

Why Are Crops Prone to Show Symptoms of Calcium Deficiency in Abnormal Weather

Mingzao Liang* Shuxiang Zhang

Institute of Agricultural Resources and Agricultural Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100081, China

Abstract

Calcium is an essential element for crops and requires a large amount. The calcium absorbed by plants plays a variety of roles in their bodies, such as promoting the development of cell walls, reducing the extravasation of nutrients in the body, inhibiting the infection of pathogens, and improving the resistance of plants. Disease, eliminate the harm of excessive organic acids in the body, and promote various metabolic processes in the body. Once the crop is deficient in calcium, its metabolism in the body will be blocked, and various symptoms of calcium deficiency will occur. The paper introduces the symptoms of crop calcium deficiency and preventive measures.

Keywords

crops; calcium deficiency; abnormal weather

为什么在异常天气下作物容易表现缺钙

梁鸣早* 张淑香

中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 中国·北京 100081

摘 要

钙是农作物的必需元素, 需要大量的钙。植物吸收的钙在植物体内起着促进细胞壁发育、减少营养物质在体内外渗、抑制病原菌侵染、提高植物抗病性等多种作用。疾病, 消除体内过量有机酸的危害, 促进体内各种代谢过程。作物一旦缺钙, 其在体内的代谢就会受阻, 出现各种缺钙症状。论文介绍了作物缺钙的症状及防治措施。

关键词

作物; 钙缺; 异常天气

1 近年来在异常天气下作物会表现缺钙的原因

近年来的异常天气比较多, 专家估计从现在起到本世纪末, 由于全球气候变化所引起的异常天气现象将会频发, 对农业来讲, 未来几十年, 风调雨顺的年景会变得稀缺, 而异常天气会变为常态, 如何应对日益常态化的异常天气, 将成为农业界人士共同关心的话题。人们发现, 近年来在春季低温冷害、夏季高温多雨等异常天气下, 很多作物表现出缺钙症状, 这一现象在大田作物、果树和蔬菜上都普遍存在(见图 1~3)。下面分析一下作物缺钙症状、原因及对人类健

康的影响。



图 1 2018 年的苹果经受春季低温刚摘袋表面就出现由缺钙引

【通讯作者】梁鸣早, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 中国·北京 100081 邮箱: lmz@nassg.org

起的苦痘病



图2 2020年5月山东大棚黄瓜出现芯叶弯曲呈杯状缺钙症



图3 河南冬小麦在2020年5月孕穗到成熟期普遍出现芯叶皱缩卷曲的缺钙症

1.1 农作物缺钙的表现

钙是植物必需的中量营养元素，目前中国作物缺钙十分普遍^[1]，表现在：1) 土壤缺钙，在砂质土壤和南方酸性土壤中普遍缺钙。2) 生理缺钙，由于钙在植物体内是随着蒸腾水流而运输的，果树和蔬菜果菜类的果实及包心叶菜类的蒸腾强度远小于叶片，对钙的竞争也远小于叶片。钙在植物体内不能移动和再度被利用。缺钙造成顶芽和根系顶端不发育，呈“断脖”症状。幼叶失绿、变形、出现弯钩状。缺钙严重时生长点坏死，叶尖和生长点呈果胶状。缺钙时根常常变黑腐烂。一般果实和储藏器官供钙极差。水果和蔬菜常由储藏组织变形判断缺钙。禾谷类作物幼叶卷曲、干枯，功能叶的叶间及叶缘黄萎。植株未老先衰。结实少，秕粒多^[2]（见图4~16）。

