

磷肥施用量对全膜双垄沟播玉米产量及磷肥利用率的影响

王红丽

(甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 采用大田试验的方法, 研究了磷肥施用量对旱地全膜双垄沟播玉米产量、磷素积累和分配及磷肥利用效率的影响。结果表明, 施 P_2O_5 为150 kg/hm²、200 kg/hm²时, 籽粒产量较对照分别增加12.37%、13.64%, 显著高于其它处理。完熟期玉米植株各器官磷素积累量随施磷量增加而相应增加, 但分配比例差异不显著, 籽粒磷素积累量最大, 占植株磷总量的61.7%~64.5%。磷肥农学利用率、磷肥偏生产力、磷肥表观利用率和生理利用率均随磷肥施用量的增加显著下降。综合各因素, P_2O_5 用量为150 kg/hm²时可达到高产高效。

关键词: 玉米; 全膜双垄沟播; 产量; 磷肥施用量; 磷肥利用率

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)06-0025-03

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2014.06.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2014.06.009)

Effect of Phosphorus Application on Yield and Phosphorus Use Efficiency of Corn Ditch Sowing in Double Ridge Mulched with Plastic Film

WANG Hong-li

(Institute of Dryland Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Field experiments were carried out to study the effects of phosphorus (P) fertilizer (50, 100, 150, 200 kg/hm²) on yield, accumulation, distribution and use efficiency of phosphorus under the condition of whole field surface plastic mulching and planting in furrows. The results showed that corn yield in phosphorus application 150 kg/hm², 200 kg/hm² increased by 12.37%, 13.64%, compared with CK, significantly higher than other treatments; phosphorus accumulation in various organs of ripening corn plants increased with the increasing of phosphorus application rate, but there had not significant different in the distribution, the largest accumulation of phosphorus was grain, accounting for 61.7%–64.5% of plant total phosphorus; The agronomic efficiency, partial factor productivity, apparent recovery efficiency and physiological efficiency decreased significantly with increasing the amount of phosphorus; comprehensively considered with every factor, phosphorus application 150 kg/hm² could achieve the highest yield of corn under the condition of whole field surface plastic mulching and planting in furrows in dryland.

Key words: Corn; Ditch sowing in double ridge mulched with plastic film; Yield; Phosphorus application; Phosphorus use efficiency

磷是作物生长发育所必需的营养元素, 同时也是影响作物产量的重要因素之一。目前, 我国磷肥

的当季利用率普遍很低, 通常情况下只有5%~20%, 造成磷资源严重浪费^[1-2]。玉米是典型的磷

收稿日期: 2014-02-27

基金项目: 国家重点实验室基金(10201-244); 甘肃省自然科学基金(1010RJZA177)部分内容

作者简介: 王红丽(1980—), 女, 山西定襄人, 博士, 助理研究员, 主要从事旱作农业水肥利用研究。联系电话: (0931) 7612800。E-mail: zhswlh@163.com

苞气生鳞茎数为28.0~102.8粒、百粒重7 g以上, 气生鳞茎折合产量均在2 400 kg/hm²以上, 均较对照品种上海红蒜增产145%以上, 适宜秋季露地直播繁殖蒜种。金蒜3号、金蒜4号、金蒜2号、天水大蒜4个品种的生育期均在240 d以上, 单苞气生鳞茎数为49.7~126.0粒, 气生鳞茎折合产量较低, 适宜早春播种繁殖蒜种。

参考文献:

[1] 蒲建刚, 马平虎, 白鑫, 等. 天水市大蒜生产现状

与发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2008(4): 37-39.

[2] 郭恒. 大蒜气生鳞茎播期试验研究初报[J]. 甘肃农业科技, 2012(6): 42-43.

[3] 陆帼一. 大蒜高产栽培[M]. 北京: 北京金盾出版社, 1999.

[4] 南京农学院主编: 农业田间试验统计[M]. 北京: 农业出版社, 1979.

(本文责编: 王 颢)

敏感型作物,研究磷肥施用量对提高土壤磷素供应、增加玉米产量具有重要作用^[3-4]。全膜双垄沟播技术作为一项崭新的耕作技术,得到大面积推广,增产效果显著。目前,全膜双垄沟播玉米对水分、地温、干物质积累动态、资源利用效率及产量效应的影响等方面已有了较深入的研究^[5-6],但有关全膜双垄沟播玉米磷素吸收、利用及磷肥用量对其产量和磷素利用效率的影响的研究鲜见报道。由于磷肥资源的有限性,加之对旱地全膜双垄沟播玉米主产区耕地土壤磷素养分状况不清,对现行推广应用的全膜双垄沟播玉米技术磷素吸收规律不了解等,导致实际生产中玉米因不施磷减产或施磷不增产,浪费肥料的现象时有发生。为此,甘肃省农业科学院旱地农业研究所定西旱农试验站采用大田试验的方法,研究不同磷肥用量对旱地全膜双垄沟播玉米磷素吸收、利用和产量的影响,以期对旱地玉米磷肥高效利用和安全生产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

