



不同钾肥对小麦种子水培效果的影响

张会平 赵 洁 许美玲* 冯梦喜*

河南黑色生态科技有限公司 新乡 453731

摘 要: 为了研究等钾含量条件下不同肥料对小麦幼苗生长的影响,以“济麦 22”为研究对象,开展小麦种子水培试验,通过对小麦幼苗苗高、主根长、主根粗及干重等指标测定分析,综合评价不同钾肥对小麦幼苗影响效果。结果表明:在小麦幼苗苗高及干重方面,腐植酸产品 I 和腐植酸产品 II 两个处理较对照增长率最高,其次是 KCl 的两个处理,而 K_2SO_4 和 KH_2PO_4 各自的两个处理较对照也有不同程度的提升,不同钾肥在提高小麦幼苗苗高及干重生长方面有一定的促进作用。在小麦根系生长方面,仍是腐植酸产品 I 和腐植酸产品 II 两个处理的主根长较对照增长率最高,而 KCl (对应腐植酸产品 I 中的钾含量)处理较对照仅有 3.73% 的增长率,其余处理的主根长均低于对照。可见,此浓度下的钾离子会出现抑制小麦幼苗主根生长的现象。整体来说,钾含量相同条件下,腐植酸对促进小麦幼苗生长具有较明显作用。

关键词: 腐植酸; 钾离子; 小麦; 水培试验

中图分类号: TQ314.1, S512.1 文章编号: 1671-9212(2024)01-0045-05

文献标识码: A DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.01.006

Effects of Different Potassium Fertilizers on Hydroponics of Wheat Seeds

Zhang Huiping, Zhao Jie, Xu Meiling*, Feng Mengxi*

Henan Black Ecological Technology Co. Ltd., Xinxiang, 453731

Abstract: In order to study the effects of different fertilizers on the growth of wheat seedlings under the condition of equal potassium content, “Ji Mai 22” was taken as the research object to carry out hydroponic experiment on wheat seeds. The effects of different potassium fertilizers on wheat seedlings were comprehensively evaluated based on the measurement and analysis of seedling height, taproot length, taproot diameter and dry weight of wheat seedlings. The results showed that the two treatments of humic acid product I and humic acid product II exhibited the highest growth rate compared with the control in terms of seedling height and dry weight, followed by the two treatments of KCl, and the two treatments of K_2SO_4 and KH_2PO_4 showed different degrees of improvement compared with the control. Different potassium fertilizers had certain promoting effect on the growth of wheat seedlings in terms of seedling height and dry weight. Humic acid product I and humic acid product II still had the highest growth rate of main root length compared with the control in terms of wheat root growth, while the treatment with KCl (corresponding to potassium content in humic acid product I) had only 3.73% growth rate compared with the control, and the main root length of other treatments were lower than that of the control. At this concentration, potassium ions would inhibit the taproot growth of wheat seedlings. On the whole, humic acid had an obvious effect on the growth of wheat

[收稿日期] 2022-10-20

[作者简介] 张会平, 女, 1996 年生, 助理工程师, 主要从事新型肥料开发与施肥技术研究工作, E-mail: 3012524118@qq.com。* 通讯作者: 许美玲, 女, 农艺师, E-mail: 2352486618@qq.com; 冯梦喜, 男, 高级农艺师, E-mail: 44499724@qq.com。

seedlings under the same potassium content.

Key words: humic acid; potassium ions; wheat; hydroponic experiment

腐植酸作为一种绿色肥料,具有改良土壤、提高肥效、刺激作物生长等方面的作用^[1~4]。目前,面对市场上数以千计的腐植酸产品,多数人选择采用水培试验的方式来快速验证腐植酸的使用效果^[5~6]。陈宏等^[5]通过在小麦上开展水培试验,验证了腐植酸能够促进小麦地上部株高、生物量积累以及根部的生长发育。此外,孙倩等^[6]发现营养液中添加适宜浓度的腐植酸产品能显著促进水培冰草地上部及根系的生长,改善冰草品质,提高冰草产量。本试验旨在验证在钾含量相同条件下,腐植酸在小麦幼苗生长方面的作用。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试小麦品种为“济麦 22”,其种子纯度 $\geq 99\%$ 、净度 $\geq 99\%$ 、发芽率 $\geq 88\%$ 、水分 $\leq 13\%$ 。

供试器皿:水培生根发芽试验装置。

供试产品:

