

磷对水培青蒜生长及品质的影响

冯 磊, 刘世琦, 刘景凯, 陈祥伟, 成 波, 王 越

(山东农业大学 园艺科学与工程学院, 作物生物学国家重点实验室, 农业部黄淮地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 山东 泰安 271018)

摘 要:以“金蒜3号”大蒜为试材,在水培条件下,以0 mmol/L为对照,研究了0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mmol/L不同磷浓度对青蒜磷含量、生长及品质的影响。结果表明:青蒜叶片和假茎中磷含量随营养液中磷浓度的升高呈显著正相关;青蒜的植株鲜重、株高、假茎长和假茎粗均随磷浓度的升高呈先增大后减小的趋势,至1.5 mmol/L处达到最大,比不施磷处理分别提高了84.99%~470.32%、22.20%~83.19%、10.74%~46.95%和70.11%~99.15%;青蒜叶片和假茎中大蒜素、可溶性糖、游离氨基酸和可溶性蛋白质的含量以及叶片中维生素C含量同样在1.5 mmol/L处达到最高。表明水培条件下,栽培青蒜的营养液磷浓度以1.5 mmol/L最佳。

关键词:青蒜;水培;磷浓度;生长;品质

中图分类号:S 663.4.606 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)03-0009-06

大蒜(*Allium Sativum* L.)属百合科葱属1、2 a生草本植物,主要以嫩叶(蒜苗或青蒜)、鳞茎(蒜头)、花茎(蒜薹)器官为产品;其产品营养丰富,含有大量的蛋白质、碳水化合物、维生素、大蒜素等^[1]成分。大蒜植株具有极高的药理学价值,具特殊辛辣味,不仅可增进食欲,还有抑菌杀菌及防癌、抗癌等作用^[2-3];还可促进畜禽类的生长发育^[4]。

磷是作物生长发育不可缺少的大量营养元素之一,施用磷肥是提高农作物产量和品质的重要措施^[5]。在土壤中可溶性磷浓度以及作物对磷肥的当季利用率都很低,目前普遍认同的磷肥利用率为10%~25%^[6]。因此,缺磷是当今农业生产中限制作物生长与产量形成的主要因素之一^[7]。然而,在现实农业生产中盲目大量施用磷肥现象十分严重,导致了土壤养分循环失衡和水体富营养化等生态问题的发生^[8]。磷肥由于其数量有限和利用率低及施用不当所造成的生态问题日益受到人们的关注^[9],磷素供应与植物所需的矛盾日益突出。在合理施肥方面,磷肥已成为农业增产的瓶颈。因此,有关作物磷营养与合理施磷的研究一直是植物营养与施肥研究的热点之一^[10]。以往磷对大蒜影响的研究主要

集中在土壤栽培上,且多是通过磷与其它元素配比进行的试验,缺乏可控条件下的深入系统研究。无土栽培作为一项新的现代化农业技术,可以克服大蒜土壤栽培的品种退化、土传病虫害、植株长势弱、产量与品质下降以及磷素利用率低等问题^[11]。近几年,矿质元素对水培大蒜的生长发育及优质高产的研究已经取得了显著性成果^[12-13]。因此,现通过水培试验,定量控制营养液中的磷浓度,以期探讨不同供磷浓度对青蒜的光合特性、产量及营养品质的影响;同时通过不同磷浓度对青蒜影响的效应分析,定量评价各处理对青蒜的促进作用,旨在找出水培青蒜的最适需磷量和需磷规律,以期为大蒜的优质高产和确定合理的施肥标准提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“金蒜3号”大蒜;试验所用栽培盆为65 cm(L)×50 cm(W)×35 cm(H)硬质塑料盆;营养液用去离子水配制,以Hoagland和Arnon营养液为基础(磷除外),微量元素参照其通用配方,pH控制在6.0;磷由KH₂PO₄提供,其它提供大量元素的化合物为Ca(NO₃)₂·4H₂O、MgSO₄·7H₂O、KNO₃、KHCO₃、NH₄NO₃及NaNO₃,使各处理营养液中N、K、Ca、Mg及S的含量均分别为15.0、6.0、4.0、2.0、2.0 mmol/L。

1.2 试验方法

试验于2012年10月至2013年6月在山东农业大学科技创新园进行。试材于2012年10月16日在覆盖聚氯乙烯无滴膜的拱棚中播种蒜瓣,蒜瓣大小一致,每盆定植大蒜12株,每处理20盆,3次重复,自然光周期,

第一作者简介:冯磊(1988-),男,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail:sunnyfeng66@163.com.

