

江汉平原油菜磷肥施用效果及推荐用量研究

王寅 鲁剑巍* 李小坤 任涛 从日环

(华中农业大学资源与环境学院, 湖北武汉 430070)

摘要: 在湖北省江汉平原布置油菜磷肥用量田间试验, 研究施磷对油菜生长发育、产量、磷素累积及籽粒品质的影响, 并确定该地区磷肥的推荐用量。结果表明, 油菜籽粒产量随磷肥用量的增加而显著提高, 在施磷 (P_2O_5) 9 公斤/亩时产量达到最高 235 公斤/亩。施磷显著提高了油菜的单株角果数、每角粒数和千粒重。油菜收获指数受磷肥的影响较小, 施磷主要通过增加地上部干重而提高了产量。油菜植株的磷素累积量随施磷量增加持续提高, 磷肥利用率则随之下降。菜籽的含油量在施磷后显著提高, 而蛋白质含量略有降低。说明江汉平原地区油菜的施磷效果显著, 因此生产中应注重磷肥的合理施用。通过线性加平台模型, 推算出该地区油菜的磷肥推荐用量为 8 公斤 P_2O_5 /亩。

关键词: 油菜; 磷; 产量; 磷素累积; 籽粒品质; 推荐施肥



湖北省是我国油菜种植第一大省, 产量连续多年居全国之首^[1], 江汉平原则是湖北省最重要的油菜主产区。磷是作物生长发育所必需的大量营养元素, 油菜对磷的需求量较大, 一旦缺乏将严重阻碍其正常的生长发育, 影响籽粒产量及品质^[2-5], 而过量施磷则可能会引发环境污染^[6-7], 因此磷肥的合理施用十分重要。现阶段江汉平原农民的磷肥施用量普遍较低^[8], 由于缺磷影响油菜生长而造成减产的情况时有发生。为此, 我们于 2011/2012 年度在江汉平原的沙洋县开展田间试验, 研究磷肥用量对油菜生长发育、产量、磷素累积及籽粒品质的影响, 并确定磷肥的推荐用量, 以期在当地油菜的合理施磷提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料与设计

田间试验设置在湖北省沙洋县曾集镇, 该地区是油菜的传统种植区。试验田土壤为长江冲积物发育成的水稻土, 基本理化性质: pH6.24, 有机质 25.7 克/公斤, 全氮 1.35 克/公斤, 碱解氮 115.5 毫克/公斤, 速效磷 13.8 毫克/公斤, 速效钾 105.7 毫克/公斤, 有效硼 0.63 毫克/公斤。供试油菜品种为华双 5 号, 试验田前茬作物为水稻。

试验设 5 个磷肥用量水平, 分别为 0、3、6、9、12 公斤 P_2O_5 /亩, 其它肥料施用量一致, 分别为 N 12 公斤/亩、 K_2O 8 公斤/亩、硼砂 1 公斤/亩。磷肥和硼砂全部作基肥施用, 氮肥和钾肥分别施用 60% 和 70% 作基肥, 越冬期追施氮肥的 20%, 剩余的氮、钾肥在抽薹前期追施。供试肥料品种分别为尿素 (含 N 46%) 过磷酸钙 (含 P_2O_5 12%) 氯化钾 (含 K_2O 60%) 和硼砂 (含 B 11%)。除施肥措施以外, 其他试验进程和管理方式均按照当地习惯进行。2011 年 9 月 13 日播种育苗, 10 月 14 日移栽, 移栽密度为 7000 株/亩, 2012 年 5 月 17 日收获。试验处理均设 3 次重复, 小区面积 20 平方米, 随机区组排列。

1.2 样品采集与分析

土壤样品为油菜基肥施用前采集, 以整个试验田为采样单元均匀布点 15 个, 取 0-20 厘米耕层土壤, 实验室风干磨细过筛供理化分析用。土壤基本理化性质按常规法进行测定^[9]: pH 按水土比 2.5:1 用 pH 计测定; 有机质用重铬酸钾容量法; 全氮用半微量开氏法-标准酸滴定; 碱解氮用碱解扩散法-标准酸滴定; 速效磷用 0.5 mol/L $NaHCO_3$ 浸提-钼锑抗比色法; 速效钾用 1mol/L NH_4OAc 浸提-火焰光度法; 有效硼用热水浸提-姜黄素比色法。