腐植酸产品 I [HA (干基) $\geq 50\%$, FA (干基) $\geq 50\%$, $K_2O \geq 11.98\%$, 有机质 $\geq 55\%$, 水分 $\leq 15\%$, 水不溶物(干基) $\leq 0.5\%$, pH: 9 ~ 11]。

腐植酸产品 II [HA (干基) $\geq 60\%$, FA (干基) $\geq 50\%$, $K_2O \geq 12.24\%$, 有机质 $\geq 55\%$, 水分 $\leq 15\%$, 水不溶物(干基) $\leq 0.5\%$, pH: 9 ~ 11, 抗硬水 22° DH 24 h 不絮凝, 120 目通过率 $\leq 30\%$]。

钾源产品: KCl、 K_2SO_4 、 KH_2PO_4 。

以上腐植酸产品均由河南黑色生态科技有限公司提供,其中腐植酸产品 I 为 DD-黄腐酸产品;腐植酸产品 II 为棕黄腐酸钾产品;钾源产品为市场购买,其中, KCl、 K_2SO_4 、 KH_2PO_4 三者的钾含量分别为 60%、50%、34%。

1.2 试验方法

1.2.1 选种

选择颗粒饱满、均匀、发育良好的小麦种子。

1.2.2 试验设计

试验设 9 个处理,分别为: CK, 去离子水; T1, 腐植酸产品 I; T2, 腐植酸产品 II; T3, KCl (添加量对应 T1 中 K_2O 含量); T4, KCl (添加量对应 T2 中 K_2O 含量); T5, K_2SO_4 (添加量对应 T1 中 K_2O 含量); T6, K_2SO_4 (添加量对应 T2 中 K_2O 含量); T7, KH_2PO_4 (添加量对应 T1 中 K_2O 含量); T8, KH_2PO_4 (添加量对应 T2 中 K_2O 含量)。其中, T1 和 T2 处理皆用去离子水以 1 : 10000 的稀释倍数稀释后的溶液进行水培试验, T3 ~ T8 皆用与 CK、T1 及 T2 3 个处理等量的去离子水稀释后的溶液进行水培试验,且每个处理 3 次重复,其余管理方式相同。

1.2.3 种子处理

选取大小相近的小麦种子进行催芽处理。首先,将消毒后的小麦种子浸泡 4 h,待种子充分吸胀后,将其捞出并冲洗干净沥水,准备 2 个育苗盘,然后将处理后的小麦种子均匀地铺在育苗盘上,每个育苗盘放置 500 粒小麦种子,并使种子不重叠,最后取打湿的育苗纸覆盖在种子上面。催芽过程中每隔几个小时用喷壶均匀地喷水,使其充分保湿。

待小麦种子发芽(即小麦尖端出现白色小芽)后,将定植篮和育苗盆洗净,将催芽后的种子均匀摆放于定植篮(底部铺有纱布)上,每个定植篮放置 50 粒种子,注意保持种子之间的间距。然后在育苗盆中导入相应处理产品溶液,高度到刚好将定植篮中纱布浸湿,待芽长到 1 cm 左右,将各处理转移至阳光充足,空气流通的地方继续生长。每天对比各处理定植篮上种子的生长情况,观察下层的处理溶液量和根系生长状况,并进行实时记录,同时每隔 3 ~ 5 天(依据温度而定)用对应处理的处理进行换水。

1.3 测定内容与方法

室内培养 10 天后,进行指标测定,测定指标包括:苗高、根长、根粗和干重。



1.4 数据处理

利用 Microsoft Office Excel 2010 制图, SPSS 19.0 统计软件中的单因素方差分析法进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同处理对小麦水培幼苗苗高的影响

由图 1 可知, 不同处理对小麦幼苗苗高影响不同, 所有处理小麦幼苗苗高与 CK 相比均达到了差异显著水平, T2 处理小麦幼苗苗高显著大于除 T1 处理外的其余各处理, T1 处理小麦幼苗苗高显著大于 CK、T5、T6、T7 及 T8 处理。小麦幼苗苗高从大到小排列依次为 T2 > T1 > T3 > T4 > T5 > T8 > T7 > T6 > CK。其中, 对苗高影响最大的是 T2 处理, 较 CK 提高了 25.88%, 影响最小的是 T6 处理, 较 CK 提高了 7.10%。T1 ~ T8 处理的小