责任作者:刘世琦(1959-),男,山东临沂人,博士,教授,博士生导师,研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail:liusq99@sda.u.edu.cn.

基金项目:国家公益性行业科研专项资助项目(200903018);山东省农业重大创新资助项目。

收稿日期:2013-10-24

控制棚内温度 0~25℃。采用深液流技术(Deep Flow Technique, DFT)水培,以微电脑控时器控制营养液的循环流动,每 3 h 供应营养液 6 min,30 min 内自动回流完毕。营养液于幼苗期每隔 7 d 更换 1 次,旺盛生长期则 3 d 更换 1 次。试验设 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mmol/L 5 个磷浓度水平,以 0 mmol/L 为对照,分别记为 P0.5、P1.0、P1.5、P2.0、P2.5、P0。

分别于播后 80 d(2013 年 1 月 1 日)、130 d(2013 年 2 月 20 日)、180 d(2013 年 4 月 15 日)取样,同一处理取有代表性的青蒜 10 株,去除衰老部分,剪碎混匀,3 次重复,测定青蒜的形态指标(植株鲜重、株高、假茎长、假茎粗)、叶片和假茎中全磷含量及营养品质指标(大蒜素、维生素 C、可溶性糖、游离氨基酸、可溶性蛋白质)。

1.3 项目测定

以 MP200B 电子天平称量植株鲜重,以卷尺测量株高(将植株拉直,茎盘处至最长叶尖的距离)及假茎长(茎盘处至上端叶片与叶鞘明显分界处的距离),以游标

卡尺测量假茎粗(假茎基部的最大直径)。全磷含量采用钼钒抗比色法测定^[14];大蒜素含量采用苯胺法测定^[15];可溶性糖含量、游离氨基酸含量、可溶性蛋白质含量、维生素 C 含量分别采用蒽酮比色法、茚三酮法、考马斯亮蓝 G-250 染色法和二甲苯萃取比色法测定^[16]。

1.4 数据分析

试验数据采用 DPS 6.55 和 Excel 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 磷对青蒜中磷含量的影响

由图 1 可知,施磷能显著提高青蒜叶片和假茎中磷的含量。各时期中,叶片和假茎的磷含量均与磷供应呈正相关关系(相关系数分别为 0.75~0.88 和 0.78~0.81),至磷浓度 2.5 mmol/L 处达到最大,分别比对照 0 mmol/L 提高了 74.17%~87.55% 和 80.77%~105.52%;磷含量的分布规律为叶片>假茎。随着青蒜生长的推进,叶片和假茎中的磷含量均呈不断增加的趋势。

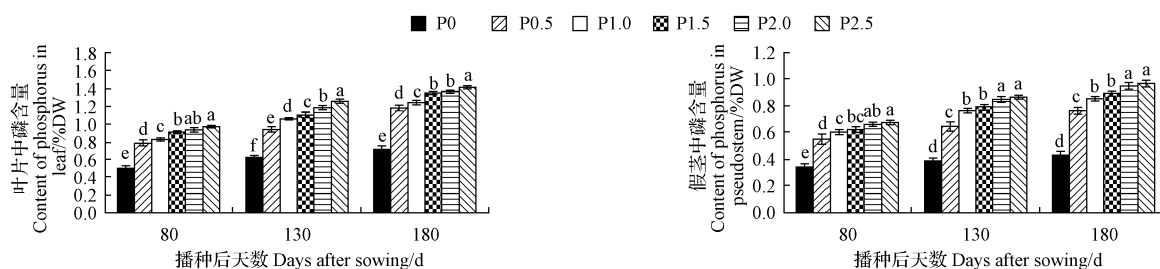


图 1 磷对青蒜磷含量的影响

注:图中同一采样期不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平,下同。

Fig. 1 Effect of phosphorus on phosphorus content of garlic sprout

Note: Different letters at the same sampling date mean significant difference at the 5% level, the same below.

