

水磷耦合对冬小麦幼苗营养元素含量的影响

聂俊华 李 丽 肖秋生

(山东农业大学资源与环境学院 山东泰安 271018)

摘 要 本文研究了速效水范围内水磷耦合对冬小麦幼苗的 N、P、K 吸收量的影响。结果表明：不同速效水水平对小麦苗期 N、P 和 K 的吸收有明显影响。在不同的 P 水平处理时最高 N、P 吸收值都出现在速效水高的处理上，低水时 N、P 吸收也较低。中 P 与高水配合有利于 N、P 的吸收。低速效水时提高 P 水平可促进 P 吸收，但不能显著提高 N 吸收。速效水的水平对 K 吸收影响不如对 P 吸收影响明显，品种间差别不大。结果还显示土壤低 P 处理显著降低植株幼苗对 P 素的吸收，不同速效水水平时增加土壤 P 可以提高植株吸 P 量。土壤缺 P 对小麦植株 K 吸收有一定影响，水磷耦合后品种间的 K 吸收量差异加大。

关键词 冬小麦；水磷耦合；养分含量

中图分类号 S152.7⁺5；S512.1⁺1；S512.061

关于冬小麦植株体内 N、P、K 的吸收积累和分配规律，前人已有很多研究^[1-3]。N、P、K 是小麦生长发育过程中吸收量较大的营养元素^[4]。植物体内营养元素含量测定常常作为营养诊断的指标，用于与正常植株体内营养元素含量作比较指导施肥^[5]。作物品种、生长环境与栽培措施的差别均会影响到植物体内营养元素含量。水分是植物生长必须的重要因子，当土壤供应不足时，植物正常生理功能受到干扰，因此养分与水分对植物生长发育的影响一直是本领域的研究热点。如品种对水分胁迫的适应性研究^[6-8]；水分胁迫对出苗率、幼苗发育、产量、质量、水分利用率等的影响研究^[7-11]；喷灌条件下高产冬小麦植株体内 N、P、K 的时空分配特点研究等^[12]。关于水肥耦合对植物的影响研究相对较少，近年来报道逐渐增加。如旱农区水磷耦合效应对春小麦产量和水分利用效率的影响研究^[13]；关于 N、P 营养在水分亏缺情况下对春小麦幼苗相关保护酶活性的影响研究^[14]；水肥耦合对冬小麦各生育期叶片质膜相对透性的影响^[15]；浇灌底墒水并施 P 对小麦前期生长及产量影响的研究等^[16]。

土壤水分含量受土壤物理性质影响^[17]。根据对作物的有效性分为速效水与迟效水，对作物影响较大的是速效水，其含量大约在田间持水量到毛管断裂水之间，而迟效水由于移动缓慢及释放量少而对作物贡献较少。前人所做研究着重于水分胁迫即缓

效水的植物反应，对速效水与植物营养的耦合效应探讨不多。本文对速效水范围内水磷耦合对小麦幼苗的影响做了初步研究，重点分析了水磷耦合对小麦幼苗 N、P、K 含量水平的影响。

1 材料与方法

1.1 试验用基质

试验共设 4 个速效水处理。因为土壤速效水含量受供试基质的体积质量（容重）、孔隙状况控制，因此采用了蛭石、河沙和锯末 3 种原料以不同的比例混合，配制成复合人工基质。河沙及锯末就地取材，分别过 2.0 mm 筛备用。蛭石从市场购得，为粉末状。将河沙、锯末与蛭石 3 种原料按照表 1 所列 4 种比例配制好，并用土柱法测定各个处理的水分物理性质（表 1）。

栽培基质速效水含量用压力膜法测定，4 个处理的速效水总含量以水分占干土重的质量表示，自高至低依次为 961.4、633.2、384.8 和 88.2 g/kg（表 2）。