麦幼苗苗高较 CK 分别增加了 20.73%、25.88%、16.22%、14.66%、13.99%、7.10%、11.55%、13.69%。

2.2 不同处理对小麦水培幼苗主根长的影响

由图 2 可知, 不同处理对小麦幼苗主根长影响不同, T1 和 T2 处理小麦幼苗主根长显著大于其余各处理; 除 T1、T2、T6 及 T8 4 个处理外, 其余各处理间的小麦幼苗主根长差异不显著。小麦幼苗主根长从大到小排列依次为 T1 > T2 > T3 > CK > T7 > T4 > T5 > T8 > T6。T1 ~ T8 处理的小麦幼苗主根长较 CK 分别增加了 141.70%、131.88%、3.73%、-8.28%、-13.58%、-23.36%、-1.57%、-16.76%。其中, 对主根长影响最大的是 T1 和 T2 处理, 较 CK 分别提高了 141.70%、131.88%, 剩余处理除 T3 处理外, 较 CK 相比均产生抑制作用。

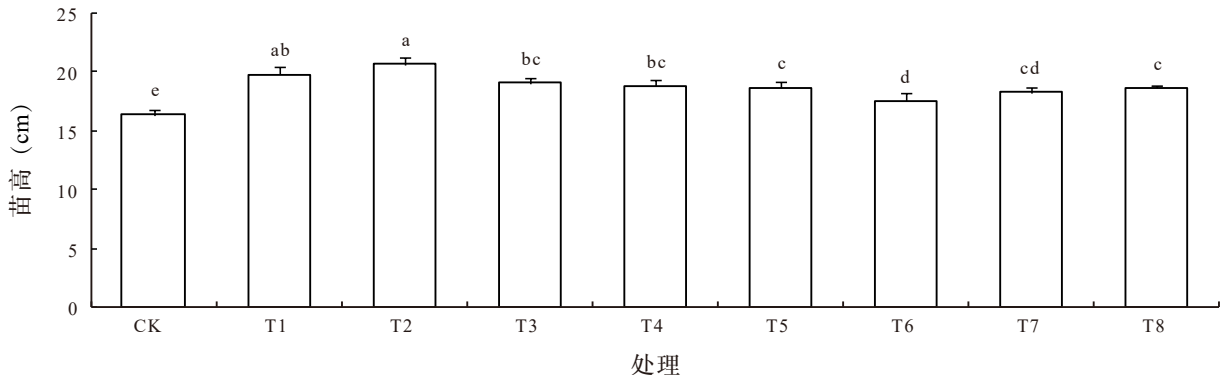


图 1 不同处理对小麦水培幼苗苗高的影响

Fig.1 Effects of different treatments on seedling height of wheat hydroponic seedlings

注: 图中不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

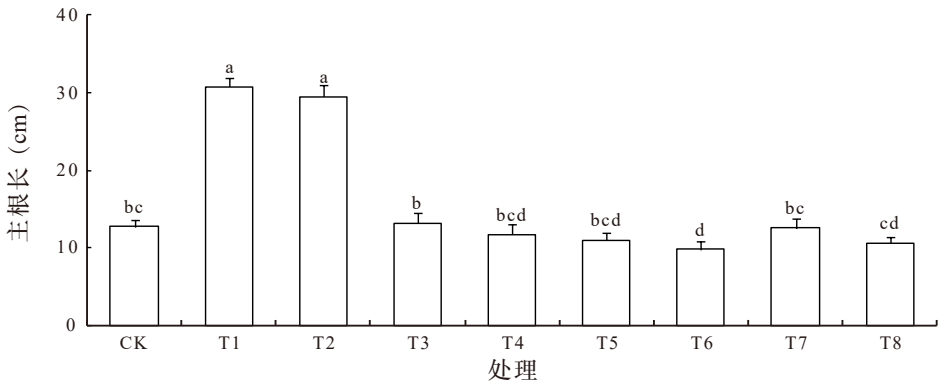


图 2 不同处理对小麦水培幼苗主根长的影响

Fig.2 Effects of different treatments on taproot length of wheat hydroponic seedlings

2.3 不同处理对小麦水培幼苗主根粗的影响

由图 3 可知, 不同处理对小麦幼苗主根粗影响不同, 所有处理小麦幼苗主根粗与 CK 相比均未达到差异显著水平。小麦幼苗主根粗从大到小排列依次为 T5 > T6 > T1 > T7 > T8 > CK > T2 > T4 > T3。T1 ~ T8 处理的小麦幼苗主根粗较 CK