2.2 磷对青蒜生长的影响

由表 1 可以看出,施磷能够显著促进青蒜的生长。磷浓度在 0~1.5 mmol/L 范围内,各时期中植株鲜重、株高、假茎长和假茎粗均随磷浓度的升高而增大,至磷浓度为 1.5 mmol/L 时,各指标均达到最大值,播种后 80 d 较对照分别增加了 84.99%、22.20%、10.74% 和 70.11%;播种后 130 d 较对照分别增加 355.28%、79.63%、46.95% 和 97.29%;播种后 180 d 较对照分别增加 470.32%、83.19%、26.36% 和 99.15%。当磷浓度高于 1.5 mmol/L 时,即使再增加磷浓度,各时期中的各指标不再增加,而呈下降趋势。可见,适宜的磷浓度(1.5 mmol/L)能显著促进青蒜的生长,为大蒜的高产奠定基础。

2.3 磷对青蒜营养品质的影响

2.3.1 磷对青蒜的大蒜素、维生素 C、可溶性糖含量的影响 图 2 表明,各时期中叶片和假茎的大蒜素含量均随磷浓度升高而增加,至磷浓度 1.5 mmol/L 时达到

最高,此时分别比对照增加 24.20%~49.09% 和 26.78%~38.80%。磷浓度高于 1.5 mmol/L 时,即使再增加磷浓度对大蒜素生成也再无益,甚至有抑制作用。叶片和假茎中维生素 C 含量的变化趋势与大蒜素相似。叶片中维生素 C 含量至磷浓度 1.5 mmol/L 时达到最高,比对照增加 22.01%~33.71%。而假茎中维生素 C 含量的最大值出现在磷浓度 1.0 mmol/L 处,比对照增加 13.42%~16.77%。叶片的各时期中,除对照外,可溶性糖的含量随磷浓度的升高呈抛物线趋势,磷浓度为 1.5 mmol/L 时达到最大。而对照的叶片中可溶性糖含量略高于磷浓度 0.5 mmol/L 的含量,其原因可能是对照的叶片缺磷严重,糖的运输受阻,使糖累积在叶片中,促使花青素的形成^[11],从而使对照的青蒜叶片呈现不正常的紫红色。假茎的各时期中,可溶性糖含量随磷浓度增大呈先增加后降低的趋势,至 1.5 mmol/L 处达到最大值。叶片和假茎的各处理中,磷浓度 1.5 mmol/L 比对照分别增加 14.09%~28.22% 和 44.50%~61.13%。

表 1 磷对青蒜植株鲜重、株高、假茎长和假茎粗的影响

Table 1 Effect of phosphorus on plant fresh weight, plant height, pseudostem length and pseudostem diameter of garlic sprout

播种后天数 Days after sowing/d	磷浓度 P concentration/mmol · L ⁻¹	植株鲜重 Plant fresh weight/g	株高 Plant height/cm	假茎长 Pseudostem length/cm	假茎粗 Pseudostem diameter/mm
80	0(CK)	12.66±1.04dD	27.25±0.62 dC	4.75±0.03eD	9.87±0.08eE
	0.5	16.54±1.36cC	30.87±0.22bcB	5.02±0.04dC	11.45±0.31dD
	1.0	18.77±0.64bBC	31.88±0.80bAB	5.13±0.02cB	15.45±0.54bBC
	1.5	23.42±0.46aA	33.30±0.52aA	5.26±0.03aA	16.79±0.11aA
	2.0	23.18±1.02aA	32.17±0.25abAB	5.20±0.03bAB	15.95±0.10bB
	2.5	20.11±0.74bB	30.42±1.24cB	5.12 ±0.02cB	14.91±0.31cC
130	0(CK)	20.37±0.51fF	36.97±0.78fF	8.86±0.04fE	10.33±0.72dD
	0.5	56.79±0.49eE	51.25±0.51eE	11.07±0.04eD	15.21±0.29cC
	1.0	76.78±0.43cC	60.37±1.05cC	11.98±0.06cC	18.77±0.23bB
	1.5	92.74±0.56aA	66.41±1.05aA	13.02±0.04aA	20.38±0.36aA
	2.0	84.08±0.81bB	62.23±0.93bB	12.43±0.08bB	18.96±0.21bB
	2.5	73.40±0.65dD	54.83±0.49dD	11.87±0.08dC	18.34±0.31bB
180	0(CK)	37.74±0.77fF	52.71±0.32fF	11.57±0.08fF	12.87±0.16fE
	0.5	134.45±1.06eE	84.21±0.44eD	12.82±0.06eE	19.55±0.14eD
	1.0	189.71±1.00cC	89.84±0.32bB	13.81±0.05cC	23.82±0.20cC
	1.5	215.24±0.88aA	96.56±0.35aA	14.62±0.07aA	25.63±0.41aA
	2.0	199.06±1.32bB	87.62±0.20cC	14.16±0.03bB	24.53±0.38bB
	2.5	161.87±0.49dD	80.98±0.29eE	13.63±0.07dD	23.17±0.46dC

