

磷肥施用量对大豆生长状况的影响

宋秀丽,王冰雪,陆 杰,韩业辉,刘 洋,郑 旭,苗 亿

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为了科学合理地施用磷肥,通过施用不同数量磷肥研究其对大豆生长状况的影响。结果表明:磷肥对大豆株高和叶绿素的影响差异不明显;对大豆植株干物质积累的影响主要表现在盛花期和鼓粒期, NP3K(N 10.13 kg·hm⁻², P₂O₅ 77.63 kg·hm⁻², K₂O 60 kg·hm⁻²)和 NP2K(N 10.13 kg·hm⁻², P₂O₅ 51.75 kg·hm⁻², K₂O 60 kg·hm⁻²)处理与 NP1K(N 10.13 kg·hm⁻², P₂O₅ 25.88 kg·hm⁻², K₂O 60 kg·hm⁻²)处理相比均达到了显著水平;盛花期根瘤数和根瘤千重随着施磷量的增加而增加。固氮酶活性 NP2K 处理最强,能够显著增加大豆单株荚数、单株粒数和百粒重,得到较高的产量,并改善大豆产量性状。

关键词:大豆;长期施肥;固氮酶活性;产量;叶绿素含量

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)09-0044-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.09.0044

近 20 年来,磷素循环在控制陆地生态系统生态过程中的重要性已得到更多的认识并受到越来越广泛的关注,磷对豆科作物的生长有极其重要的影响,大豆是我国的主要粮食作物,我国大豆主栽区土壤多数缺磷^[1]。大豆对磷的吸收在出苗至开花期占总吸磷量的 32%。开花时根系吸收磷的能力与生育前期相比明显增强,是大豆全生育中最强的时期,大豆花期吸收的磷既能影响营养器官的生长,又能影响生殖器官的发育。谭金芳研究得出在开花两周内供应充足的磷能够增加荚重及粒重,而在始花期停止供磷将影响营养体的形成,并延迟生殖器官的形成,从结荚到鼓粒期,充足的磷营养可以减少花荚脱落^[2]。磷素营养与水分胁迫相互作用研究表明,改善植物磷素营养状况能增强大豆的抗逆性^[3]。因此研究磷肥施入量对大豆生长发育至关重要。

随着农业产业化的推进和国际间贸易的加强,中国的大豆面临着新的挑战,提高大豆单位面积产量,减少成本,增加品质,已越来越受到重视^[4]。但目前来看,为了增加大豆产量,化肥磷的用量越来越大,而肥料的利用率降低,导致环境污染,土壤板结,因此本试验通过施用不同数量磷肥研究其对作物生长发育的影响,为科学合理的施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试地设在黑龙江省农垦总局九三分局尖山农场。供试大豆品种为垦鉴豆 43,播种密度 28 万株·hm⁻²。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验时间为 2010 至 2013 年,设 4 个处理,4 次重复,小区面积为 40 m²。各处理施氮量均为 N 10.13 kg·hm⁻²,施钾量均为 K₂O 60 kg·hm⁻²,各处理施磷量分别为:对照(CK)0, NP1K(低磷)(P₂O₅ 25.88 kg·hm⁻²), NP2K(中磷)(P₂O₅ 51.75 kg·hm⁻²), NP3K(高磷)(P₂O₅ 77.63 kg·hm⁻²)。

1.2.2 测定项目及方法 ①分别于苗期、盛花期、鼓粒期采样(每个处理取 3 个重复),测量株高、叶绿素含量,取回的植株分为地上部、根系和根瘤 3 部分,测定各部分干重。②根瘤固氮酶活性的测定:取回的大豆植株放入装有营养液的不透光瓶中,密封。抽出瓶中空气体积 10% 的空气,再注入 10% 体积的 C₂H₂,反应 30 min 后取出反应气体,利用气相色谱测定生成 C₂H₄ 的量^[5]。③收获时考种项目:于成熟期取样测定植株荚数、单株粒数、百粒重、产量。

1.2.3 数据统计分析 运用 Microsoft Excel 2003 和 Origin 8.5 进行数据整理分析与绘图。试验所得数据均为 4 次重复的平均值,误差用标准偏差表示。不同处理间数据的差异显著性(Duncan法)采用 SPSS 17.0 进行统计分析。

