,刘景福.磷水平与大蒜产量和品质的关系[J].中国蔬菜,1997(2):6-8.