

呼和浩特地区施磷 对春小麦养分吸收和生物产量的影响

邵兴华¹, 张建忠¹, 高炳德²

(1. 上饶师范学院, 江西 上饶 334000; 2. 内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘 要: 内蒙古农业大学教学农场大田设施磷与不施磷两处理, 分析研究春小麦不同生育期体内的氮、磷、钾含量、吸收量, 干物质积累量和生物产量。结果表明, 乳熟—蜡熟阶段是春小麦养分吸收和生物产量积累的最快时期, 磷可提高植株体内氮、磷养分浓度, 对其他养分浓度影响不是很明显。磷素有利于干物质积累, 可以增加春小麦生物产量和籽粒中氮、磷含量, 但对钾素的影响不明显。因此, 在制定施肥方案时, 应重视氮、磷、钾的合理配合, 以满足春小麦“高产、优质、高效”生产的营养需要。

关键词: 磷; 春小麦; 养分吸收; 生物产量

中图分类号: S512.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2007)06-0062-04

春小麦主要在东北以及西北地区种植, 内蒙古是春小麦主产区之一。小麦产量受气候、品种、施肥等多种因素的综合影响, 其中肥料的作用通常占到40%左右。磷是植物生长的必需大量营养元素之一。世界范围内多数农田土壤的有效磷含量较低, 远远不能满足植物正常生长的需要, 土壤缺磷已成为现代农业生产发展的主要限制因素之一^[1,2]。

很多研究已证明, 良种推广是小麦高产的基础, 而高产潜力的发挥, 施肥具有重要的意义^[3,4]。但施磷对春小麦的养分含量、吸收量及生物产量的影响报道很少, 本文针对磷肥对春小麦养分含量、吸收量及生物产量的影响进行了有关探索。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

本试验于2001年在内蒙古农业大学教学农场进行。供试土壤为脱潜育潮土, 耕层土壤0~20 cm有机质 30.92 g/kg, 全氮量为 0.132%, 碱解氮 111.2 mg/kg, 速效磷为 42 mg/kg, 速效钾为 114 mg/kg, pH 为 7.6。

1.2 实验处理与供试肥料

田间试验设 NK、NPK 2 个处理。供试品种为永良 4 号, 公顷施尿素 405 kg, 重钙 165 kg, 硫酸钾 150 kg, 其中 P、K 肥结合播种侧深施, 尿素每处理 37.5 kg 做种肥, 其余结合浇水在分蘖期, 拔节期追肥。播种量 337.5 kg/hm², 2001 年 4 月 1 日播种,

播种方式为人工开沟播种。小区面积 20 m², 三次重复, 随机区组排列, 整个生育期浇水 3 次, 其余同大田管理。

1.3 样品采集与制备

在整个生育期每处理取样 7 次, 分别在分蘖(出苗后 19 d)、拔节(29 d)、挑旗(41 d)、开花(49 d)、乳熟(69 d)、蜡熟(83 d)、完熟(91 d)期进行。每个区随机取 30 株, 拔节前样品不分器官, 拔节后器官按茎、叶和穗(灌浆后分为颖壳+穗轴和籽粒)将各器官分开, 于烘箱中 85℃ 杀青 30 min, 然后于 65℃ 条件下烘干, 粉碎后过 40 目筛, 混匀备分析用。

1.4 测定方法

N 采用硫酸—双氧水消化, 半微量开氏定氮法; 钼钼黄比色法测 P; 火焰光度法测 K; S 采用硝酸—高氯酸消煮—硫酸钡比浊法; Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 采用原子吸收分光光度法^[5,6]。

2 结果分析

2.1 不同生育期的养分含量

表 1 和表 2 结果表明, 全株养分在各生育时期的浓度, 均以 K 最高, N 第二, S 第三, P 第四。Ca 的浓度在挑旗之前高于 Mg, 之后则低于 Mg, Fe 第 7, Mn 第 8, Zn 第 9, Ca 第 10。随着生育时期的推进, 10 种养分全株浓度均呈下降趋势。不同养分又表现出各自的特点。

收稿日期: 2007-03-26

作者简介: 邵兴华(1970—), 女, 博士, 副教授, 主要从事土壤磷素及植物生理研究。E-mail: xinghuashao@126.com。

表 1 春小麦不同生育期大、中量元素的含量(g/kg)