* 通讯作者: 鲁剑巍, E-mail: lujianwei@mail.hzau.edu.cn。

油菜收获前进行植株取样，每小区取6株代表性植株，网袋悬挂风干脱粒后分别统计茎秆、角壳和籽粒的干重，各部分样品于60℃下烘干磨细过筛供养分测试用。植物样品全磷测定采用H₂SO₄-H₂O₂联合消煮^[9]，流动注射分析仪（德国SEAL，AA3）测定。

1.3 田间调查和实产统计

2011年12月18日对油菜越冬期生育指标进行调查，内容包括株高、根颈粗、叶片数和开盘直径。2012年5月14日对油菜产量构成因素进行调查，内容包括单株角果数、每角粒数和千粒重。每小区选取10株有代表性植株进行调查，各项指标取平均值作为调查结果。

收获后对所有小区进行单收单打，测得实产。成熟期地上部干重根据取样考种结果按茎秆、角壳与籽粒的干重之比与籽粒实产相乘推算得出。

1.4 数据计算分析

试验数据采用Excel软件进行计算处理，采用SPSS软件进行统计分析，均用LSD法检验P<0.05水平上的差异显著性，并利用SAS软件进行线性加平台肥效模型的拟合分析。

线性加平台肥效模型： $y=a+bx(x \leq C)$ ， $y=P(x>C)$ 。式中y为油菜籽粒产量（公斤/亩），x为磷肥用量（公斤/亩），a为截距，b为回归系数，C为直线与平台的交点，P为平台产量（公斤/亩）。当 $b>P_x/P_y$ 时，C即为推荐施磷量，当 $b \leq P_x/P_y$ 时，推荐施磷0量为0公斤/亩。

2 结果与分析

2.1 油菜的生长和产量

施磷量 (公斤/亩)	株高 (厘米)	根颈粗 (厘米)	叶片数 (个)	开盘直径 (厘米)
0	43.3 b	1.50 c	11.8 b	57.7 c
3	46.5 ab	1.57 bc	12.8 ab	59.3 bc
6	50.5 a	1.65 ab	13.7 a	63.2 a
9	49.8 a	1.67 ab	13.2 a	63.7 a
12	50.0 a	1.70 a	13.8 a	62.8 ab

表1显示，施磷促进了油菜越冬期的生长发育，提高了株高和根颈粗，增加了叶片数及开盘直径，施磷超过6公斤/亩时各生育指标与不施磷处理相比均表现出显著差异。

相比不施磷对照，各施磷处理油菜的籽粒产量均有显

施磷量	产量 (公斤/亩)	增产量	增产率 (%)	单株角果数	每角粒数 (个)	千粒重 (克)
0	181.7 c	--	--	439.7 c	19.5 b	3.20 c
3	201.0 b	19.3	10.6	465.2 b	21.8 a	3.16 bc
6	220.6 a	38.9	21.4	476.8 ab	22.0 a	3.19 bc
9	235.1 a	53.4	29.4	477.7 ab	22.5 a	3.26 ab
12	234.9 a	53.2	29.3	486.0 a	21.7 a	3.33 a