收稿日期:2015-04-27

第一作者简介:宋秀丽(1984-),女,黑龙江省富锦市人,硕士,助理研究员,从事土壤肥力及水土保持研究。E-mail: songxiuli5251@163.com。

2 结果与分析

2.1 施用不同数量磷肥对大豆株高的影响

不同数量的磷素对大豆苗期株高的影响不显著,说明大豆生长前期对磷素的需求较低,少量的磷肥即可满足大豆苗期的生长;进入盛花期,不同数量磷肥对大豆株高的影响为:NP3K>NP2K>NP1K>CK,与CK相比,分别增加了59.1%、43.9%、37.6%,说明增加施磷量能够促进大豆生长,高磷处理与其它处理之间差异显著($P<0.05$);鼓粒期,高磷和中磷处理与低磷、CK相比分别达到了 $P<0.05$ 的差异显著水平,NP2K株高最大,分别比NP3K、NP1K、CK处理高出5.7%、18.8%、65.1%(见图1),适量的磷肥能够增加株高,促进大豆干物质的积累,高磷对大豆生长有轻微抑制作用。

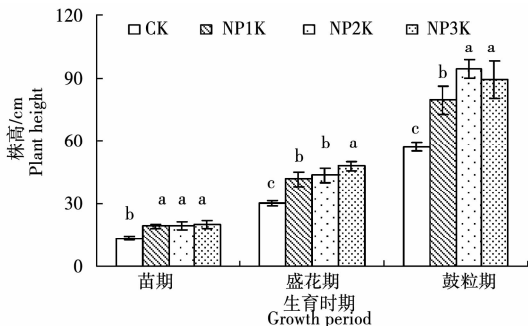


图1 施用不同数量磷肥对大豆株高的影响

Fig.1 Effect of different amounts of P fertilizer on soybean plant height

2.2 施用不同数量磷肥对大豆叶绿素含量的影响

磷肥对大豆叶绿素含量的影响较小,各时期之间叶绿素含量变化不大。苗期各处理表现为:NP2K>NP1K>NP3K>CK, NP2K分别高出其它3个处理6.9%、9.6%、21.1%,与其它处理达到差异显著水平($P<0.05$);不同施磷量对大豆盛花期和鼓粒期叶绿素含量的影响趋势基本一致, NP1K处理下大豆叶绿素含量最高,随着施磷量的增加,叶绿素含量略有下降(见图2),说明适当的磷素能够增加叶绿素含量,但效果不明显。

2.3 施用不同数量磷肥对大豆生物量的影响

不同施磷量对大豆地上部干物质积累的影响不同,不同时期的表现也不同。大豆生长初期,与CK相比,施磷能够显著增加地上部分干重,但各施磷处理之间无显著差异;进入盛花期,增加施磷量能够显著增加盛花期地上干重,各处理间均达

到了 $P<0.05$ 的差异显著,地上干重分别比CK处理高出0.6、1.3、1.8倍;鼓粒期与盛花期的趋势一致表现为:NP3K>NP2K>NP1K>CK,与CK相比,分别增加了0.1、1.3、1.6倍(见图3)。说明增加施磷量能够明显增加地上干物质的积累,为大豆高产稳产提供了有利条件。

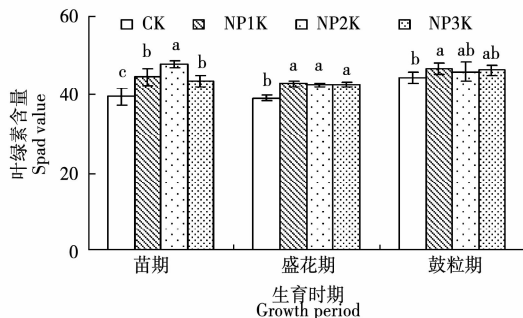


图2 施用不同数量磷肥对大豆叶绿素含量的影响

Fig.2 Effect of different amounts of P fertilizer on soybean spad value

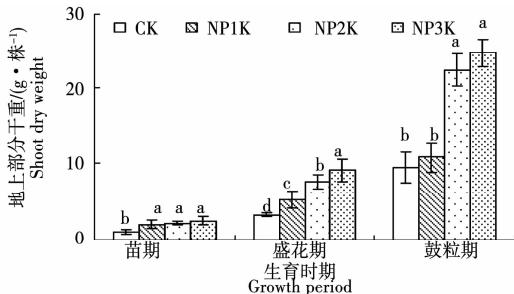


图3 施用不同数量磷肥对大豆地上部分干重的影响

Fig.3 Effect of different amounts of P fertilizer on dry weight of soybean overground part