P 处理设 4 个水平，以过磷酸钙施入土壤，P₁、P₂、P₃、P₄ 分别表示施 P 为 0、0.05、0.2、0.4 g/kg 土。水磷耦合后共 16 个处理。试验为盆栽，每盆盛 1 kg 土，3 次重复。所有处理按照每盆 0.2 g/kg 量各施入 N、K 营养。

表 1 试验基质水分物理性质
Table 1 Physical properties of the media in test

水处理	沙:锯末:蛭石	体积质量 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	毛管空隙度 (%)	毛管上升水 高度 (m)	吸水速率 (ml/(cm ² ·h))	渗透速度 (mm/min)	渗入水量 (ml/(cm ² ·h))
W1	2 : 0 : 8	0.52	71.90	61.47	17.7	6.92	0.50	5.35
W2	0 : 2 : 8	0.36	89.88	80.32	11.1	7.69	0.50	5.03
W3	4 : 2 : 4	0.75	57.47	51.72	9.1	4.97	2.50	5.03
W4	8 : 0 : 2	1.34	38.20	47.13	11.3	3.96	1.27	4.40

表 2 供试基质水分处理的水分特征曲线及速效水含量
Table 2 Moisture retention curve and readily available water content of the culture media

水分 处理	水分特征曲线 S=(θ)	速效水上限 (g/kg)	速效水下限 (g/kg)	速效水总量 (g/kg)
W1	$S=4243\theta^{0.8621}$	1056	94.6	961.4
W2	$S=15893\theta^{1.2470}$	700.0	67.3	633.2
W3	$S=896\theta^{0.6495}$	403.0	18.2	384.8
W4	$S=230\theta^{0.4766}$	89.50	1.3	88.2

1.2 供试植物

供试小麦选择烟优 3729 及 9401 两个品种。

盆栽培养 30 天后取样测定植株含水量，干重。

植株 N 用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮，碱解蒸馏法测定；P 用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮，钒钼黄比色法测定；K 含量

用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮，火焰光度法方法测定^[18]。

2 结果与分析

2.1 水磷耦合对小麦幼苗 N 素吸收的影响

图 1 是将烟优 3729 及 9401 两个品种不同处理

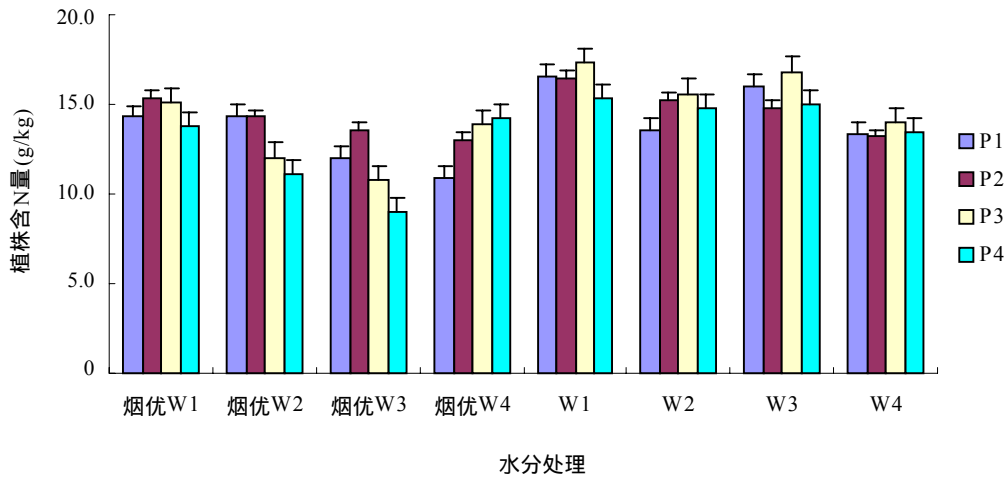


图 1 水磷耦合对小麦植株 N 吸收的影响

Fig. 1 Coupling effects of water and phosphorus on N level of the wheat

的植株含 N 量作比较后所作。从图 1 可以看出，土壤速效水的水平对 N 吸收影响明显，两个品种在不同的 P 水平处理时最高 N 吸收值都出现在速效水高的处理上，品种间略有差别，低水时 N 吸收也较低。

