



矿物源腐植酸钾对玉米种子萌发和生长的试验初报

刘会丽 郑若菁 何焯杰

拉多美科技集团股份有限公司 广州 511453

摘 要：通过盆栽试验，以玉米种子为试验材料，配置不同浓度的矿物源腐植酸钾溶液（100、300、500 mg/L）进行浸种，以蒸馏水为对照，测定种子发芽率、发芽势、发芽指数以及幼苗的株高、根长、根数、鲜重和干重等指标，研究不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米种子萌发及幼苗生长相关生理指标的影响。结果表明：100、300 mg/L 腐植酸钾浸种在不同程度上有利于玉米种子萌发，有效提高种子发芽率、发芽势和发芽指数，促进根系生长，提高幼苗鲜重及干重等，以 300 mg/L 的表现较好。

关键词：腐植酸钾；玉米种子；发芽势；生长

中图分类号：TQ314.1, S513 **文章编号：**1671-9212(2024)05-0037-04

文献标识码：A **DOI：**10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.05.005

Preliminary Experimental Report on the Effects of Mineral Potassium Humate on the Germination and Growth of Corn Seeds

Liu Huili, Zheng Ruojing, He Zhuojie

Lardmee Technology Group Co. Ltd., Guangzhou, 511453

Abstract: Through pot experiments, corn seeds were used as material, and mineral potassium humate solutions (100, 300 and 500 mg/L) with different concentrations were prepared for seed soaking. Distilled water was used as the control to determine the seed germination rate, germination potential and germination index, as well as plant height, root length, root number, fresh weight and dry weight of seedlings, to study the effects of different concentrations of mineral potassium humate on the corn seed germination and seedling growth. The results showed that 100 and 300 mg/L potassium humate seed soaking was beneficial to the corn seed germination to varying degrees, effectively improved seed germination rate, germination potential and germination index, promoted the root growth, increased the fresh and dry weight of seedlings, and 300 mg/L showed the best performance.

Key words: potassium humate; corn seed; germination potential; growth

玉米种子萌发和苗期生长是其生长周期中的重要阶段，直接影响玉米产量和质量^[1]。研究表明，腐植酸类物质能够促进种子萌发、出苗整齐和幼苗生长，能够促进根的生长和活性，能够使叶片增大、增重、保绿、青叶期延长，下部叶片衰老推迟，促进伤口愈合等作用^[2, 3]，这种促进作用与植物激素

的作用效果类似^[4~7]。本试验采用不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米进行浸种处理，对比分析各处理对玉米种子萌发、幼苗生长及根系活力等指标的影响，初步筛选出适宜玉米浸种生长的矿物源腐植酸钾浓度，以期腐植酸钾在玉米大田种植上应用提供参考。

[收稿日期] 2023-11-06

[作者简介] 刘会丽，女，1992 年生，农化师，主要从事产品研发及试验推广工作，E-mail: liuhl@lardmee.cn。



1 材料与方法

1.1 供试材料、时间、地点

供试肥料：来源于风化煤的矿物源腐植酸钾（总腐植酸 $\geq 55\%$ ， $K_2O \geq 8\%$ ，水分 $\leq 15\%$ ）。

供试作物：玉米，品种：“郑单 985”。

试验时间：2022 年 5 月。

试验地点：广东省广州市南沙区拉多美科技集团股份有限公司生测基地。

1.2 试验方案

挑选饱满的玉米种子，使用 10% 的过氧化氢溶液浸泡消毒处理 10 min 后，分别置于不同浓度腐植酸钾溶液中浸泡 24 h。腐植酸钾溶液设置不同的浓度梯度（100、300、500 mg/L），以加蒸馏水处理作为对照（表 1）。浸种后的种子用于后续种子萌发试验和苗期种植试验。

表 1 试验方案

Tab.1 Test schedule

处理编号	处理
CK	蒸馏水对照
T100	腐植酸钾，100 mg/L
T300	腐植酸钾，300 mg/L
T500	腐植酸钾，500 mg/L

1.2.1 种子萌发试验

将不同处理浸种后的玉米种子分别均匀放置在直径为 8 cm 的种植器皿中，每个处理重复 5 次，每个重复 5 粒玉米种子。放置在 20 °C 的恒温光照培养箱中进行 24 h 避光培养 6 天。

每天定时记录玉米的发芽数（以胚根长 2 mm 为萌发标准，以所有处理均连续两天发芽数不再增加作为发芽结束标准）。按张美华^[8]方法，以胚根长 2 mm 为萌发标准，第 4 天计算发芽势，第 7 天计算发芽率，计算第 7 天的发芽指数。

发芽势 = 第 4 天正常发芽种子数 / 供试种子数 $\times$ 100%。

发芽率 = 正常发芽的种子数 / 供试种子数 $\times$ 100%。

发芽指数 (GI) = $\sum (Gt / Dt)$ ， Gt 为第 t 天的发芽种子数， Dt 为相应发芽天数。

1.2.2 苗期种植试验

将不同处理浸种后的玉米种子分别播种于直径为 15 cm 的塑料盆中，基质配比：按照园土：泥炭土：蛭石 = 1 : 1 : 1，每盆 5 粒，每个处理 5 盆。在恒温光照培养箱中对玉米进行 25 °C、12 h 光照，12 h 黑暗培养试验，培养 15 天。