Table 1 N、P、K、Ca、Mg、S content in spring wheat at different stages

养分 Nutrients	处理 Treatment	生育期 Growing stages						
		分蘖 Tillering	拔节 Jointing	挑旗 Flaging	开花 Flowering	乳熟 Milky	蜡熟 Wax maturing	完熟 Ripening
N	NPK	32.8	16.0	12.3	9.5	7.7	8.2	9.0
	NK	21.3	14.8	11.3	9.3	8.0	7.1	8.9
	平均 Average	27.1	15.4	11.8	9.4	7.9	7.7	9.0
P	NPK	3.8	3.2	3.7	2.3	1.9	1.5	1.1
	NK	3.4	3.0	2.9	2.1	1.3	0.9	0.6
	平均 Average	3.6	3.1	3.3	2.2	1.6	1.2	0.9
K	NPK	47.0	43.8	31.3	26.7	16.7	12.2	12.5
	NK	44.1	38.1	31.7	23.1	15.3	12.9	12.4
	平均 Average	45.6	40.9	31.5	24.9	16.0	12.5	12.5
Ca	NPK	2.4	2.8	2.5	1.2	1.0	1.1	1.0
	NK	3.0	2.5	1.4	1.2	1.1	1.2	1.3
	平均 Average	2.7	2.7	1.9	1.2	1.0	1.2	1.2
Mg	NPK	2.2	2.4	1.4	1.4	1.1	1.2	1.2
	NK	2.0	2.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
	平均 Average	2.1	2.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1
S	NPK	4.0	4.0	3.6	3.1	2.5	2.3	2.0
	NK	4.0	4.8	3.3	2.7	2.4	2.3	2.1
	平均 Average	4.0	4.4	3.5	2.9	2.5	2.3	2.1

表 2 春小麦不同生育期微量元素含量(mg/kg)

Table 2 Minor element content in plant of spring wheat at different stages

养分 Nutrients	处理 Treatment	生育期 Growing stages						
		分蘖 Tillering	拔节 Jointing	挑旗 Flaging	开花 Flowering	乳熟 Milky	蜡熟 Wax maturing	完熟 Ripening
Fe	NPK	975.2	639.1	404.3	341.8	190.6	179.6	281.8
	NK	988.7	652.1	395.2	307.1	187.0	162.2	252.7
	平均 Average	982.0	645.6	399.8	324.5	188.8	170.9	267.3
Mn	NPK	63.4	43.9	31.8	38.2	30.7	29.2	40.0
	NK	44.0	46.3	30.2	31.9	27.4	30.6	37.2
	平均 Average	53.7	45.1	31.0	35.1	29.1	29.9	38.6
Cu	NPK	10.9	9.1	6.0	7.2	5.8	6.4	5.4
	NK	9.1	9.1	4.9	7.3	5.2	4.7	4.5
	平均 Average	10.0	9.1	5.5	7.3	5.5	5.6	5.0
Zn	NPK	38.0	27.5	19.4	14.5	11.6	10.7	10.2
	NK	31.1	25.1	14.6	14.0	10.9	10.4	9.4
	平均 Average	34.6	26.3	17.0	14.3	11.3	10.6	9.8

不同生育期地上部分干重的含氮量在 32.8～7.1 mg/kg 之间。分蘖期含氮量最高,NPK 处理为 21.3 mg/kg,NK 处理为 32.8 mg/kg。随后的生育期含氮量逐渐下降,原因可能是气温升高营养生长加快,生物产量剧增,养分浓度稀释,导致地上部分

含氮量逐渐下降。完熟期茎秆含氮量比腊熟期稍有上升,两处理差别很小。

在春小麦整个生育期内,植株含磷量呈下降的趋势,但变幅比 N、K 小得多,结果见表 1。NPK 处理植株含磷量高于 NK 处理,说明施磷影响磷的吸

收。增加施磷量促进了植株磷素代谢,进而提高了磷素的吸收量^[7]。土壤中各种养分的供应量,在一定程度上是决定植株对其吸收量的主要因素^[7]。植株含磷在完熟期最低,这时磷大部分转移到了籽粒中,反映了磷的转移及其在籽粒形成中的重要作用。