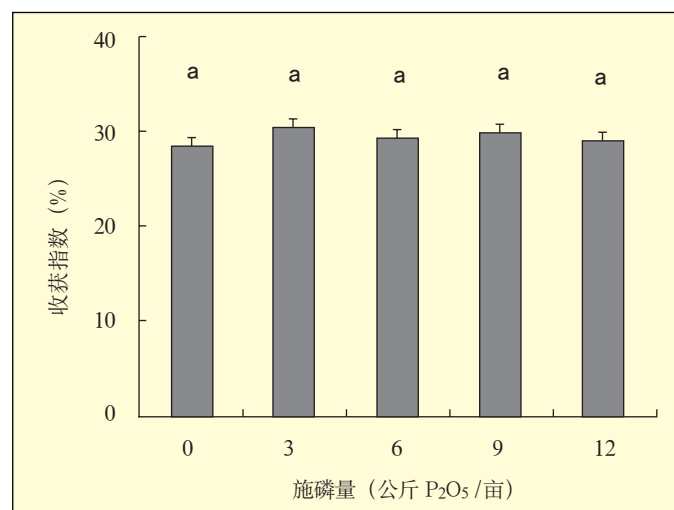
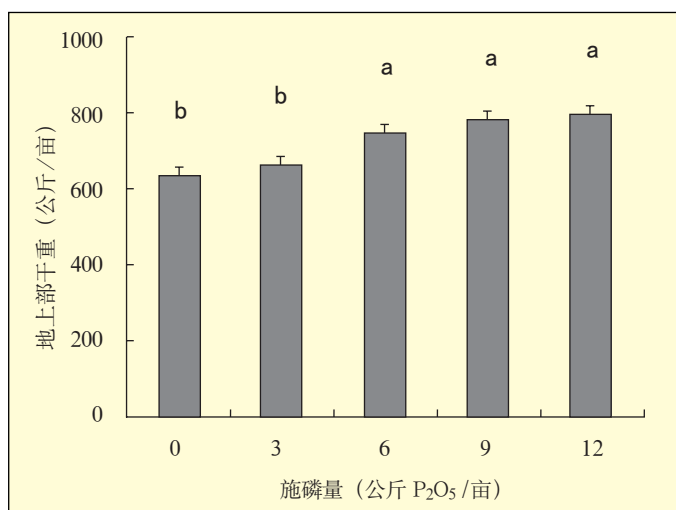


图1 施磷对油菜地上部干重和收获指数的影响

著提高(表2),施磷9公斤/亩时达到最高的235.1公斤/亩,增产量和增幅分别为53.4公斤/亩和29.4%。磷肥施用显著增加了油菜的单株角果数和每角粒数,而千粒重在施磷超过9公斤/亩后显著高于对照。

图1显示,油菜成熟期的地上部干重随施磷量增加呈明显的上升趋势,与籽粒产量的表现一致,施磷超过6公斤/亩后干重无明显差异。而收获指数在不同施磷水平下均无明显差异。说明施磷主要是靠增加地上部的干重而实现籽粒产量的提高。

2.2 油菜的磷素累积和磷肥利用率

施磷后油菜的地上部磷素累积量显著提高(表3),且随施磷量的增加持续上升,施磷12公斤/亩时达到最高,相比不施磷对照的增量和增幅分别为1.75公斤/亩和56.6%。磷肥利用率在施磷3公斤/亩时为29.3%,其后随施磷量增加呈明显的下降趋势。

施磷量	磷素累积量 (公斤/亩)	增量	增幅 (%)	磷肥利用率 (%)
0	3.09 c	--	--	--
3	3.97 b	0.88	28.4	29.3
6	4.40 ab	1.31	42.3	21.8
9	4.45 a	1.36	43.9	15.1
12	4.84 a	1.75	56.6	14.6

2.3 油菜的籽粒品质

油菜生产的最终目的是榨制菜籽油,而菜籽饼粕也可以作为良好的饲料蛋白来源,因此菜籽的油分含量和蛋白质含量是非常重要的品质指标。施磷后油菜籽粒的油分含量有显著提高(图2),施磷9公斤/亩时最高达到42.8%,每公顷籽粒的产油量随施磷量的增加呈显著上升的趋势(图3),在施磷9公斤/亩时达到最高的100.7公斤/亩。菜籽蛋白质含量随施磷量增加呈下降趋势,但各