分别增加了 4.34%、-4.17%、-6.77%、-4.34%、7.29%、4.51%、1.04%、0.17%。其中, 对小麦幼苗主根粗影响最大的是 T5 和 T6 处理, 较 CK 分别提高了 7.29%、4.51%, T1、T2、T3 处理较 CK 相比均对小麦幼苗主根粗产生抑制作用, 但差异未达显著水平。

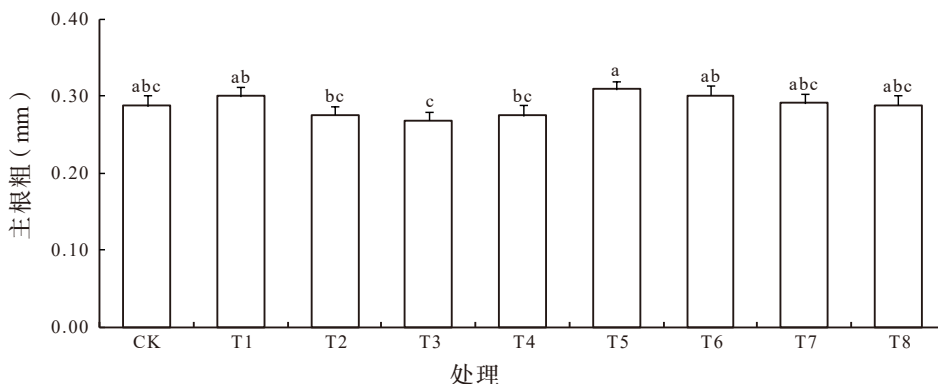


图 3 不同处理对小麦水培幼苗主根粗的影响

Fig.3 Effects of different treatments on taproot diameter of wheat hydroponic seedlings

2.4 不同处理对小麦水培幼苗单株干重的影响

由图 4 可知, 不同处理对小麦幼苗单株干重影响不同, T2 处理小麦幼苗单株干重显著大于除 T1 外的其余所有处理, T1 处理小麦幼苗单株干重显著大于除 T2、T4 处理外的其余所有处理, CK 小麦幼苗单株干重显著小于除 T6 外的所有处理。小

麦幼苗单株干重从大到小排列依次为 T2 > T1 > T4 > T3 > T5 > T8 > T7 > T6 > CK。其中, 对单株干重影响最大的是 T2 处理, 影响最小的是 T6 处理。T1 ~ T8 处理的小麦幼苗单株干重较 CK 分别增加了 12.33%、15.11%、7.89%、8.79%、7.44%、2.26%、5.85%、6.05%。

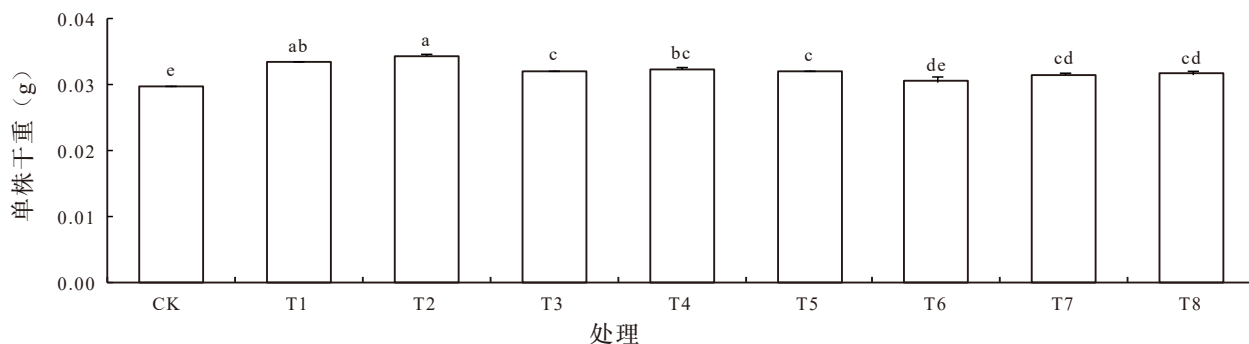


图 4 不同处理对小麦水培幼苗单株干重的影响

Fig.4 Effects of different treatments on dry weight per plant of wheat hydroponic seedlings

