

缺 Ca 处理对玉米生育影响的研究

史芝文 李桂芳 李桂琴 桂明珠

(东北农学院, 哈尔滨 150030)

摘要 利用营养液培养,对缺 Ca 处理的玉米植株进行了形态、解剖和生理指标的观测表明:玉米缺 Ca 处理与正常植株在形态上发生明显变化,植株矮小,幼叶与生长点死亡,叶片干枯下垂,根系不发达,根的表面发生粘化现象,产生症状部位的解剖特点是,根尖没有分区现象,细胞排列不规整,大部分细胞遭致破坏。叶片失绿部分,叶肉细胞空虚无物,叶绿体遭破坏。严重的叶片各组织萎缩在一起,分不清细胞轮廓,光合速率、叶绿素含量及干物重等指标,均明显地低于对照。

关键词 玉米 缺素症 钙 微量元素 生理病害

关于玉米缺素的研究国内外已有大量报道,但多偏于 N、P、K 等大量元素和缺 Zn、B 等微量元素^[1-6]。关于 Ca 元素对玉米生长发育的影响,则报道不多。为此,我们利用人工营养液培育方法,对缺 Ca 处理的玉米形态、解剖结构和主要生理指标等进行观测,以便对玉米缺 Ca 素有较全面的认识,为玉米生产提供有根据的资料。

1 材料和方法

试验于 1991~1992 年于东北农学院生物工程系温室进行人工营养液育苗。供试玉米品种为东农 248。

1.1 幼苗培育

种子消毒后,播于 250ml 烧杯的扎口纱布表面,将其放入 500ml 的烧杯内,注水,使水面与内杯的纱布相平,以保证种子吸水,置 25℃室内萌发。待玉米苗出两片真叶时,将水倾出换入 1/4 倍的完全培养液培养,直至幼苗长出三片叶时,再进行缺 Ca 素试验。

1.2 缺 Ca 处理

按表 1 所示配制出完全营养液和缺 Ca 营养液,分别装入 500ml 的培养缸内,选择发育一致的玉米幼苗移入各缸内培养,观察完全液(对照)和缺 Ca 液玉米的生长和发育,培养时经常调整 pH 值和充气,定期观察记载其形态特征。

表 1 完全培养液与缺 Ca 培养液配方

(ml/100ml)

培养液	Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	KH ₂ PO ₄	NaNO ₃	EDTAFe	H ₃ BO ₄	MnCl ₂	CuSO ₄	ZnSO ₄	H ₂ MoO ₄
完全(CK)	0.5	0.5	0.5	0.5	—	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
缺 Ca	—	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

1.3 解剖学方法

选取缺 Ca 处理出现的畸变部位及对照株的相同部位,分割后分别用 FAA 定液固定,以常规石蜡制片法制片,番红—固绿滴染,切片厚度为 8~12μm,封片干燥后,采用 OLYMPUS BH—2 型显微镜观察并显微照相。

相。

1.4 生理指标测定

生育期间分别测定干物重、光合速率及叶绿素含量。光合速率以红外线 CO₂ 分析法,选用贝克曼 865 型分析仪测定;叶绿素含量采用 721 分光光度计法——丙酮法测定。

2 结果与分析

2.1 缺Ca处理的形态学症状

玉米缺Ca处理与正常(完全)培养液的植株相比,在形态上发生了明显的变化(图版1,表2)。缺Ca处理地上部,植株生长明显受到抑制,特别是幼嫩部分受害严重。刚展开幼叶尖部产生胶质干枯下垂,有时上下叶片彼此粘在一起。先从幼叶开始变黄、枯萎。主茎的生长点受到抑制或死亡不再产生新叶,致

使缺Ca植株矮小,丛生,辅助试验结果表明:前期经缺Ca处理10天造成生长点和幼叶死亡的植株(图版2左),后期去掉缺Ca培养液重新换上完全培养液时,经过一段时间后(12天)则在原植株顶端两叶腋中又重新长出两个腋芽(图版2右),并逐渐分化出嫩绿的新叶。

地下部观察,缺Ca处理的植株与CK相比,根量少不发达,侧根少,纤细,整个根系减弱并且在根的先端表现明显的粘化现象。

表2 玉米缺Ca处理苗期形态特征 (出苗后30天,缺Ca培养19天,cm)

处 理	初 生 根								次 生 根				苗 高	叶	
	主 根				次生胚根				不 定 根		芽鞘节根				
	长	侧根数	侧长	条	长	侧根数	侧长	条	长	侧根数	侧长	条	长		
CK	15	26	14	2	9	5	12	17	15	28	5	6	4	48	7叶1心
缺 Ca	10.5	11	—	3	9	2	—	14	20	27	—	—	—	20.5	6叶

当玉米出苗后79天,缺Ca培养52天调查植株形态时,株高CK为118cm,缺Ca处理株仅65cm;叶片数,CK为15而缺Ca为12片;枯黄叶片CK为7片,缺Ca株为9片;雄穗长为23cm,而缺素处理株则无雄穗。正常植株根系发达,而缺Ca处理的植株根系不发达,根表面粘化。