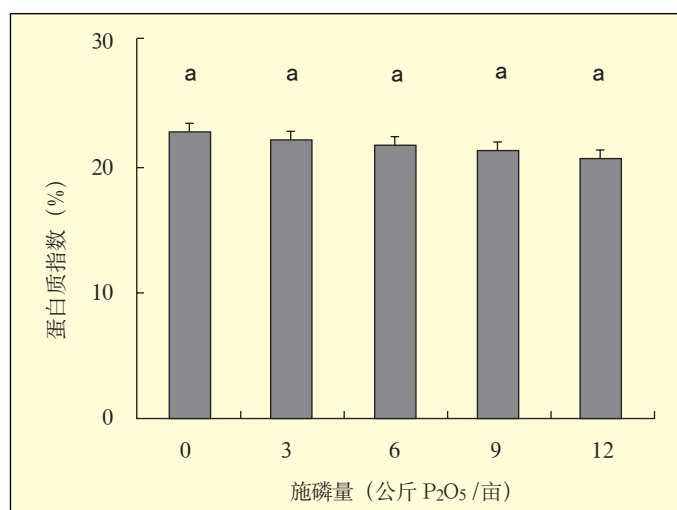
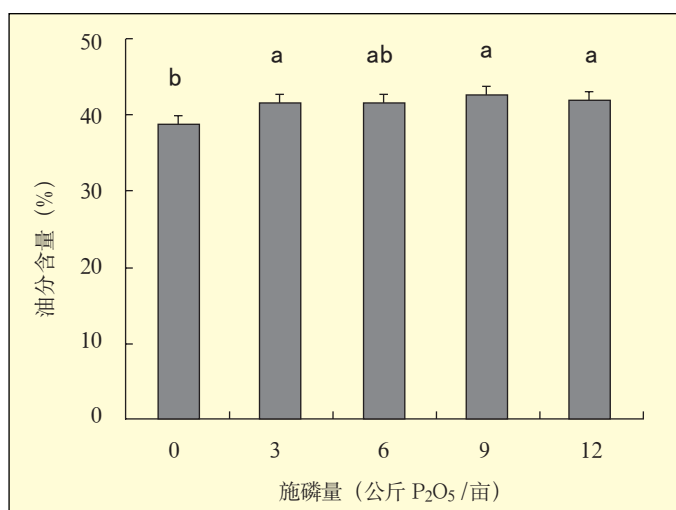


图2 施磷对油菜籽粒油分和蛋白质含量的影响

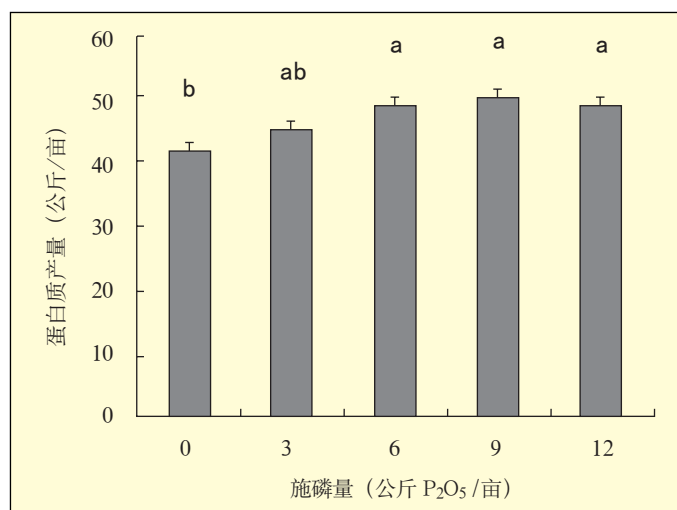
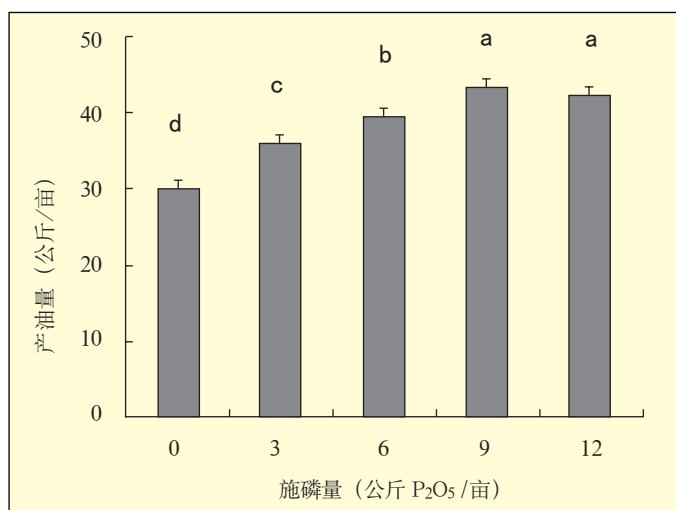