注:表中同列数据后不同小、大写字母分别表示差异达 5%和 1%显著水平。
Note: Different small and capital letters in a column mean significant difference at the 5% and 1% levels, respectively.

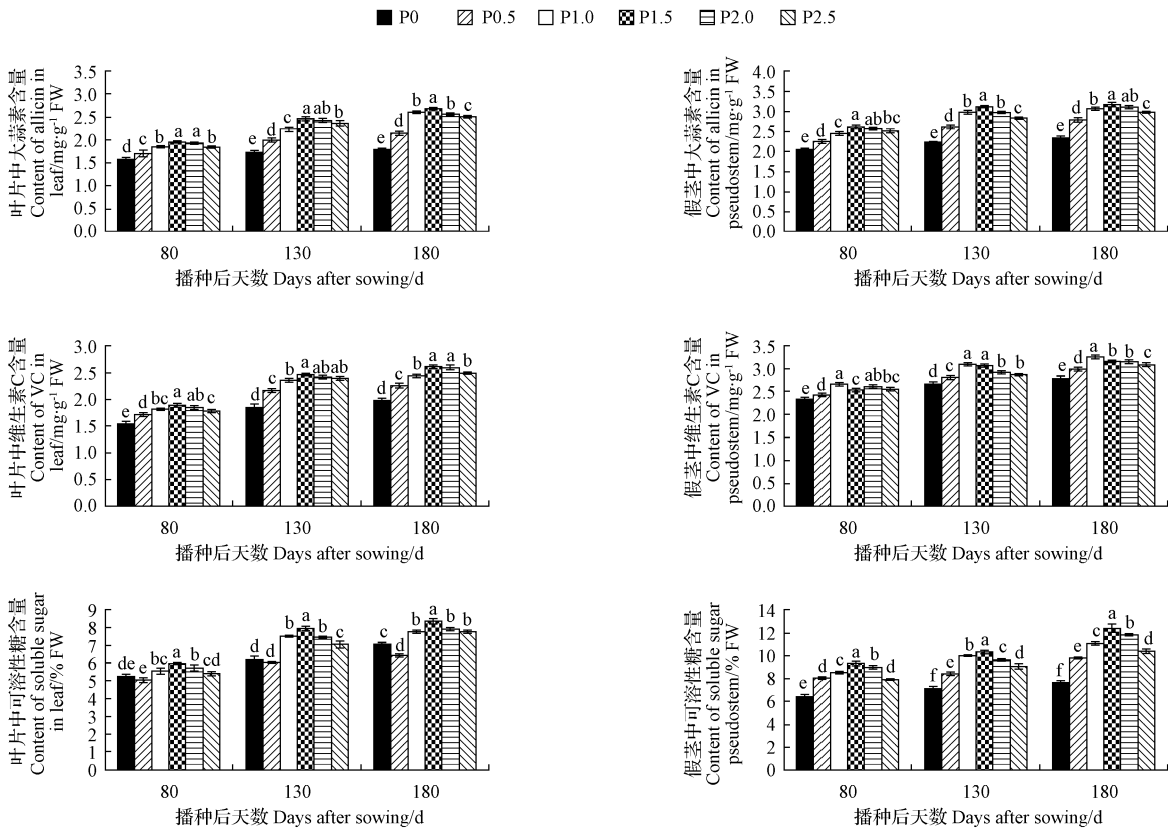


图 2 磷对青蒜大蒜素、维生素 C 和可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effect of phosphorus on the content of alliin, VC and soluble sugar in garlic sprout

2.3.2 磷对青蒜游离氨基酸含量和可溶性蛋白质含量的影响 图3表明,各时期中叶片和假茎中的游离氨基酸含量随磷浓度的升高呈先增长后降低的趋势,至磷浓度1.5 mmol/L时达到最大值,此时分别比对照增加