根据长势，在培养第 5 天测定各处理玉米幼苗的株高、叶片数；在第 10 天测定各处理的株高、SPAD 值（叶绿素相对含量）、茎粗、叶片数；在第 15 天测定各处理株高、SPAD 值、茎粗、叶片数、根长、根数、单株鲜重、干重（根干重、地上部干重、单株干重）等指标，并进行记录。干重处理：将鲜样放入烘箱 105 °C 下杀青 30 min，于 85 °C 下烘干后进行称量。

1.3 数据处理

采用 Excel 2019 进行数据处理，采用 SPSS 27.0 进行数据分析，采用 LSD 法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米种子萌发的影响

发芽势、发芽率、发芽指数是评价种子发芽常用的指标，反映了种子发芽速度和发芽整齐度的潜力^[9]。不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米种子萌发的影响见表 2。就发芽率而言，T100、T300 处理与 CK、T500 处理差异达到显著水平，以 T300 处理最佳，显著优于其他处理。就发芽势而言，不同处理间差异显著，从高到低依次为 T300 > T100 > CK > T500。就发芽指数而言，以 T300 处理最佳，显著优于其他处理；T100 处理显著优于 T500 处理和 CK；T100 处理和 CK 之间差异不显著；从高到低依次为 T300 > T100 > CK > T500。可见，当腐植酸钾浓度为 100、300 mg/L 时均能促进种子萌发，以 300 mg/L 最佳，但当浓度为 500 mg/L 时，种子萌发受到了一定的抑制作用。



表 2 不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米种子萌发的影响

Tab.2 Effects of different concentrations of mineral potassium humate on seed germination of corn			
处理编号	发芽率 (%)	发芽势 (%)	发芽指数
CK	63.4 ± 0.4648c	62.1 ± 0.8567c	46.6 ± 0.3347c
T100	87.5 ± 0.3521b	85.9 ± 0.4347b	53.4 ± 0.3350b
T300	90.0 ± 0.5050a	87.9 ± 0.5010a	58.3 ± 0.3347a
T500	62.5 ± 0.6519c	60.1 ± 0.1095d	45.9 ± 0.3701c

注：表中数据为平均值，同列数字不同小写字母表示差异显著（ $P < 0.05$ ），下同。

2. 2 不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米农艺性状的影响

由表 3 可知，不同浓度矿物源腐植酸钾对播种后不同生长天数玉米株高、叶片数、SPAD 值及茎粗具有一定的促进作用。播种后 5 天，各腐植酸钾处理的玉米株高均显著优于 CK，以 T300 处理最佳；T100、T500 处理玉米叶片数均高于 CK 处理，但差异不显著，T300 处理则显著低于 CK 及其他处理。播种后 10 天，各腐植酸钾处理玉米株高均高于 CK，T100 处理与 CK 处理差异达到显著水平，其他处理间则差异不显著；SPAD 值、茎粗、叶片数均没有显著差异。播种后 15 天，各腐植酸钾

处理的玉米株高、茎粗和叶片数均显著高于 CK；SPAD 值以 T300 处理最高，与 T500 处理和 CK 处理差异显著，与 T100 处理差异不显著。综合来看，在不同时期，以腐植酸钾浓度为 300 mg/L 时表现较好，当浓度达到 500 mg/L 时，促进效果降低。

由表 4 可知，不同浓度的矿物源腐植酸钾对玉米根长和根数生长均具有显著的促进作用，各处理根长和根数作用效果依次为 T300 > T100 > T500 > CK，各处理间差异均达到显著水平，浓度为 300 mg/L 的促进效果最优。结果表明，在适宜浓度范围内，不同浓度的腐植酸钾均能有效促进玉米根系的生长。

表 3 不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米农艺性状的影响

Tab.3 Effects of different concentrations of mineral potassium humate on agronomic traits of corn										
处理编号	播种后 5 天		播种后 10 天				播种后 15 天			
	株高 (cm)	叶片数 (片/株)	株高 (cm)	SPAD 值	茎粗 (mm)	叶片数 (片/株)	株高 (cm)	SPAD 值	茎粗 (mm)	叶片数 (片/株)
CK	1.11c	1.56a	10.57bc	36.2a	1.76a	2.50a	21.28b	42.1b	2.31b	3.25b
T100	1.38b	1.89a	14.51a	38.4a	1.88a	2.70a	26.78a	43.6ab	2.91a	3.64a
T300	1.54a	1.21b	13.77ab	39.1a	2.02a	2.65a	26.14a	45.5a	2.70a	3.90a
T500	1.46ab	1.65a	12.50ab	39.2a	1.89a	2.63a	24.50a	41.3b	2.55a	3.57a

