

# 实验一 植物的溶液培养和缺乏必需元素的症状观察

## 【实验目的】

1. 了解植物溶液培养、必需元素的概念并加深其感性认识。
2. 学习溶液培养的技术，证明氮、磷、钾、钙、镁、铁诸元素对植物生长发育的重要性。
3. 掌握植物缺乏必需元素所产生的各种症状特征。
4. 研究和探索缺素对植物生长发育的影响。



# 【实验原理】

植物必需的矿质元素得到供应，才能正常的生长和发育。如果缺少某一必需元素，便表现出缺素症状。但要确定各种元素是否为植物所必需，必需借助无土培养法（溶液培养或砂基培养法）才能解决。无土栽培不仅作为一种研究手段，而且成为新的生产方式，在蔬菜、花卉等生产中开始大规模应用。本实验以荷格兰德(Hoagland)培养液为基础进行植物溶液培养，同时观察植物在缺乏N、P、K、Fe、Ca、Mg等必需元素时的生理症状，加深对各种矿质元素生理作用的认识，为田间缺素的诊断提供参考。



## 【仪器设备】

恒温培养箱、培养缸、棉花、通气玻璃管、pH试纸、量筒(1000ml)、烧杯(1000ml)、吸球、移液器、容量瓶、磁力搅拌器、电子天平等。

## 【材料及试剂】

1. 材料：玉米(*Zea mays L*)幼苗。
2. 药品(均用分析纯)：硝酸钾、硝酸钠、硫酸钠、硫酸镁、硫酸钾、硝酸钙、硼酸、磷酸二氢钾、氯化钙、氯化锰、硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸锌、盐酸、硝酸、EDTA- $\text{Na}_2$ 。



## 【实验步骤】

1. 幼苗的培养：选取饱满的玉米种子，播于盛有湿润营养土培养盆中。在 $20^{\circ}\text{C}$ - $28^{\circ}\text{C}$ 下玉米培养8-10d，当幼苗长出第二片真叶时，便可作为溶液培养材料。

2. 大量元素贮备液的配制：按下表中所列各化合物的克数，分别配制贮备液1000ml(均用蒸馏水配制、所有药品均为分析纯试剂)。



# 大量元素贮备液的配制

试剂成分	浓度(g/L)
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	236
$\text{KNO}_3$	102
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	98
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	27
$\text{K}_2\text{SO}_4$	88
$\text{CaCl}_2$	111
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	24
$\text{NaNO}_3$	170
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	21
EDTA-Fe { EDTA- $\text{Na}_2$ Fe $\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	7.45 5.57

3. 微量元素贮备液：称取 $\text{H}_3\text{BO}_4$  2.86g、 $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  1.81g、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.22g、 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  0.08g、 $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  0.09g，溶于100ml蒸馏水中。

4. 培养液的配制：按下表方法，各配1000ml，并将pH调至pH5.8-6。根据所用培养缸计算需要配制的溶液体积，注意先加入大量蒸馏水后再加入各种母液。

培养液的配制(ml贮备液/L培养液)

贮备液	完全	缺N	缺P	缺K	缺Ca	缺Mg	缺Fe
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	5	—	5	5	—	5	5
$\text{KNO}_3$	5	—	5	—	5	5	5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5	5	5	5	5	—	5
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	5	5	—	—	5	5	5
$\text{K}_2\text{SO}_4$	—	5	5	—	—	—	—
$\text{CaCl}_2$	—	5	—	—	—	—	—
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	—	—	—	5	—	—	—
$\text{NaNO}_3$	—	—	—	5	5	—	—
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	—	—	—	—	—	5	—
EDTA-Fe	5	5	5	5	5	5	—
微量元素	1	1	1	1	1	1	1

# 农作物缺素图谱

作物生长中，由于施肥不均，或者土壤中营养元素不均衡，均会导致某些元素的缺少或者过量，此外各元素之间的相互作用，也会影响到元素的吸收和平衡，都会造成作物外在的各种缺素现象。