土壤缺 P 影响烟优 3729 对 N 的吸收，但对 9401 的影响则不明显。水磷耦合后，中 P 与高水结合时 N 吸收较多，但低水与低 P 结合时 N 吸收并不是最低。烟优 3729 的最高 N 吸收量出现在 P2 与 W1 的

组合上,最低吸收量出现在P4与W3的组合上。9401的最高吸收量出现在P3与W1的组合上,最低吸收量出现在P2与W4的组合上。

2.2 水磷耦合对小麦P素吸收的影响

图2显示了不同水磷处理对小麦幼苗P吸收的影响。可以看出速效水对P吸收影响明显,两个小麦品种不同P水平的最高P吸收值出现在速效水高的处理上,品种间差别不很大。低速效水时P吸收普遍较低。中P与高水配合时有利于P的吸收。但

在速效水少时P水平的提高可以促进P吸收。结果还显示土壤低P处理显著影响植株幼苗对P素的吸收,不同速效水水平时增加土壤P可以提高植株吸P量。

烟优3279的最高值出现在P4与W1的组合上,最低值出现在P1与W4的组合上。9401的最高值出现在P3与W1的组合上,最低值出现在P1与W4的组合上。

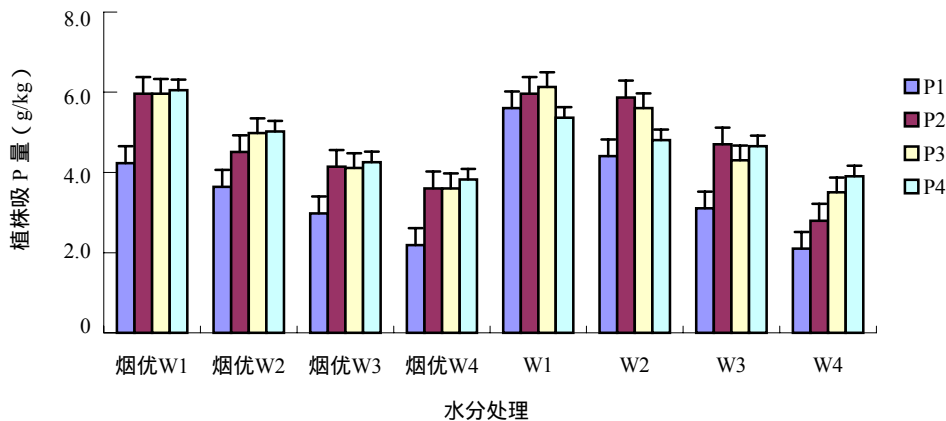


图2 水磷耦合对小麦幼苗P吸收的影响

Fig. 2 Coupling effects of water and phosphorus on P level of the wheat

2.3 水磷耦合对小麦K素吸收的影响

从图3可以看出速效水的水平对K影响不如对P吸收影响明显,品种间差别不大。水磷耦合后品种间的K吸收量差异加大。烟优3279在中P高水与中P中水时吸K量一直很高,低水时除P2处理

外其余处理的吸K量均下降。9401的各个水处理中P3处理明显优于其他P处理,在低水时各P处理吸K量下降不如烟优3279明显,由此可以看出9401的吸K量变化对P比对水敏感。土壤缺P对小麦植株K吸收有一定影响,但本试验中9401可以通过