不同施磷水平对大豆地下部干物质积累的影响与地上干重表现一致。大豆生长初期,与CK相比,施磷能够显著增加根干重,但不同施磷水平对根系影响不大,说明前期大豆生长需磷量很少;盛花期与鼓粒期根干重趋势一致,表现为:NP3K>NP2K>NP1K>CK,中磷处理与CK相比,差异均达到了 $P<0.05$ 的显著水平,继续增加施磷量虽然增加了根干重,但与中磷处理根干重无显著差异,增加效果不明显。说明适量增加施磷量能够明显增加地下干物质的积累,但过多的施用磷肥对大豆根干重的意义不大(见图4)。

2.4 施用不同数量磷肥对大豆根瘤数及干重的影响

磷是根瘤形成不可缺少的重要元素,增加施磷量能明显促进大豆结瘤,增加大豆根瘤数。根瘤形成初期,增施磷肥不能明显促进根瘤的形成,

说明不同施磷水平对大豆前期的根瘤形成影响不明显,但随着大豆的生长,磷素对大豆的影响越来越大,进入盛花期,各处理之间差异均达到了 $P < 0.05$ 显著水平。与 CK 处理相比,高磷、中磷、低磷水平根瘤数增加了 6.8、4.8、2.6 倍;鼓粒期各处理的根瘤数与盛花期的趋势基本一致。同时施磷能够促进根瘤生长,高磷处理下根瘤的直径明显大于其它各处理(见图 5)。

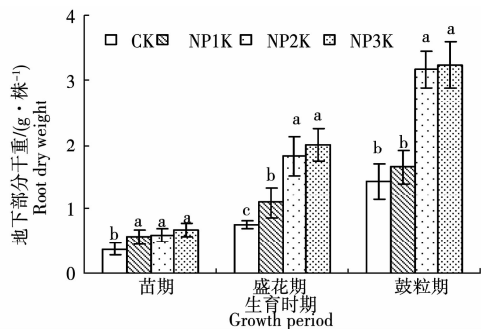


图 4 施用不同数量磷肥对大豆地下部分干重的影响

Fig. 4 Effect of different amounts of P fertilizer on soybean root dry weight

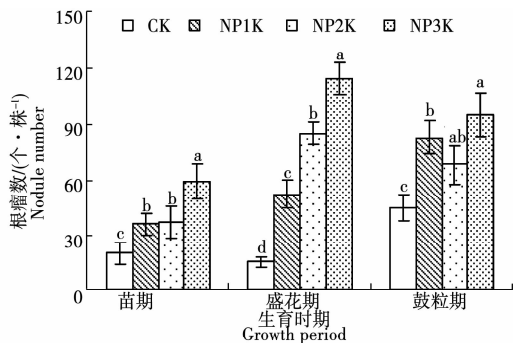


图 5 施用不同数量磷肥对大豆根瘤数的影响

Fig. 5 Effect of different amounts of P fertilizer on soybean nodule number

根瘤数与根瘤干重呈正相关关系,因此增加氮肥施入能够促进根瘤干物质积累。大豆生长初期,高磷与其它处理相比差异显著 ($P < 0.05$), NP3K 分别比 NP2K、NP1K 和 CK 增加了 77.49%、86.15%、450.00%;进入盛花期,各处理间均差异显著,与根瘤数呈现的趋势相同,即 $NP3K > NP2K > NP1K > CK$ 。鼓粒期,各施磷处理与 CK 相比,能够显著增加根瘤干重, NP1K、NP2K、NP3K 处理分别增加了 98.1%、89.8%、122.7% (见图 6),证实了高磷能够促进根瘤形成和干物质积累,低磷胁迫条件下,大豆新陈代谢受到抑制、间接影响根瘤的生长^[6]。