缺氮症状





## 缺磷症状





## 缺钾症状





## 缺钙症状





## 缺铁症状



## 缺镁症状



## 缺硼症状



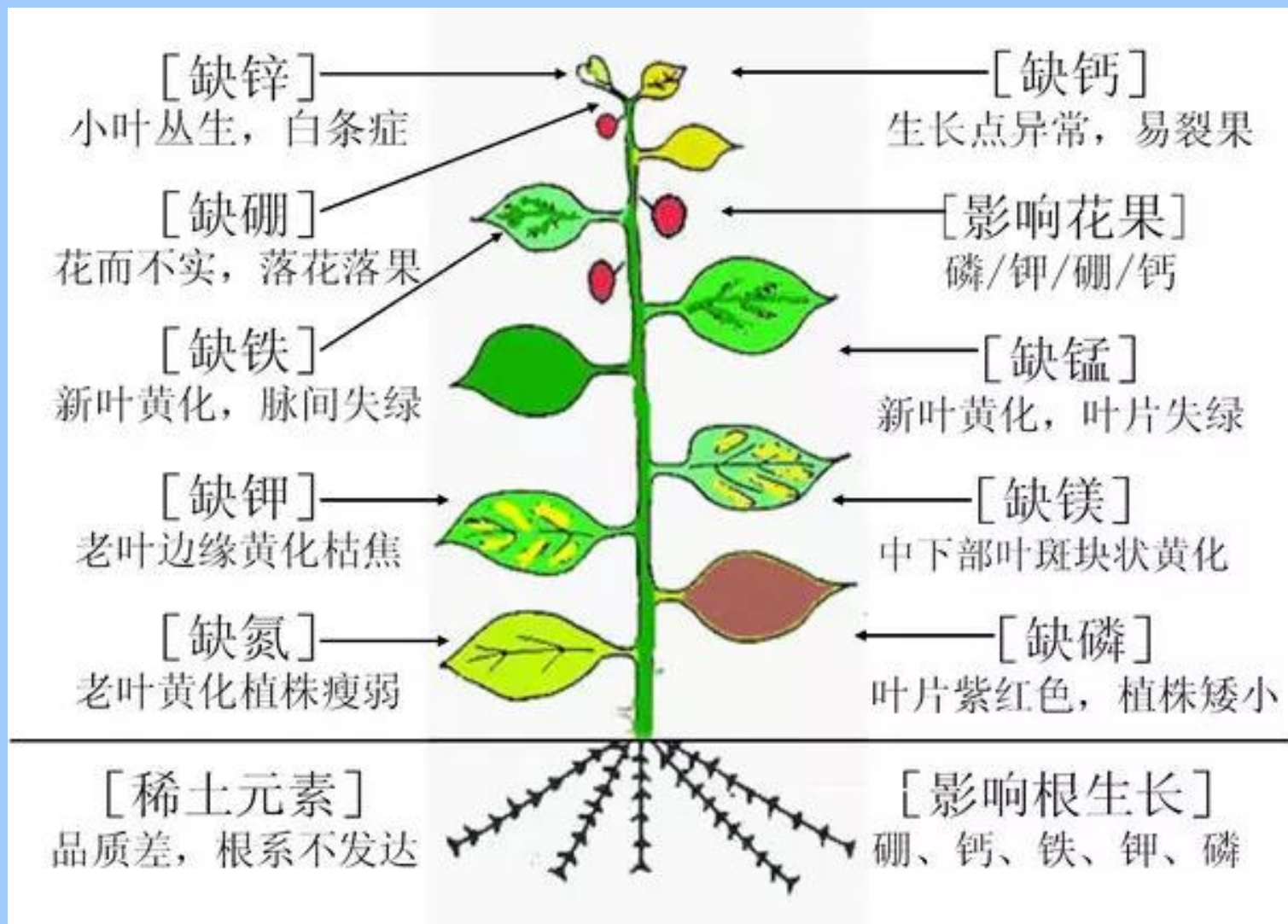
## 缺锌症状



## 缺锰症状



## 缺钼症状



# 玉米的缺素症状



缺磷植株与叶片症状

缺磷



缺磷植株补磷与不补磷结果



缺磷果穗畸形 (左图)



缺氮的叶片特征



缺铁的叶片特征



缺镁的叶片特征

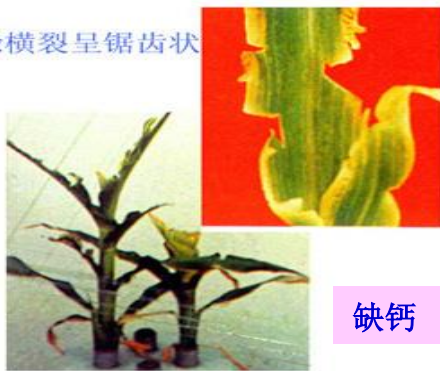


缺钾植株及叶片症状



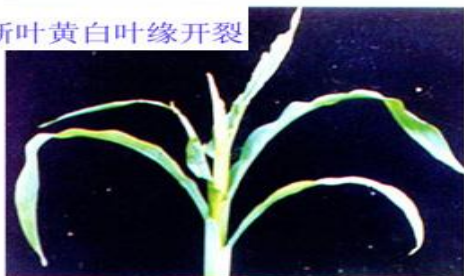
缺钾下部叶自顶端叶缘焦枯

叶缘横裂呈锯齿状



缺钙

新叶黄白叶缘开裂



缺镁植株



缺钾穗顶部尖细，秃尖长







# 本周实验内容：玉米幼苗的萌发与培养

1. 缺素培养和观察：完全培养2周后更换培养液，3个缸仍然是完全培养，4个缸进行缺素培养，注意缺素培养更换溶液前将容器和根系用蒸馏水浸洗1-2次。
2. 缺素与对照的溶液培养为本课程的重要实验材料，一般在开始缺素培养后不宜再更换植物。



**3. 每天给培养液电动通气。培养一周后观察记录。**

培养1周后更换一次培养液（下周内容），注意观察缺乏必需元素的植株所表现的症状及最先出现病症的部位，并拍照、记录。

**4. 缺素培养实验约2-3周结束（溶液培养实验结束后清理植物，实验材料冻存），把所有的植株取出作最后的观察、拍照并记录。**



## 注意事项

请在实验室分别配制好完全和缺素两种培养液并做好标记。

培养液配好后送到培养室，原地打开培养罐盖将剩余旧溶液倒掉，完全培养的植物加入新配的溶液即可。缺素培养的植物根系、滤石和罐子用纯净水浸洗1-2次倒掉后，再换入缺素溶液。

切勿将苗和通气管拔出，以免因幼苗过大难以重新植入，或通气管漏气导致相连的通气管无法送氧。

换液时记录株高、叶片数和主要须根数。



# 缺素培养实验结果记录表

观察日期	观察项目	茎的颜色	叶片颜色	病症部位	病症表现
	完全				
	缺N				
	缺P				
	缺K				
	缺Ca				
	缺Mg				
	缺Fe				