图3 施磷对油菜籽产油量和蛋白质产量的影响

施磷水平之间差异并不明显。由于施磷对籽粒产量的增加效应更为显著,因此蛋白质产量在施磷后出现显著的上升,施磷9公斤/亩处理最高,为49.6公斤/亩。

2.4 油菜的磷肥推荐用量

利用线性加平台肥效模型对油菜产量和磷肥施用量进行拟合(图4),模型方程为: $y=6.5x+181.7$, $x < 8.2$, $y=235$, $x \geq 8.2$, 相关系数 $R^2=0.9999$, 达极显著水平。由此推算可得该试验点磷肥(P_2O_5)的推荐施用量为8.2公斤/亩,相应油菜的籽粒产量可达235公斤/亩。从菜籽用途方面来看,该推荐用量下也可获得较高的产油量和蛋白质产量。为方便推广,确定该地区油菜的磷肥推荐用量为8公斤 P_2O_5 /亩。

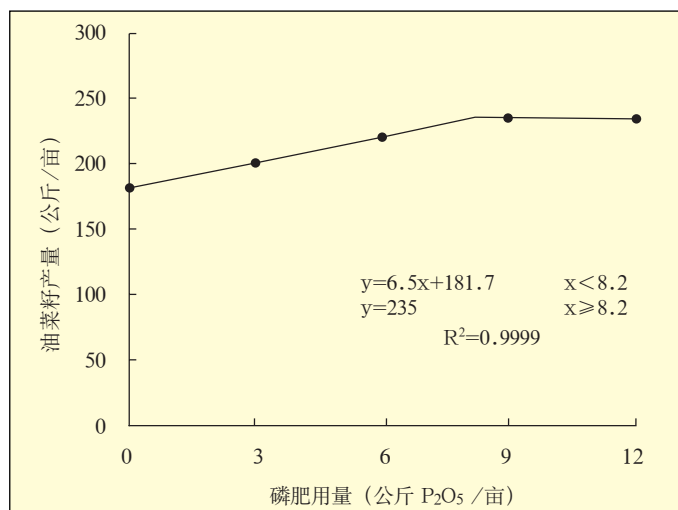


图4 线性加平台模型确定油菜的磷肥推荐施用量



3 结论

3.1 油菜籽粒产量随磷肥用量的增加显著提高,施9公斤 P_2O_5 /亩时产量最高,为235公斤/亩。施磷显著提高了油菜的单株角果数、每角粒数和千粒重。收获指数受磷肥的影响较小,施磷主要通过大幅增加地上部干重而提高产量。

3.2 施磷显著提高了油菜地上部的磷素累积量,磷肥利用率则随施磷量增加而下降。

3.3 施磷显著提高了菜籽的含油量,蛋白质含量则略有下降,产油量和蛋白质产量随磷肥施用均有显著的提高。

3.4 当前,江汉平原地区油菜施磷的效果显著,因此应注重磷肥的合理施用。通过线性加平台肥效模型,推算出该地区油菜磷肥的推荐用量为8公斤 P_2O_5 /亩。

参考文献

- [1] 钟燕,熊秋芳,雷建华.湖北省油菜产业发展现状与对策[J].中国农技推广,2010,(3):8-10.
- [2] 鲁剑巍,陈防,张竹青,等.磷肥用量对油菜产量、养分吸收及经济效益的影响[J].中国油料作物学报,2005,27(1):73-76.
- [3] 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.
- [4] Brennan R.F, Bolland M.D.A.. Effect of fertilizer phosphorus and nitrogen on the concentrations of oil and protein in grain and the grain yield of canola (*Brassica napus* L.) grown in south-western Australia [J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2007, 47:984-991.
- [5] 邹娟,鲁剑巍,李银水,等.氮、磷、钾、硼肥对甘蓝型油菜籽品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2008,14(5):961-968.
- [6] 单艳红,杨林章,王建国.土壤磷素流失的途径、环境影响及对策[J].土壤,2004,36(6):602-608.
- [7] Le C, Zha Y, Li Y, Sun D, et al. Eutrophication of lake waters in China: cost, causes, and control[J]. Environmental Management, 2010, 45:662-668.
- [8] 徐华丽,鲁剑巍,李小坤,等.湖北省油菜施肥现状调查[J].中国油料作物学报,2010,32(3):418-423.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [10] 王圣瑞,陈新平,高祥照,等.“3414”肥料试验模型拟合的探讨[J].植物营养与肥料学报,2002,8(4):409-413.