小麦缺钙顶端生长受阻，幼叶卷曲干枯，功能叶叶间及叶缘黄萎。植株未老先衰。结实少秕粒多。小麦缺钙的另一特征根尖分泌球状的透明粘液，如图4所示。



图4 小麦缺钙

水稻钙不足时幼嫩器官首先受到影响，生长点受损，新根长出后不久即坏死变褐，如图5所示。



图5 水稻缺钙

玉米缺钙叶缘出现白色斑纹，常现锯齿状不规则横向开裂，顶部叶片卷下弯呈“弓”状，相邻叶片常粘连，不能正常伸展，如图6所示。



图6 玉米缺钙

马铃薯缺钙叶片呈杯状上卷、失绿、出现褐斑。块茎表

面及内部维管束细胞常坏死，如图 7 所示。

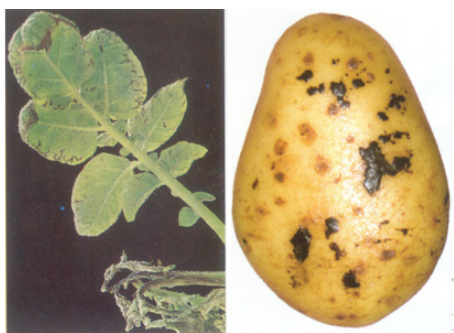


图 7 马铃薯缺钙

棉花缺钙生长点受抑，呈弯钩状。严重缺钙会导致老叶叶柄下垂并溃烂，如图 8 所示。



图 8 棉花缺钙

西瓜缺钙幼果期果实顶端枯萎。西瓜缺钙新叶皱缩卷曲，如图 9 所示。



图 9 西瓜缺钙

番茄缺钙，叶缘失绿坏死，叶缘卷曲，易患脐腐病，最初果顶脐部附近果肉出现水渍状坏死，病部组织崩溃，继而黑化、干缩、下陷，一般不落果，如图 10 所示。

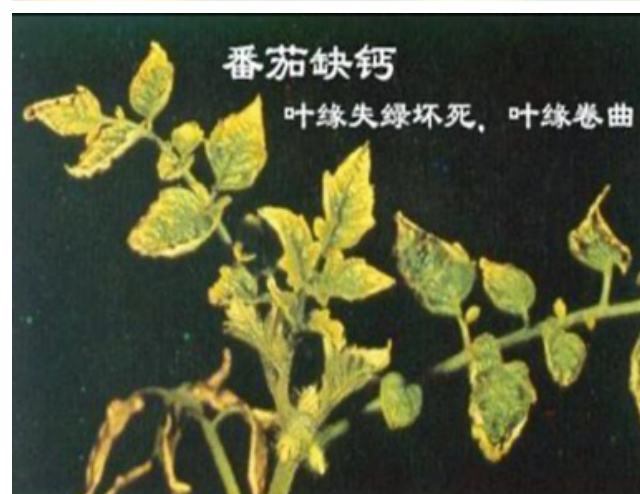


图 10 番茄缺钙

花生需钙量大受土壤缺钙影响大，花生果针（或荚果）直接吸收钙。花生缺钙叶面出现棕色斑枯，胚芽变黑，通常结果空壳不正常。如图 11 所示。



图 11 花生缺钙

花椰菜缺钙，幼叶叶缘干枯内卷。如图 12 所示。



图 12 花椰菜缺钙

油菜缺钙结荚期花序顶端弯曲，生长点受损直至坏死，呈“断脖”症状。根尖和顶芽生长停滞。如图 13 所示。



图 13 油菜缺钙

柑橘缺钙，新生叶叶尖焦枯，叶片上卷。如图 14 所示。



图 14 柑橘缺钙

大豆缺钙新叶不伸展，老叶灰白色斑点。叶脉棕色，叶柄柔软下垂。根暗褐色、脆弱，呈粘糊状，叶柄与叶片交接处呈暗褐色，严重时茎顶卷曲呈钩状枯死。如图 15 所示。



图 15 大豆缺钙

桃缺钙果实缝合线部位软化，其果皮和果肉组织含钙量低。桃树缺钙叶片有斑枯，缺钙果实易出现软腐病。如图 16 所示。



图 16 桃缺钙

1.2 农作物缺钙的原因分析

大多数生产者尚不知，钙是土壤和作物都需要的元素，作物对钙的需要量是磷的 2.5 倍，钙还是土壤中有胶体与无机胶体的搭桥物质，和其他二价阳离子一起成为形成土壤的团粒结构。不知道作物对钙的吸收很困难，需要靠根尖吸收靠蒸腾拉动，异常天气下作物蒸腾受到影响，作物对钙的吸收容易出现障碍。更不知道钙是植物细胞代谢的总调节者，钙能稳定细胞膜抵抗非生物胁迫带来的自由基攻击，钙最终影响籽粒的形成。