随着生育进程的推移,全株钾浓度也呈曲线下降趋势,开花期之前下降迅速,从分蘖期的 45.6 g/kg 下降到开花期的 24.9 g/kg,下降了 45.4%,之后下降缓慢。

Ca 的浓度分蘖期与拔节期没有区别,之后波浪式下降,到成熟期达 1.2 g/kg,下降了 56%。

Mg 的浓度拔节期出现了峰值 2.3 g/kg,挑旗期下降到 1.3 g/kg,下降了 43%,之后有小幅波浪式下降,完熟期下降到 1.1 g/kg。

全株 S 浓度在出苗后 29 天出现高峰,达 4.4 g/kg,比分蘖期 19 天提高 9%,之后逐渐下降,到成熟期达 2.1 g/kg,下降了 52%。

Fe 素浓度开花期之前下降迅速,从分蘖期 982 mg/kg 下降到开花期 324 mg/kg,下降 658 mg/kg,之后下降缓慢,到完熟期又有所回升。

Mn 浓度挑旗前下降迅速。分蘖期 53.7

mg/kg,挑旗下降到 31.0 mg/kg,下降了 22.7 mg/kg。开花期上升到 35.1 mg/kg,乳熟期下降到 27.4 mg/kg,完熟期上升到 38.6 mg/kg,总体趋势是下降,开花后有小幅波动。

Cu 浓度在整个生育期以分蘖期最高,为 10.0 mg/kg,之后波浪式下降,第一谷底在挑旗期,5.5 mg/kg;第二谷底在完熟期 5.0 mg/kg。

Zn 浓度在整个生育进程中呈下降趋势,分蘖期最高 34.6 mg/kg,成熟期为 9.8 mg/kg,下降 24.8 mg/kg。

2.2 不同生育时期干物质的积累速率

不同阶段干物质积累的速率是不同的。最低在分蘖一拔节期,此期长达 29 d,其速率只有 0.12~0.27 mg/(plant·d),最高峰出现在乳熟一蜡熟期,其速率达到 1.98~2.75 mg/(plant·d),完熟期干物质积累速率开始下降。这与营养生长将要结束有关。两个处理相比较,分蘖一拔节期干物质积累速率基本相同,挑旗一完熟期 NPK 处理干物质积累速率大于 NK 处理,这说明磷肥能促进春小麦干物质累积。干物质积累的高峰期大致出现在开花一蜡熟期,这与氮、钾养分积累同步,几乎同时达最大值(表略)。

表 3 春小麦不同生育阶段的干物质积累速率

Table 3 Accumulation rate of dry matter weight in spring wheat at different stages [mg/(plant·d)]

处理 Treatment	生育期 Growing stages							均值 Average	t 值 t Value
	分蘖 Tillering	拔节 Jointing	挑旗 Flaging	开花 Flowering	乳熟 Milky	蜡熟 Wax Maturing	完熟 Ripening		
NPK	0.12	0.26	0.83	1.57	2.41	2.75	2.70	—	
NK	0.12	0.27	0.72	1.21	1.98	2.74	2.31	—	
差值 Differentiation	0	—0.01	0.11	0.36	0.43	0.01	0.39	0.18	2.432

$t_{0.01}=3.707$ $t_{0.05}=2.447$ $t_{0.1}=1.943$

2.3 生物产量和籽粒养分吸收

由表 4 看出,10 种养分平均运转率从大到小的顺序依次为锌>磷>氮>铜>镁>硫>锰>钾>铁>钙,最大者为锌,最小者为钙。在 NK 肥的基础上施 P 肥,提高 N、P、K、Ca、Mg、Mn、Cu、Zn 的运转率

分别为 5 个百分点、6.8 个百分点、0.6 个百分点、1.2 个百分点、4 个百分点、1.5 个百分点、2.4 个百分点、11.5 个百分点、降低 S 运转率 0.2 个百分点,没有改变 Fe 的运转率。

表 4 磷肥对春小麦养分运转率的影响(%)

Table 4 Effect of phosphorus on the rate of nutrient transformation of spring wheat