23.49%~57.04%和22.77%~43.42%。叶片和假茎中的可溶性蛋白质含量的变化趋势与游离氨基酸相似,在磷浓度1.5 mmol/L时达最大值,此时分别比对照增加24.06%~46.97%和28.26%~41.06%。

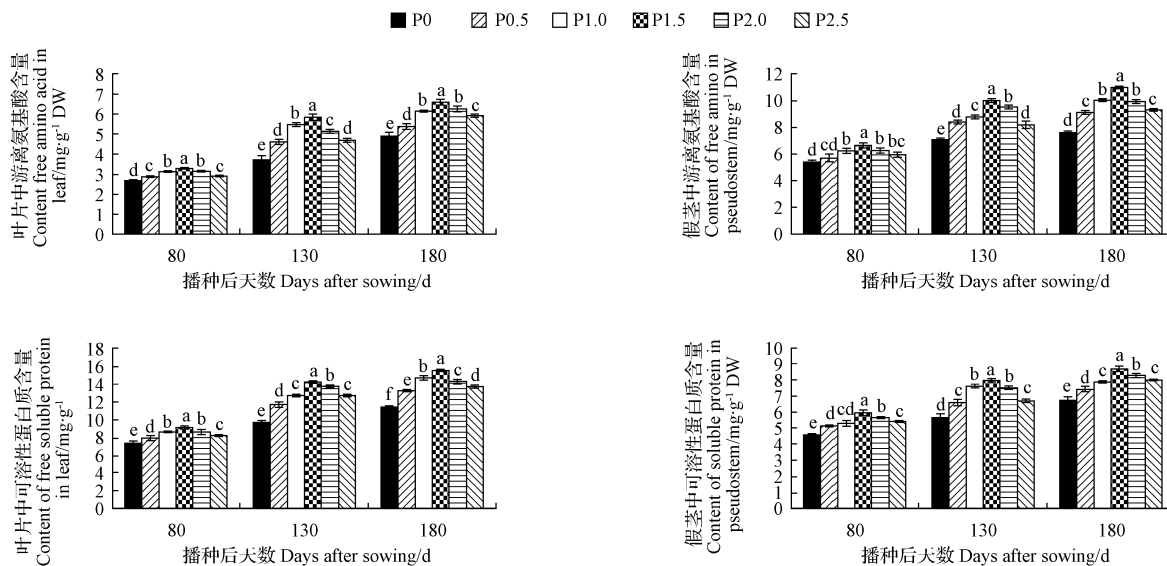


图3 磷对青蒜游离氨基酸含量和可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 3 Effects of phosphorus on the content of free amino acid and soluble protein in garlic sprout

3 讨论与结论

磷是植物生长发育所必需的大量营养元素之一,主要因为其在植物光合作用及糖类代谢及运输、氮代谢、蛋白质代谢及酶促反应等过程中起着至关重要的作用,并且是一系列重要化合物如核酸、核蛋白、植素、磷脂、ATP 以及许多辅酶(如 NAD^+ 、 NADP^+)等的重要组成部分,在很大程度上决定了作物产量的高低和品质的好坏^[11,17]。植物根系逆浓度主动吸收磷素,通过质膜上的 H^+ -ATP 酶,以 H^+ / Pi 的共运输方式为主^[18]。磷在植物体内易移动,易转移到代谢旺盛的组织中^[19]。许多学者在油菜^[20]、大豆^[21]、柑橘^[22]以及小白菜、樱桃萝卜和菜豆^[23]上的研究都表明,随着磷供应的增加植株体内磷含量也随之增加。该试验结果表明,各时期中青蒜叶片和假茎中磷含量均随磷浓度的升高而增加,且青蒜体内的磷素更易转移到生长活跃的叶片中,以更好的进行光合产物代谢与运输。

适量的磷能显著增加植株地上部总重^[24]。供磷不足显著影响作物磷代谢物的生成,阻止植株吸收其它营养成分,进而抑制植物的生长^[25]。而施磷过多会限制植株对氮素的吸收,并降低硝酸还原酶的活性,影响氮代谢^[26],使植株生长速度变慢^[27]。该研究结果表明,磷浓度在1.5 mmol/L时对青蒜各时期的植株鲜重、株高、假