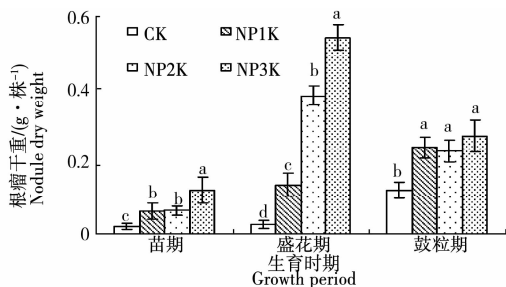


图 6 施用不同数量磷肥对大豆根瘤干重的影响

Fig. 6 Effect of different amounts of P fertilizer on soybean nodule dry weight

2.5 施用不同数量磷肥对大豆固氮酶活性的影响

由图 7 可以看出,施磷水平对根瘤固氮酶活性影响较大。增施磷肥能够提高大豆根瘤固氮酶活性,处理大小顺序表现为: $NP2K > NP3K > CK > NP1K$,与 CK 相比,高磷处理的固氮酶活性增加了 74.0%,中磷处理的固氮酶活性增加了 94.0%,NP1K 处理的固氮酶活性下降了 40.0%,虽然有磷肥的施入能够促进大豆根瘤固氮,但氮肥对大豆固氮酶活性的抑制作用更明显,进一步增施磷肥后,增强了大豆固氮酶活性,虽有氮肥投入,整体表现促进大豆固氮作用。但 NP2K 和 NP3K 处理的根瘤固氮酶活性相差不大,高磷的固氮酶活性稍有降低,这说明施磷促进了根瘤固氮酶活性的提高,但过多的施磷则对单株根瘤固氮酶活性有轻微抑制作用。

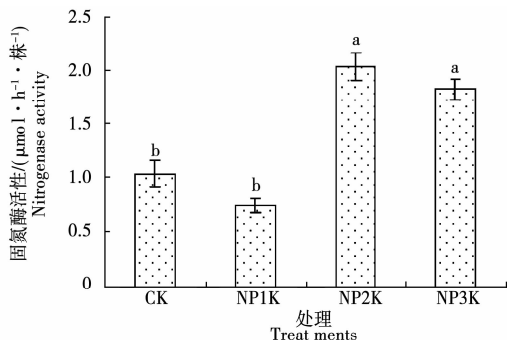


图 7 施用不同数量磷肥对大豆固氮酶活性的影响

Fig. 7 Effect of different amounts of P fertilizer on soybean nitrogenase activity

2.6 施用不同数量磷肥对大豆产量性状的影响

大豆产量构成的各因素受磷肥的影响较显著。从表 1 可知,大豆的单株荚数和粒数在 NP3K 处理下达到最高,与其它处理的差异均达到了 $P < 0.05$ 显著水平,说明增施磷肥能够促进大豆结荚,增加单株粒数,为大豆增产提供有力条

件。供磷水平对百粒重的影响与对粒数的影响不同,磷素营养低水平时大豆植株粒数最少,百粒重反而较高,施磷量越多,提高的比例越大,高磷和中磷处理与其它两个处理相比,达到了差异显著水平 ($P < 0.05$),与 CK 相比, NP1K、NP2K、NP3K 处理分别增加了 3.4%、4.8%、5.5%,百粒重能够直接反映出大豆产量的多少。因此,增施磷肥增加了百粒重,为大豆高产提供了保证。施磷对大豆产量的影响与百粒重呈现相同的趋势即 NP3K>NP2K>NP1K>CK,磷肥的使用显著增加了大豆的产量,在 NP3K 处理中的产量达到了最高值,与 CK、NP1K 和 NP2K 相比分别增产 27.3%、11.0%和 1.5%。因此,高磷水平对于大豆增高的作用相对于其它处理较大,但较中磷处理,增产效果并不显著,从经济效益方面考虑,中磷处理既获得了较高的产量,又降低了成本的投入。

表 1 施用不同数量磷肥对大豆产量性状的影响

Table 1 Effect of different amounts of P fertilizer on soybean yield components

处理 Treatment	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	百粒重/g 100-seeds weight	产量/ (kg·hm ²) Yield
CK	27.8±0.9 b	75.6±3.4 b	14.6±0.4 c	1956.9±3.8 c
NP1K	29.2±1.1 b	77.6±4.7 b	15.1±0.7 b	2245.0±5.6 b
NP2K	25.6±0.7 b	71.8±2.5 b	15.3±1.1 a	2454.8±4.9 a
NP3K	40.2±2.3 a	113.5±6.6 a	15.4±1.0 a	2491.0±5.3 a