指示春玉米品种为沈单16号。试验氮肥为尿素(含N 46%),中国石油兰州石化公司生产;磷肥为过磷酸钙(含 P_2O_5 12%),昆明通达磷业有限公司生产;钾肥为氯化钾(含 K_2O 60%),陕西润泰化工科技有限公司生产。

1.2 试验地概况

试验于2010年在甘肃省定西县唐家堡试验站进行。海拔1 970 m,年均气温6.2℃,年辐射总量5 898 MJ/m²,年日照时数2 500 h,≥10℃积温2 075.1℃,无霜期140 d,属中温带半干旱气候。作物一年一熟,无灌溉,为典型旱地雨养农业。试验地土壤为黄绵土,耕层含有机质7.06 g/kg、全氮23.9 mg/kg、碱解氮5.0 mg/kg、全磷38.7 mg/kg、速效钾38.7 mg/kg, pH为8.25。前茬为小麦。

1.3 试验方法

试验采用完全随机设计,设 P_2O_5 50、100、150、200 kg/hm² 4个施磷水平,分别以P1、P2、P3、P4表示,以不施磷肥为对照(CK),每处理3次重复。采用全膜双垄沟播种植,宽行70 cm,窄行40 cm,小区面积30 m² (6 m×5 m),密度60 000株/hm²。播前按试验设计准确称取磷肥量,结合整地将N 225 kg/hm²、 K_2O 135 kg/hm²及称好的磷肥作为底肥一次性施入。2010年4月16日播种,10月17日收获,全生育期不灌溉,其余管理同当地大田生产。

1.4 采样与测定

玉米完熟期每小区随机取10株进行室内考种,

测定株高、穗位高、穗粒数、穗粒重、百粒重。每小区实收计产。在每个小区取代表性植株3株,将叶片、茎鞘(茎+叶鞘)、穗部营养体(苞叶+穗轴+穗柄)和籽粒在105℃下杀青30 min,70℃下烘干至恒重后测定干物质重。留小样粉碎后用钒钼黄比色法测定各器官的磷含量。

1.5 计算公式及统计方法

磷肥农学利用率(kg/kg)=(施磷区玉米产量-不施磷区玉米产量)/磷肥用量

磷肥表观利用率(%)=[(施磷区植株吸磷量-不施磷区植株吸磷量)/磷肥用量]×100

磷肥偏生产力(kg/kg)=施磷区产量/磷肥用量

磷肥生理利用率(kg/kg)=(施磷区产量-不施磷区产量)/(施磷区植株总吸磷量-不施磷区植株总吸磷量)

试验数据采用Microsoft Excel 2003和DPS7.05软件处理和统计分析。

1.6 试验地降水及气温特征

从图1可以看出2010年玉米全生育期降水分布及气温变化。其中降水307.8 mm,主要集中在5、6月份和9月份;年际间降水变化较大。2010年7、8月份的平均气温分别为19.55、18.65℃。

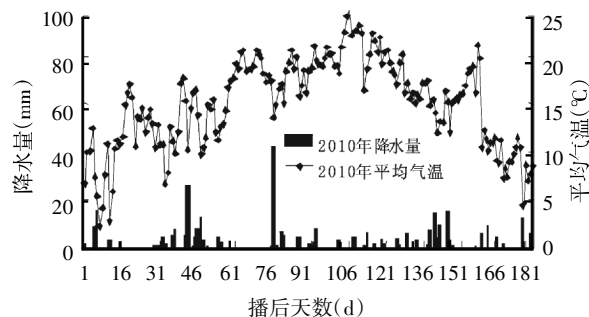


图1 玉米生育期降水和气温变化

2 结果与分析

2.1 磷肥施用量对全膜双垄沟播玉米产量及产量构成的影响

由表1可以看出,玉米增施磷肥均较CK增产,且与CK间的差异均达到了显著水平。随着磷肥用量的增加,玉米产量也随之增加。处理P₃、P₄分别较CK增产12.37%、13.64%,显著高于其他处理,但二者间差异不显著,表明施 P_2O_5 水平达150 kg/hm²时,再增加施磷量对旱地全膜双垄沟播玉米产量影响不明显。

施磷量对玉米产量构成因素均有一定的影响。其中穗粒数随着施磷量的增加而增加,P₄、P₃处理间差异不显著,说明施 P_2O_5 为150 kg/hm²可保证足够的穗粒数。施磷量对玉米的穗粒重、百粒重

表 2 不同磷肥施用量玉米完熟期的磷积累及分配

处理	积累量 (kg/hm ²)				分配比例 (%)			
	叶	茎鞘	穗部营养体	籽粒	叶	茎鞘	穗部营养体	籽粒
CK	8.32 c	16.84 c	5.645 d	54.421 c	9.8 a	19.8 a	6.6 a	63.9 a
P1	9.17 c	17.26 c	6.213 c	59.438 c	10.0 a	18.7 a	6.7 a	64.5 a
P2	12.26 b	19.72 b	6.257 bc	64.494 bc	11.9 a	19.2 a	6.1 a	62.8 a
P3	13.71 a	22.41 ab	6.475 b	68.537 b	12.3 a	20.2 a	5.8 a	61.7 a
P4	13.94 a	23.30 a	6.701 a	74.586 a	11.8 a	19.7 a	5.7 a	62.9 a