茎长及假茎粗的促进作用最大,磷过低或过高均不利于青蒜的生长。该试验中,对照0 mmol/L磷浓度的青蒜表现出明显的缺磷症状^[17]。低磷处理(0.5、1.0 mmol/L)的青蒜由于其体内的磷素缺乏,导致多种代谢受阻,不能满足青蒜生长发育的需要,进而抑制青蒜生长。而高磷处理(2.0、2.5 mmol/L)抑制青蒜生长的原因,可能是过高的供磷水平过度的增强植株的呼吸消耗^[27],同时影响光合作用及氮代谢^[28],导致磷的奢侈供应使青蒜生长受到抑制。可见,适宜的磷素在青蒜生长及提高磷肥利用率等方面极为重要,以1.5 mmol/L的磷处理效果最佳。

缺磷土壤施用一定量的磷可以提高大蒜的大蒜素含量^[29],而磷供应过多则不利于大蒜体内大蒜素的形成^[30]。该试验结果表明,磷浓度为1.5 mmol/L时青蒜叶片和假茎中的大蒜素含量最高,低于或高于1.5 mmol/L,大蒜素含量均降低,这可能与青蒜植株体内磷素含量影响催化蒜氨酸合成大蒜素的蒜氨酸酶的活性有关,此假设还有待进一步研究证实。

该试验表明,叶片中维生素C含量的最大值出现在1.5 mmol/L处,而假茎中的最大值出现在1.0 mmol/L处。可见,施磷能够增加青蒜叶片和假茎中维生素C的含量。这与其他学者在西瓜^[26]、青花菜^[31]、马铃薯^[32]等作物上的研究类似,而与成瑞喜等^[33]认为施磷能够降低大蒜体内维生素C含量的观点不一致。

在一定的范围内,随着磷用量的增加,植株合成可溶性糖的相关酶的活性显著提高^[34]。低磷胁迫下植物体内的无机磷含量显著降低,并对植物光合作用、碳代谢及碳水化合物的分配均产生较大影响^[35]。而磷素过多,强烈的增强作物呼吸,消耗大量糖分^[36]。该试验结果表明,青蒜的叶片和假茎在各时期中,可溶性糖含量均在 1.5 mmol/L 磷处理处达到最大,过低或过高的磷供应都会不同程度的抑制其合成与积累,其原因可能与上述机理有关。

氮代谢能力强以及氨基酸含量高是蛋白质合成增加的生理基础^[37],磷的供应量及其循环速度影响着植物叶片合成氨基酸^[38]。有研究表明,磷素能通过协同提高硝酸还原酶(NR)和谷氨酰胺合成酶(GS)的活性来促进氮素同化,增强氮代谢^[39]。该研究表明,施磷能显著增加青蒜叶片和假茎中游离氨基酸和可溶性蛋白质的含量,以 1.5 mmol/L 的磷浓度效果最佳,过低或过高的磷水平均对其合成有不同程度的抑制作用,这可能是由于供磷不足或过高抑制大蒜体内氮的吸收及氮代谢的结果^[34]。