处理 Treatments	N	P	K	S	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
NPK	66.3	68.8	17.6	38.0	3.8	39.0	7.8	31.8	44.7	77.1
NK	61.4	62.0	17.0	38.2	2.6	35.0	7.8	30.3	42.3	65.6
平均 Average	63.9	65.4	17.3	38.1	3.2	37.0	7.8	31.1	43.5	71.4

从表 5 可以看出,NPK 处理籽粒产量高于 NK 处理,说明合理施磷有利于提高产量。从表中同时也可以看出,磷肥促进籽粒对 N、P 的吸收,对 K 的吸收影响不明显。这与前面的磷增加氮、磷浓度的结果完全一致。

表 5 不同处理春小麦的籽粒产量及籽粒养分吸收量
Table 5 Grain yield and nutrient uptake in different treatment

处理 Treatment	籽粒产量 Yield (kg/hm ²)	吸 N 量 N content (g/kg)	吸 P 量 P content (g/kg)	吸 K 量 K content (g/kg)
NPK	4630.3	16.5	4.7	3.5
NK	4456.1	14.8	4.3	3.6

3 讨 论

1) 磷肥对养分浓度的影响。春小麦体内养分浓度是由内在种性与外在条件共同决定的,营养条件对各种养分浓度的变化规律无明显的影响,对各个时期的浓度的高低有不同程度的影响。P 肥提高植株体内氮、磷养分浓度,对其他养分浓度影响不是很明显。

2) 磷肥对不同生育时期干物质的积累速率的影响。干物质积累最低时期是分蘖~拔节期,积累

最早期是乳熟~蜡熟期,完熟期积累速率降低。两种处理相比,NPK 处理提高干物质的积累速率,促进干物质积累。说明磷肥有利于干物质积累,同时磷肥对于籽粒中磷素含量影响很大。

3) 磷肥对生物产量和籽粒养分吸收的影响。施磷肥可以提高各种营养元素的运转率。磷肥可以增加春小麦生物产量和籽粒中氮、磷含量,但对钾素的影响不明显。

参 考 文 献:

[1] 严小龙,张福锁.植物营养遗传学[M].北京:农业出版社,1997.

[2] 严小龙,廖红,戈振扬,等.植物根构型特性与磷吸收效率[J].植物学通报,2000,17(6):511—519.

[3] 张会民,刘红霞,苗艳芳,等.钾、锰配施对旱地冬小麦养分吸收与产量的影响[J].西北农学报,2002,11(4):63—66.

[4] 王伟利,何淑平,曾玲玲,等.不同肥料配方对春小麦产量和养分吸收的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2006,18(2):30—33.

[5] 南京农业大学.土壤农化分析[M].北京:农业出版社,1986.

[6] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1983.

[7] 刘克礼,高聚林,张永平,等.春小麦氮、磷、钾三要素利用率的研究[J].麦类作物学报,2003,23(3):103—106.

Effect of phosphorus on nutrient absorption and yield of spring wheat ——A case study of Huhehaote area

SHAO Xing-hua¹, ZHANG Jian-zhong¹, GAO Bing-de²

(1. Shangrao Normal College, Shangrao, Jiangxi 334000, China;

2. Inner Mongolia Agricultural University, Huhehaote, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: The methods of field experiment, lab analysis and statistical analysis were adopted to study the influence of phosphorus on nutrient content in spring wheat, nutrient absorption, accumulation of dry matter and biological yield of spring wheat. There were two treatments NPK and NK with three replicates for the field experiment and the rate of phosphorus fertilizer was 165 kg/hm². The results of field experiment showed: the fast phrase of nutrient absorption and accumulation of dry matter were between the phrases of milky and wax maturing. Phosphorus fertilizer could improve nitrogen and phosphorus content in spring wheat, but had less effect on other nutrients in spring wheat. Phosphorus fertilizer could increase accumulation of dry matter of spring wheat, increase yield of spring wheat, and increase content of nitrogen and phosphorus in seed of spring wheat. Therefore, more attention should be paid to using nitrogen fertilizer, phosphorus fertilizer and potassium fertilizer in proper rate.

Keywords: phosphorus; spring wheat; nutrient absorption; biological yield