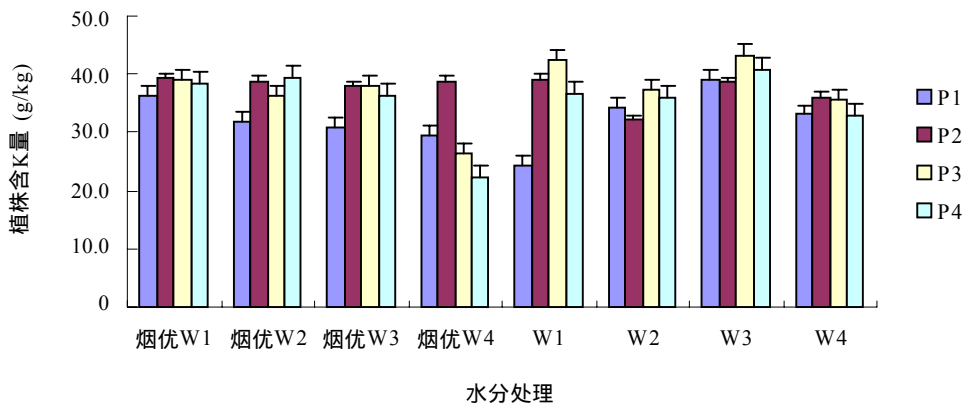


图3 水磷耦合对小麦幼苗K吸收的影响

Fig. 3 Coupling effects of water and phosphorus on K level of the

适当地提高速效水水平调节其对 K 素的吸收。

烟优 3279 不同 P 水平的最高 P 吸收值出现在 P2 与 W1、P4 与 W2 的 2 个组合上，最低吸收量出现在 P4 与 W4 的组合上。而 9401 则在 P3 与 W3 组合时出现最高值。

3 讨论与结论

(1) 各器官中较高的养分三要素含量,是小麦取得超高产的营养生理基础。景蕊莲等^[10]的研究指出：在喷灌条件和每公顷 7600 ~ 9450 kg 的产量水平下,冬小麦植株各器官中 N、 P_2O_5 和 K_2O 的含量变化各有特点,尤其是各时期 N、 P_2O_5 和 K_2O 的含量均高于以往报道的维持正常生育的诊断值。本试验结果也说明不同速效水水平对小麦苗期 N、P 和 K 的吸收有明显影响。速效水的水平对 K 影响不如对 N、P 吸收影响明显。

(2) 烟优 3279 与 9401 两个品种在不同的 P 水平处理时最高 N、P 吸收值都出现在速效水高的处理上,品种间略有差别,低水时 N、P 吸收也较低。中 P 与高水配合时有利于 P 的吸收。但在速效水少时 P 水平的提高可以促进 P 吸收。速效水的水平对 K 影响不如对 P 吸收影响明显,品种间差别不大。水磷耦合后品种间的 K 吸收量差异加大。烟优 3279 在中 P 高水与中 P 中水时吸 K 量一直很高,低水时除 P2 处理外其余处理的吸 K 量均下降。9401 的吸 K 量变化对 P 比对水敏感。

(3) 土壤缺 P 影响烟优 3279 对 N 的吸收,但对 9401 的影响则不明显。水磷耦合后中 P 与高水结合时 N 吸收较多,但低水与低 P 结合时 N 吸收并不是最低。中 P 与高水配合时有利于 P 的吸收。但在速效水少时 P 水平的提高可以促进 P 吸收。结果还显示土壤低 P 处理显著影响植株幼苗对 P 素的吸收,不同速效水水平时增加土壤 P 可以提高植株吸 P 量。土壤缺 P 对小麦植株 K 吸收有一定影响,但本试验中 9401 可以通过适当提高速效水水平调节其对 K 素的吸收。