综上所述,在水培条件下,适当的磷供应能显著促进青蒜的生长发育,并有效改善青蒜的营养品质,且以 1.5 mmol/L 的磷浓度效果最好。

参考文献

- [1] 刘世琦. 蔬菜栽培学简明教程[M]. 北京:化学工业出版社,2007:173.
- [2] 郭乃槐,陆道培,周桂珍,等. 大蒜提取物对巨细胞病毒的抑制作用[J]. 北京医科大学学报,1990,22(2):152.
- [3] 于新蕊,丛月珠. 大蒜的化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中草药,1994,25(3):158-160.
- [4] 陈仁尔,徐仁达. 大蒜素作为饲料添加剂的应用[J]. 中国饲料,1995(6):24-25.
- [5] 刘建玲,张福锁,杨奋翻. 北方耕地和蔬菜保护地土壤磷素状况研究[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(1):33-39.
- [6] 鲁如坤. 土壤磷素水平和水体环境保护[J]. 磷肥与复肥,2003,18(1):4-8.
- [7] Wissuwa M. How do plants achieve tolerance to phosphorus deficiency? Small causes with big effects[J]. Plant Physiology,2003,133(4):1947-1958.
- [8] Chen M,Chen J,Sun F. Agricultural phosphorus flow and its environmental impacts in China[J]. Science of the Total Environment,2008,405(1):140-152.
- [9] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策[J]. 21 世纪初中国面源污染的形势估计[J]. 中国农业科学,2004,37(7):1008-1017.
- [10] 孙传范,肖凯,韩胜芳,等. 植物吸收和转运磷素的分子机理研究进展[J]. 中国农业科技导报,2011,13(2):17-24.
- [11] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2011:8-10,55-56.
- [12] 陈昆,刘世琦,张自坤,等. 钾素对水培大蒜生理和品质的影响[J]. 园艺学报,2011,38(3):556-562.
- [13] 张涛,刘世琦,孙齐,等. 水培条件下硼对青蒜苗光合特性及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(1):154-161.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:268-270.
- [15] 屈姝存,周朴华. 大蒜油提取及大蒜油与大蒜渣的化学成分分析[J]. 湖南农业大学学报,1998,24(3):235-237.
- [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,2000:134-137,194-197,192-194,184-185,248-249.
- [17] 李德全,高辉远,孟庆伟. 植物生理学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,1999:39-40,73-75.
- [18] 黄沅,付崇允,周德贵,等. 植物磷吸收的分子机理研究进展[J]. 分子植物育种,2008,6(1):117-122.
- [19] Marschner H,Kirkby E A,Engels C. Importance of cycling and recycling of mineral nutrients within plants for growth and development[J]. Bot Acta (Dtsch),1997,110:265-273.
- [20] 沈金雄,李志玉,廖星,等. 磷对甘蓝型油菜产量及矿质营养吸收与积累的影响[J]. 作物学报,2006,32(8):1231-1235.
- [21] 吴冬婷,张晓雪,龚振平,等. 磷素营养对大豆磷素吸收及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(3):670-677.
- [22] 樊卫国,王立新. 不同供磷水平对纽荷兰脐橙幼树生长及叶片营养元素含量的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(4):714-725.
- [23] 廖文华,高志岭,刘建玲. 磷素供应对三种蔬菜磷吸收分配的影响[J]. 中国土壤与肥料,2010(3):45-49.
- [24] 陈磊,王盛锋,刘荣乐,等. 不同磷供应水平下小麦根系形态及根际过程的变化特征[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(2):324-331.
- [25] Fatima Z,Zia M,Chaudhary M F. Effect of rhizobium strains and phosphorus on growth of soybean (Glycine max) and survival of rhizobium and P solubilizing bacteria[J]. Pakistan Journal of Botany,2006,38(2):459-464.
- [26] 陈钢,吴礼树,李煜华,等. 不同供磷水平对西瓜产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(6):1189-1192.
- [27] Win M,Nakasathien S,Sarobol E. Effects of phosphorus on seed oil and protein contents and phosphorus use efficiency in some soybean varieties[J]. Kasetsart J (Nat Sci),2010,44:1-9.
- [28] Shane M W,Mc Cully M E,Lambers H. Tissue and cellular phosphorus storage during development of phosphorus toxicity in Hakea prostrata (Proteaceae)[J]. Journal of Experimental Botany,2004,55:1033-1044.
- [29] 刘景福,成瑞喜,徐芳森. 磷肥对大蒜产量和品质的影响[J]. 河北农业科学,1995(6):33-35.
- [30] 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):405-408.
- [31] 张朝轩,谢祝捷,陈澍棠,等. 氮磷钾硼肥配施对青花菜养分吸收分配及产量和品质的影响[J]. 园艺学报,2008,35(4):591-594.
- [32] 谢奎忠,杨桢,张民,等. 氮磷钾肥施用量对庄薯 3 号维生素 C 含量的影响[J]. 农业系统科学与综合研究,2011,27(2):192-196.
- [33] 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.
- [34] 李冬梅,魏珉,张海森,等. 氮、磷、钾用量和配比对温室黄瓜叶片相关代谢酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(3):382-387.
- [35] 张海伟,徐芳森. 不同磷水平下甘蓝型油菜光合特性的基因型差异研究[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(5):1196-1202.
- [36] 浙江农业大学. 农业化学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1980:71-76.
- [37] 王平,尹燕桦,付国占,等. 施磷对小麦旗叶氮代谢关键酶活性和子粒蛋白质含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(1):24-31.
- [38] Pieters A J,Paul M J,Lawlor D W. Low sink demand limits photosynthesis under Pi deficiency[J]. Journal of Experimental Botany,2001,52(358):1083-1091.
- [39] 王旭东,于振文,石玉,王小燕. 磷对小麦旗叶氮代谢有关酶活性和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报,2006,32(3):339-344.