3 结论

不同处理对小麦幼苗生长发育具有不同影响。

在小麦幼苗苗高方面, 除 CK 外, 所有产品处理皆起到促进作用, 且各处理对小麦幼苗苗高均影响显著, 其中, 影响最大的是腐植酸产品处理, 其次



是 KCl 产品处理, 最后分别是 KH_2PO_4 产品处理及 K_2SO_4 产品处理, 但在钾盐浓度方面各产品间无明显规律; 在小麦幼苗主根长方面, 只有腐植酸产品 I、腐植酸产品 II 及 KCl (添加量对应腐植酸产品 I 中 K_2O 含量) 3 个处理起到促进作用, 整体来看, 影响最大的是依旧是腐植酸产品处理, 其次是 KCl 产品处理, 最后分别是 KH_2PO_4 产品处理及 K_2SO_4 产品处理, 体现出相同的钾盐产品随着钾盐浓度的减小表现越佳的规律; 在小麦幼苗主根粗方面, 以 K_2SO_4 (添加量对应腐植酸产品 I 中 K_2O 含量) 处理提升的最多, 为 7.29%, 但由于小麦幼苗主根粗在测定时误差稍大, 不再进行详细分析; 在小麦幼苗单株干重方面, 影响最大的是腐植酸产品处理, 其次是 KCl 产品处理, 最后分别是 KH_2PO_4 产品处理及 K_2SO_4 产品处理, 但在影响小麦单株干重上和钾盐浓度各产品间无明显规律。

综上所述, 仅提供与腐植酸产品等量的 K_2O 含量, 是不能很好地满足小麦幼苗生长的, 要想更好地促进小麦幼苗生长, 腐植酸的作用不可忽视, 尤其是在刺激植物根系生长方面, 腐植酸明显优于其他钾盐类产品。腐植酸通过加强根部呼吸、刺激根细胞的分裂、促进根的生长来实现。一般认为, 腐植酸刺激多糖酶的活化, 使幼年细胞壁中的果胶质分解, 使细胞壁软化, 加快细胞生长, 其中对根细胞的生长影响最大^[1]。Pettit 等^[7]研究表明, 在

(上接第44页) 调理剂在改良酸化土壤、活化土壤养分以及提高农作物产量和品质等方面效果较好, 有利于绿色生态低碳农业的发展, 可推广应用。

参考文献

- [1] 成绍鑫, 韩立新. 腐植酸的低碳效应解析[J]. 腐植酸, 2011(1): 1~7.
- [2] Zhang Y Q, Li Y H, Chang L P, et al. A comparative study on the structural features of humic acids extracted from lignites using comprehensive spectral analyses[J]. RSC Advances, 2020, 10(37): 22002 ~ 22009.
- [3] Nair R, Mohamed M S, Gao W. et al. Effect of carbon

土壤中施用腐植酸和黄腐酸，最终增加植物组织中的养分浓度，从而显著增加了根系的萌发和根系的生长。腐植酸对植物根系吸收养分的促进作用，增强植物抗逆性、促进植物生长以及调控土壤与肥料中的养分转化促进植物生长等方面的作用值得我们深入探究。

参考文献

- [1] 成绍鑫. 腐植酸类物质概论 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [2] 黄占斌, 郝文静, 冯泽坤, 等. 腐植酸在土壤改良和污染修复中的应用现状及研究展望[J]. 水土保持通报, 2022, 42 (2): 354 ~ 361, 376..
- [3] 贾贺营. 腐植酸在土壤改良中的应用实践[J]. 新农业, 2021 (14): 60.
- [4] 曾志伟, 周龙, 杨德荣. 腐植酸予化肥提质增效 [J]. 腐植酸, 2021 (2): 8 ~ 16.
- [5] 陈宏, 曹艳, 杨清俊, 等. 不同肥料增效剂对小麦生长发育的影响 [J]. 腐植酸, 2021 (2): 53 ~ 58.
- [6] 孙倩, 孟力力, 李彬, 等. 腐植酸对水培冰草生长及其品质的影响 [J]. 安徽农业大学学报, 2022, 49 (2): 227 ~ 234.
- [7] Pettit R E. Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health[J]. CTI Research, 2004, 10: 1 ~ 7.

nanomaterials on the germination and growth of rice plants[J]. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 2012, 12(3): 2212 ~ 2220.

- [4] 廖宗文, 刘可星, 毛小云. 腐植酸的三大作用——有机营养、活化、微生物生态调控及其技术开发 [J]. 腐植酸, 2012 (6): 1 ~ 4.
- [5] 杜振宇, 王清华, 刘方春, 等. 腐植酸对钾在褐土中迁移和转化的影响 [J]. 土壤, 2012, 44 (5): 822 ~ 826.
- [6] 吕贻忠, 李保国. 土壤学试验 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.