表 4 不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米根系生长的影响

Tab4. Effects of different concentrations of mineral potassium humate on corn root growth		
处理编号	根长 (cm)	根数 (条 / 株)
CK	15.06 ± 0.3912d	4.38 ± 0.5675d
T100	19.48 ± 0.4765b	6.28 ± 0.1960b
T300	20.79 ± 0.6229a	7.25 ± 0.1937a
T500	16.84 ± 0.4774c	5.32 ± 0.2871c

2.3 不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米鲜重和干重的影响

由表 5 可知, 不同浓度的矿物源腐植酸钾对玉米鲜重和干重的提高具有显著的促进作用。其中, 以 T300 处理的促进效果最好, 与 CK 处理相比, 玉米单株鲜重、干重分别增加了 94.95%、96.70%, 达到显著性差异。T100 处理次之, 稍优

于 T500 处理; T100 和 T500 处理之间差异不显著, 但均与 CK 达到显著差异, 单株鲜重、干重分别比 CK 增加了 45.34%、42.40% 和 41.42%、42.23%。各腐植酸钾处理的地上部干重和根干重均显著高于 CK, 以 300 mg/L 处理的促进效果最好。结果表明, 各腐植酸钾处理可以促进玉米苗期鲜重及干物质的快速积累。

表 5 不同浓度矿物源腐植酸钾对玉米鲜重和干重的影响

Tab.5 Effects of different concentrations of mineral potassium humate on fresh and dry weight of corn g

处理编号	单株鲜重	单株干重	地上部干重	根干重
CK	0.990 ± 0.279c	0.090 ± 0.044c	0.048 ± 0.005c	0.0489 ± 0.0290c
T100	1.440 ± 0.362b	0.138 ± 0.026b	0.085 ± 0.005ab	0.0543 ± 0.0069b
T300	1.930 ± 0.806a	0.177 ± 0.042a	0.098 ± 0.006a	0.0792 ± 0.0120a
T500	1.400 ± 0.286b	0.128 ± 0.016b	0.073 ± 0.003b	0.0555 ± 0.0130b

3 结论与讨论

本试验条件下, 与 CK 相比, 100、300 mg/L 的矿物源腐植酸钾均对玉米种子萌发和生长具有一定的促进作用, 以 300 mg/L 处理的促进效果最好; 500 mg/L 则对种子萌发有一定的抑制作用, 对玉米植株生长的促进作用降低。

本试验中, 高浓度矿物源腐植酸钾抑制玉米种子萌发或对玉米生长的促进作用降低, 这与生长素类似, 可能与腐植酸的生理活性和酶活性具有双向调节作用有关^[10]。研究表明, 在一定浓度下腐植酸有利于光合作用的进行, 但浓度过高又会抑制细胞的生长和分裂; 腐植酸可抑制生长素酶活性, 减少对植物体内生长素的破坏, 利于生长发育, 但浓度过高也会促进生长素酶活性, 导致植物生长缓慢^[2]。

本试验为应用矿物源腐植酸钾进行玉米浸种提供了初步参考。因试验设置腐植酸钾浓度梯度跨度较大, 试验数量相对较少, 且部分试验设计不够完善, 有待进一步优化试验方案, 以筛选出玉米浸种最适宜的矿物源腐植酸钾浓度和用量。

参考文献

[1] 赵励军. 不同来源腐植酸促进植物生长活性及作用机

理研究 [D]. 哈尔滨理工大学硕士学位论文, 2005

[2] 成绍鑫. 腐植酸类物质概论 (第二版) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2020.

[3] 谷端银, 王秀峰, 魏氓, 等. 腐植酸类物质与植物抗逆性研究进展 [J]. 山东农业大学学报 (自然科学版), 2016, 47 (3): 321 ~ 326.

[4] O'Donnell R W. The auxin-like effects of humic preparations from leonardite[J]. Soil Science, 1973, 116: 106 ~ 112.

[5] Casenave de Sanfilippo E, Argüello J A, Abdala G, et al. Content of auxin-inhibitor-and gibberellin-like substances in humic acids[J]. Biologia Plantarum, 1990, 32: 346 ~ 351.

[6] 周丽平, 袁亮, 赵秉强, 等. 腐植酸促进作物根系生长机理的研究进展 [J]. 腐植酸, 2019 (2): 13 ~ 18.

[7] Calvo P, Nelson L, Kloepper J W. Agricultural uses of plant biostimulants[J]. Plant & Soil, 2014, 383(1 ~ 2): 3 ~ 41.

[8] 张美华, 崔月, 张少斌. 低温条件下不同浸种剂对玉米种子萌发与幼苗生长的影响 [J]. 贵州农业科学, 2017, 45 (1): 35 ~ 38.

[9] 孙昌凤. 种肥对玉米种子萌发与幼苗生长的影响及施用技术研究 [D]. 河北农业大学硕士学位论文, 2005.

[10] 周丽平, 袁亮, 赵秉强, 等. 腐植酸的组成结构及其对作物根系调控的研究进展 [J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28 (2): 334 ~ 343.