端膨大呈半球状。没有根冠的和分生区。细胞较大,排列不整齐,没有细胞的分裂相。伸长区的细胞分化也不明显,有的细胞不但不伸长,反而横向加宽。一些细胞轮廓能够分清,大部细胞轮廓模糊;根的横切面不呈圆形,表皮细胞一部分粘在一起,一部分肥大破裂(图版6)。

2.2 解剖结构

2.2.2 叶的解剖

2.2.1 根的解剖

玉米正常叶片可分为上、下表皮、叶肉和维管束三部分,各部结构清晰(图版7、9)。表皮细胞一层,细胞大小不甚一致,表皮上有气孔器,上表皮上分布着泡状细胞。叶肉细胞没有栅栏和海棉组织,围绕维管束呈放射状排列。叶肉细胞内含有大量的叶绿体。维管束鞘细胞较大,呈泡状形,将维管束围成花环状,其中含有明显的大型叶绿体。为典型的C₄植物的特征。

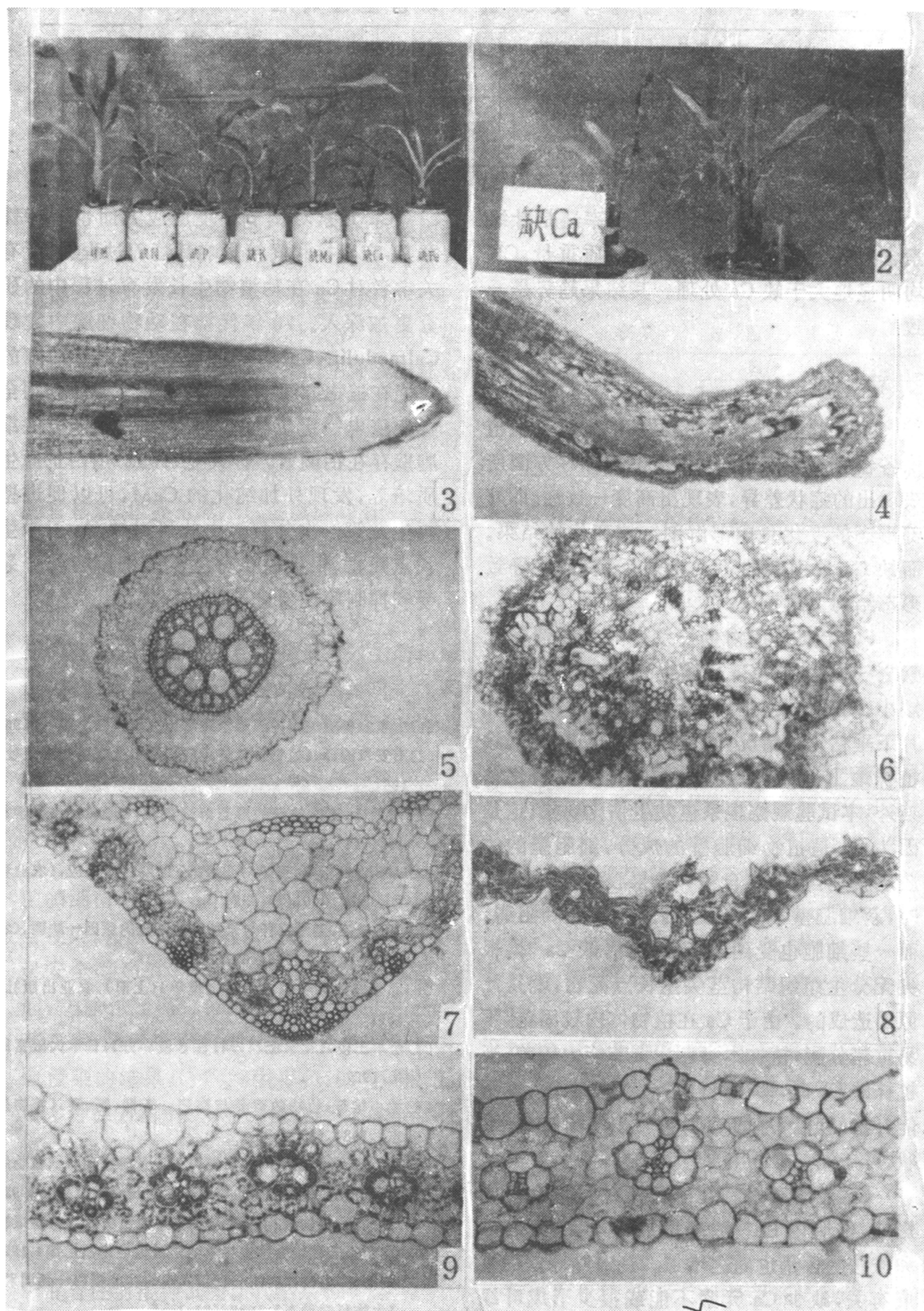
正常根尖纵切,可清晰看出根尖的四个分区即根冠、分生区、伸长区和成熟区。各区细胞的形态特征也十分明显。根冠形如帽状,薄壁细胞;分生区细胞较小,排列紧密,细胞核大,细胞处于分裂状态;伸长区细胞开始分化,伸长,排列较为整齐;成熟区细胞已分化成熟,表皮一层、皮层细胞较多层细胞组成,内皮层细胞排列整齐、紧密;中柱由中柱鞘、初生木质部(其中有一圈大型后生木质部导管比较明显),初生韧皮部位于两初生木质部之间,不甚明显。中央由多数细胞组成的髓(图版3)。成熟区横切面观察更为清楚(图版5)。