参考文献

- 1 张国平. 小麦干物质积累和氮磷钾吸收分配的研究. 浙江农业科学, 1984, (5): 222 ~ 225
- 2 Karlin DL, Whitney DA. Dry matter accumulation, mineral concentrations and nutrient distribution in wheat. *Agron. J.*, 1980, 72: 281 ~ 288
- 3 Waldren RP, Flowerday AD. The growth stages and distribution of dry matter N, P, K in winter wheat, *Agron. J.*, 1979, 71: 391 ~ 397
- 4 单玉珊, 韩守良, 慕美财. 小麦高产栽培技术原理. 北京: 科学出版社, 2001, 67
- 5 谭金芳主编. 作物施肥原理与技术. 北京: 中国农业大学出版社, 2003, 66 ~ 67
- 6 王传海, 申双和, 郑有飞, 何都良, 赵晓丽. 土壤湿度对小麦出苗及幼苗生长的影响. *南京气象学院学报*, 2002, 25 (5): 693 ~ 697
- 7 郭天财, 彭羽, 王晨阳, 张秀英, 张灿军. 节水灌溉对两个冬小麦品种影响效应的初步研究. *干旱地区农业研究*, 2002, 20 (2): 86 ~ 89
- 8 阮立山, 徐梦熊. 土壤水分条件对冬小麦耗水的影响. *土壤*, 1996, 28 (6): 307 ~ 311
- 9 巫东堂, 焦晓燕, 韩雄. 旱地麦田土壤水分预测模型研究. *土壤学报*, 1996, 33 (1): 105 ~ 110
- 10 景蕊莲, 昌小平, 朱志华, 胡荣海. 小麦幼苗根系形态与反复干旱存活率的关系. *西北植物学报*, 2002, 22 (2): 243 ~ 249
- 11 李卫民, 周凌云, 徐梦雄. 土壤水分胁迫下氮素营养对冬小麦光合生理和环境的的影响. *土壤学报*, 2002, 39 (3): 397 ~ 403
- 12 李雁鸣, 张建平, 王焕忠, 姜青珍, 吴景五. 喷灌条件下高产冬小麦植株体内氮磷钾的时空分配特点. *河北农业大学学报*, 2002, 25 (3): 1 ~ 5
- 13 王同朝, 卫丽, 吴克宁, 李凤民. 旱农区水磷耦合效应对春小麦产量和水分利用效率的影响. *农业工程学报*, 2000, 16 (1): 53 ~ 55
- 14 张国盛, 张仁陟. 水分亏缺下氮磷营养对小麦幼苗保护酶活力的影响. *甘肃农业大学学报*, 2002, 37 (3): 285 ~ 289
- 15 郑险峰, 翟丙年, 韩建刚, 高亚军, 田霄鸿, 李生秀. 水肥耦合对冬小麦不同生育期质膜透的影响. *西北植物学报*, 2002, 22 (2): 221 ~ 228
- 16 Copper PJM, Gregory PJ, Keating JDH, et al. Effects of fertilizer, variety and location on, Barely production under rainfed conditions in Northern Syria, 2. Soil water dynamics and crop water use, *Field Crop Research*, 1987, 16: 67 ~ 84
- 17 Zhao YG, Zhang GL, Gong ZT. SOTER-based soil water erosion simulation in Hainan Island. *Pedosphere*, 2003, 13 (2): 139~146
- 18 鲍士旦主编. 土壤农化分析. 第 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2002, 263 ~ 270

COUPLING EFFECT OF WATER AND PHOSPHORUS ON NUTRITION OF WINTER WHEAT SEEDLING

NIE Jun-hua LI Li XIAO Qiu-sheng

(*Resource and Environmental College of Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018*)

Abstract Coupling effect of water (readily available water) and phosphorus on N, P, K uptake by winter wheat seedlings was studied. The results showed that availability of water had a notable effect on N, P, K uptake. The peaks of N and P uptake were always observed in treatments with a high level of readily available water regardless of P levels. When the level of readily available water went down, the uptake of N and P was also down. The coupling of moderate P rate with a high level of water was most contributive to P and N uptake. When the water level was low, increasing the input of phosphorus can improve absorption of P, but had no effect on absorption of N. The effect of readily available water on K uptake by the seedlings was not so obvious as that on P uptake. The experiment also showed in treatments low in P input seedling P uptake was significantly lower, and increasing P input can increase plant P uptake regardless of water levels. Soil P stress also had same effect on wheat K uptake. The coupling effect on K uptake varied sharply with the variety of the crop.

Key words Winter wheat, Coupling effect of water and phosphorus, Nutrient level