海南省栽培的淮山种质资源聚类分析

伍壮生, 王 敏, 吴月燕

(海南省农业科学院 蔬菜研究所, 海南 海口 571100)

摘 要:淮山是海南地区农民经济收入的主要来源,对发展高效农业、促进农民增收做出了重要贡献;但由于引种混乱,导致生产上淮山品种存在着同名异种或同种异名的现象,给生产引种及品种遗传改良带来不便;为初步鉴定海南省栽培的淮山种质资源的多样性,以收集的海南目前栽培的 24 份淮山种质资源为试材,在进行田间种植的同时观察和测定了 24 份淮山种质材料的植物学性状,并应用聚类分析方法进行了初步的归类及多样性分析。结果表明:24 份淮山种植资源可分为即普通山药(*Dioscorea batatas* Decne.)、田薯(*Dioscorea alata* L.) 2 个种,3 群普通山药、长柱种以及扁块种 3 个品种群。该试验为今后海南省淮山引种、资源改良和鉴定及生产加工等奠定了基础。

关键词:淮山;种质资源;聚类分析

中图分类号:S 632.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)03-0014-05

淮山(*Dioscorea opposita* Thunb.)属薯蓣科(*Dioscoreaceae*)山药属(*Dioscorea* L.) 1 年生或多年生缠绕性藤本植物,也称为怀山,又名薯蓣、山药、山薯、大薯等,是我

国著名的“四大怀药”之一^[1-2]。淮山块茎中含有大量的淀粉、蛋白质、维生素及人体必需的 10 多种氨基酸,具有补脾、养肺、固肾、益精的作用,《神农本草经》将其列入上品,言其“主伤中,补虚羸,除寒热邪气,补中益气力,长肌肉;久服耳目聪明,轻身不肌延年”。据《本草纲目》记载,“淮山,性平,味甘,补脾胃,益肺肾,生津止渴,益肾气,止泻痢,化痰涎,润皮毛”^[3]。同时淮山薯质地细腻,肉色洁白,营养丰富,风味鲜美,常被誉为蔬菜之珍品,产品畅销国内外。

第一作者简介:伍壮生(1980-),男,硕士,助理研究员,现主要从事蔬菜栽培与生理生态等研究工作。E-mail:dawu0719@163.com.

基金项目:海南省自然科学基金资助项目(琼科[2011]37 号);国家大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-25);海南省工程技术研究中心专项资助项目(GCZX2011003)。

收稿日期:2013-10-30

Effect of Phosphorus on Growth and Quality of Garlic Sprout Under Hydroponic

FENG Lei, LIU Shi-qi, LIU Jing-kai, CHEN Xiang-wei, CHENG Bo, WANG Yue

(College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, State Key Laboratory of Crop Biology, Agriculture Ministry Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops(Huanghuai Region), Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: Taking 'Jinsuan No. 3' as material, under hydroponic condition, five different phosphorus(P) concentrations at 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mmol/L were designed, with 0 mmol/L as control, the effects of P in nutrient solution on P content, growth and quality of garlic sprout were studied. The results showed that the P content in leaf and pseudostem were significantly correlated with the increase of P concentrations. The plant fresh weight, plant height, pseudostem length and pseudostem diameter of garlic sprout were increased at first and then decreased with the increase of P concentrations, and these indexes reached the maximum at the 1.5 mmol/L P concentration, which were increased by 84.99%~470.32%, 22.20%~83.19%, 10.74%~46.95% and 70.11%~99.15% compared to the treatment of 0 mmol/L P concentration. The contents of allicin, soluble sugar, free amino acid and soluble protein in leaf and pseudostem were also the highest at the 1.5 mmol/L P concentration, so was the content of vitamin C. Thus it could be seen that, the 1.5 mmol/L P concentration was the best treatment to garlic sprout under hydroponic condition.

Key words: garlic sprout; phosphorus; growth; quality