3 结论

施用不同数量磷肥对大豆株高和叶绿素的影响

Effect of Different Amounts of Phosphate Fertilizer on the Growth of Soybean

SONG Xiu-li, WANG Bing-xue, LU Jie, HAN Ye-hui, LIU Yang, ZHENG Xu, MIAO Yi

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161000)

Abstract: In order to scientifically apply phosphate fertilizer, effect of different amounts of phosphate fertilizer on soybean growth was researched. The results showed that phosphate fertilizer could significantly influence on soybean plant height and chlorophyll differences. On soybean dry matter accumulation were studied mainly in the flowering and podding stage, NP3K (N 10, 13 kg·hm⁻², P₂O₅ 77.63 kg·hm⁻², K₂O 60 kg·hm⁻²) and NP2K (N 10, 13 kg·hm⁻², P₂O₅ 51.75 kg·hm⁻², K₂O 60 kg·hm⁻²) treatments compared with NP1K (N 10, 13 kg·hm⁻², P₂O₅ 25.88 kg·hm⁻², K₂O 60 kg·hm⁻²) treatment were significant. The number and dry weight of nodules with the increasing phosphorus application amount increase. The strongest nitrogenase activity of NP2K was the best. The phosphorus fertilizer could significantly increase the pod number per plant, grain number per plant and 100 grain weight, get higher yield, and improve the yield trait of soybean.

Keywords: soybean; long-term fertilization; nitrogenase activity; yield; chlorophyll content

响不大,对大豆植株干物质积累的影响主要表现在盛花期和鼓粒期,磷肥数量与干物质成正比,且达到了显著差异。与蔡柏岩,祖伟研究结果一致^[7]。增加磷肥的投入能够促进根瘤生长,提高大豆固氮能力,在 NP2K 处理 (N 10, 13 kg·hm⁻², P₂O₅ 51.75 kg·hm⁻², K₂O 60 kg·hm⁻²) 时固氮能力最大。增施磷肥能够显著增加大豆单株荚数、单株粒数和百粒重,并获得了较高的产量,能够改善大豆产量性状,这与王文启等研究结果一致^[8-10]。

参考文献:

[1] 苗淑杰, 乔云发, 韩晓增. 大豆结瘤固氮对磷素的需求[J]. 农业系统科学与综合研究, 2006, 22(4): 276-278, 282.
[2] 谭金芳. 作物施肥原理与技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
[3] He Y Q, Zhu Y G, Smith S E, et al. Interactions between soil moisture content and phosphorus supply in spring wheat plants grown in pot culture [J]. Journal of Plant Nutrition, 2002, 25: 913-925.
[4] 刘杰, 张颖, 普宪锋, 等. 有机-无机复混肥对大豆产量和品质的影响[J]. 大豆通报, 2002(1): 10-14.
[5] Tang C H, Hinsinger P, Drevon J J. Phosphorus deficiency impairs early nodule functioning and enhances proton release in roots of medicago truncatula [J]. Annals of Botany, 2001, 88: 131-138.
[6] 苗淑杰, 乔云发, 韩晓增, 等. 缺磷对已结瘤大豆生长和固氮功能的影响[J]. 作物学报, 2009, 35(7): 1344-1349.
[7] 蔡柏岩, 祖伟, 葛菁萍. 磷素水平对不同基因型大豆干物质积累与分配的影响[J]. 大豆科学, 2004, 23(4): 28-42.
[8] Israel D W. Investigation of the role phosphorus in symbiotic dinitrogen fixation [J]. Plant Physiology, 1987, 84: 835-840.
[9] 华利民. 氮、磷、钾肥配方施用对大豆产量及经济效益的影响[J]. 杂粮作物, 2003(3): 174-175.
[10] 王文启, 马凤鸣, 戴建军, 等. 磷复肥对大豆养分积累和产量影响的研究[J]. 现代化农业, 2003(7): 12-13.