缺Ca处理的叶片,由于叶片干枯、萎缩,因此,切片的表皮、叶肉细胞萎缩在一起,细胞内叶绿体,原生质等分辨不清(图版8、10)。

缺Ca处理根尖纵切与对照差异极为显著(图版4)。根尖没有明显的分区结构即顶

2.3 主要生理指标测定

出苗后30天,缺Ca处理培养19天时,取样测定生理指标结果如表3所示。



玉米缺 Ca 处理形态解剖症状

表3 正常与缺Ca玉米幼苗生理特性

	光合速率 ($\text{mgCO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	叶绿素a (mg/l)	叶绿素b (mg/l)	叶绿素含量 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	干物重 g			
					根	茎	叶	单株
CK	39.6570	4.602	6.944	2.9090	1.13	1.41	1.240	3.80
缺Ca	10.8945	2.939	3.749	1.5220	0.15	0.11	0.155	0.42

从表3看出,无论是光合速率还是叶绿素含量以及植株各器官的干物质重量,CK均明显地大于缺Ca处理。其结果趋势是一致的。

3 讨论

本试验的结果表明:缺Ca处理玉米植株各器官在形态、结构和生理指标等方面所表现出的症状差异,表现出高度一致性。即外部形态的变化是内部解剖结构变化的结果。而缺Ca素引起的不良生理反应,最终导致形态结构上的变化。

Ca元素是植物生长发育的重要营养元素之一。玉米缺Ca所发生的形态变化,植株矮小,幼叶枯萎、生长点死亡、根系不发达,叶片下垂粘化等情况,同以往文献报道一致。除植株地上部幼叶缺Ca时,叶片下垂胶化粘连外,本试验观察根系也发生粘化现象。这是因为Ca是植物细胞壁的成分,细胞壁的中胶层就是含Ca化合物——果胶酸钙。缺Ca时,新细胞壁不能形成,细胞分裂受到阻碍,而一些细胞也受到破坏。因此,缺Ca时,根尖无分生组织结构茎尖生长点死亡,就是此原因造成的。由于Ca在植物体内较固定,不易重新分配,植株本身自我调节能力较差,当植株缺Ca时,即使老叶中含有大量Ca,也不能补给幼叶。因此,幼叶常常表现出缺Ca症状。

Ca元素对植物新陈代谢过程也有一定影响,细胞内 Ca^{2+} 浓度增加,体内的蛋白质和酰胺的含量也随之增加。钙对叶绿素的生成有关,缺少Ca元素不能或很少形成叶绿素,这与试验观察是一致的。

Ca元素对调节环境反应方面也有特殊意义,它直接和间接影响其营养过程。最近有关学者对Ca在动植物生长发育过程中的研究更加深入。70年代初在动物细胞中发现Calmodulin(CaM)—钙调素后,调节细胞的功能在植物方面都已获得普遍支持。利用全标免疫电镜定位的方法,证明了玉米根尖细胞壁存在钙调素。孙大业(1992)用白芷原生质培养,发现外加纯化的CaM,可以促进壁再生及第一次分裂。由此可对缺Ca玉米生长点死亡、根尖缺少分生区及细胞有丝分裂受到抑制等现象进一步加深理解。

参考文献

- (1)山东农科院编,《中国玉米栽培》,上海科技出版社,1962
- (2)韦安阜编译,《植物营养贫乏病识别》,上海科技出版社,1961
- (3)褚天锦,玉米缺钙的形态解剖表现,《北京农业科学》,1986,(4),11
- (4)U.B吉良根等,玉米对N、P、K定期营养反应,《农业科学译报》,1960,(7),382
- (5)马依松等,玉米空秆与果穗结粒不全的原因—缺硼,《农业科学译报》,1960,(6),332
- (6)北京农业大学编,《植物生理学》(上册),农业出版社,1961
- (7)松木王楼,《化学肥料の特性と使い方》,日本大阪富民社,1957
- (8)孟小雄等,植物的营养与施肥 I 钾、钙、镁,《植物杂志》,1984,(1),8—9
- (9)孙天恩,植物细胞内游离钙离子定量研究现状,《植物细胞生物系暨植物生殖生物学学术讨论会及汇编》,1992
- (10)孙大业,植物细胞外钙调素及其增殖功能,《植物细胞生物系暨植物生殖生物学学术讨论会及汇编》,1992
- (11)刘富林,生物体内的一种新发现的功能蛋白—钙调素,《生物科学动态》,1988,(2),1—5