的影响均达到显著水平, 其中穗粒重P4、P3处理差异不显著, 均与其余处理间差异显著; 百粒重P4与P3处理差异不显著, 与其余处理差异显著, P3与P2差异不显著, 与P1、CK差异显著。表明穗粒重和百粒重对磷肥的反应敏感。

表 1 不同磷肥施用量对玉米产量及产量构成的影响

处理	穗粒数 (粒)	穗粒重 (g)	百粒重 (g)	折合产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)
CK	508.6 c	103.1 c	21.1 c	7 211.2 d	
P1	508.7 c	114.7 c	23.6 c	7 678.0 c	6.47
P2	511.3 bc	128.7 b	26.0 b	7 824.5 b	8.50
P3	524.6 ab	141.0 a	28.6 ab	8 103.2 a	12.37
P4	525.5 a	143.0 a	29.5 a	8 194.5 a	13.64

2.2 不同磷肥用量对玉米完熟期磷积累和分配的影响

由表2可以看出, 不同处理间, 玉米完熟期植株各器官磷素分配比例从大到小依次为籽粒、茎鞘、叶、穗部。其中籽粒磷素积累量最大, 占植株磷总量的61.7%~64.5%; 籽粒磷含量较对照提高5.017~20.165 kg/hm²。同一器官不同处理磷积累量存在显著差异, 且随着施磷量的增加, 各器官中磷积累量也相应增加, 其中P4处理磷积累量最大, 其次是P3, CK磷素积累量最低。

2.3 不同施磷量对磷肥利用的影响

从表3可以看出, 磷肥用量水平对玉米磷素利用率产生显著影响。随磷肥用量增加, 磷肥农学利用率由9.34 kg/kg下降至4.92 kg/kg; 磷肥表观利用率由25.71%下降至16.65%; 磷肥生理利用率由36.31 kg/kg下降至29.53 kg/kg; 磷肥偏生产力由153.56 kg/kg下降至40.97 kg/kg。

表 3 不同磷肥用量下旱地全膜双垄沟播玉米磷肥利用率

处理	磷肥农学利用率 (kg/kg)	磷素表观利用率 (%)	磷肥生理利用率 (kg/kg)	磷肥偏生产力 (kg/kg)
CK				
P1	9.34 a	25.71 a	36.31 a	153.56 a
P2	6.13 b	17.51 b	35.04 ab	78.25 b
P3	5.95 b	17.27 b	34.42 b	54.02 c
P4	4.92 c	16.65 c	29.53 b	40.97 d

36.31 kg/kg下降至29.53 kg/kg; 磷肥偏生产力由153.56 kg/kg下降至40.97 kg/kg。说明过量的磷肥不能被作物吸收, 反而会降低磷肥的利用率。综合考虑玉米籽粒产量及磷肥利用率等因素, P3处理下玉米磷肥偏生产力与P2相比有显著下降, 其余3个指标间差异未达显著水平。因此, P₂O₅用量为150 kg/hm²时, 可使旱地全膜双垄沟播玉米生长发育得到较好地协调统一。

3 小结与讨论

试验结果表明, 在氮、钾肥基础上增施磷肥, 旱地全膜双垄沟播玉米产量平均增加6.47%~13.64%。随着磷肥用量的增加, 玉米籽粒产量相应增加, 施P₂O₅量为150 kg/hm²和200 kg/hm²时籽粒产量较对照分别增加12.37%、13.64%, 显著高于其它处理。完熟期玉米植株各器官磷素积累量也相应增加, 但分配差异不显著, 其中籽粒磷素积累量最大, 占植株磷总量的61.7%~64.5%。磷肥农学利用率、磷肥偏生产力、磷素表观利用率和生理利用率均随磷肥用量的增加显著下降。综合考虑, P₂O₅用量为150 kg/hm²时可达高产高效。

参考文献:

- [1] 王庆仁, 李继云. 论合理施肥与土壤环境的可持续性发展[J]. 环境科学进展, 1999 (2): 117-125.
- [2] 熊毅, 李庆逵. 中国土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 492-495.
- [3] 章爱群, 贺立源, 门玉英, 等. 磷水平对不同耐低磷玉米基因型幼苗生长和养分吸收的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2008, 14(3): 347-350.
- [4] 陈祥, 同延安, 杨倩. 氮磷钾平衡施肥对夏玉米产量及养分吸收和累积的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2008(6): 19-22.
- [5] 王红丽, 张绪成, 宋尚有. 半干旱区旱地不同覆盖种植方式玉米田的土壤水分和产量效应[J]. 植物生态学报, 2011, 35(8): 825-833.
- [6] 王红丽, 张绪成, 宋尚有, 等. 旱地全膜双垄沟播玉米的土壤水热效应及其对产量的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(10): 2609-2614.