我国连续 40 多年的化学农业，生产中基本上用的是土壤储备钙，土壤钙已经不能满足作物和土壤的双重需要了。目前都没有把补充钙提到日程。反而还有不少生产者依然离不开高浓度速效氮磷钾肥，磷钾过量又对钙镁形成拮抗，增加了农作物获得钙的难度，使农作物长期处于钙的隐性饥饿中。农资市场很难买到类似钙镁磷肥等物资，一些高档次的液体钙相对价格比较高，农民买来只能救急，不能从根本上解决问题。因此一旦出现病虫害侵扰和异常天气，作物需要大量钙来应对逆境，一时筹集不到那么多钙，缺钙就表现出来了。

1.3 作物缺钙影响到人类健康

2015 年中国疾病预防控制中心发布^[1]，中国成年女性每日膳食摄入量达标率的调查报告。此跟踪调查在 2000 年、2004 年、2009 年和 2011 年，针对辽宁、黑龙江、山东、河南、湖北、湖南、江苏、贵州、广西九省市 14,000 多个 25 ~ 45 岁育龄妇女，调查其中一项是钙摄入达标率，统计结果平均仅 3% 很令人震惊。说明了我国的化学农业确实出了问题。大家知道，人类 95% 的食物来自于土壤，土壤缺钙导致农作物缺钙，农作物缺钙引起食物链效应影响到人群的缺钙，世界卫生组织（WHO）宣布全球统计的 135 种基础疾病中，有

106种与缺钙有关,基础病包括,骨质疏松、骨质增生、高血压、动脉硬化和心脑血管疾病、老年痴呆症、糖尿病、各种结石病、各种过敏性疾病、肝脏病变、肾病综合症、性功能障碍、经前综合症、癌症。

总之,缺钙影响作物生长与产量,农产品缺钙问题影响到人类的健康,这一问题应引起全社会的关注^[4]。

2 钙是植物细胞代谢的总调节者

钙在植物体内功能很强,调节细胞壁的稳定性和保持膜结构完整性和通透性、促进酶的活化,作为第二信使,负责逆境信号的响应和传递,因此被称为植物细胞代谢的总调节者。

2.1 钙的生理功能

钙在植物体内主要构成果胶酸钙、钙调素蛋白、种子中含有肌醇六磷酸钙镁等,在液泡中有大量的有机酸钙,主要是草酸钙、柠檬酸钙、苹果酸钙,可调节 pH 值,稳定细胞内环境。钙是细胞壁的果胶质结构成分,维持细胞壁的结构和功能。钙对植株挺立和茎秆硬度起到关键作用。它对细胞和细胞壁的作用是调节碳水化合物的转运。细胞壁果胶酸钙的多少与真菌侵染组织的敏感性和果实成熟早晚有关,钙可使果品在储藏期间降低病害感染。钙能够增强植物的抗病力,缺钙时,中胶层中钙与果胶的粘结性受到影响,植物组织易受病菌的侵害。钙增加农产品的耐储藏性和耐运输性,且不易腐烂。钙促进硝态氮的吸收,减少植物中的硝酸盐的积累。钙可提高植物的耐盐性。固氮菌需要大量钙。

2.2 钙对细胞膜的作用

钙在细胞膜中是物质间联结的纽带。钙是细胞伸长所必需的物质,保护了细胞膜结构的完整性,受损的膜系统必然导致细胞能量转化效率降低。保护细胞的膜系统就是保护农作物。低温使植物体内产生大量自由基,引起膜系统损伤。钙能提高超氧化物歧化酶(SOD)的活性,减缓过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)在植物体内的降低速度,这三种酶是植物体内的重要保护酶,在清除自由基中起重要作用,钙能有效地提高植物的抗寒性。钙也能通过调节生物膜系统 Ca^{2+} -ATP酶的活性,提高植物的抗旱性和保水能力。

2.3 钙在信号转导上占有中心位置

钙在细胞信号转导上占有中心位置。逆境的胁迫引起细

胞质内钙离子剧增,钙来自细胞壁和细胞内的钙库,即液泡和内质网。钙是各种逆境反应的第二信使,当逆境信号由乙烯发出后,钙离子(Ca^{2+})从一些细胞器中释放出来,进而激活某种特定的化学反应,质膜上的钙离子(Ca^{2+})通道被打开,细胞外的钙离子(Ca^{2+})进入细胞内, Ca^{2+} 与特殊的钙调蛋白结合,在一系列级联反应中钙调蛋白复合物又激活第三信使脱落酸。传给第二信使钙离子激活转录因子,使抗逆基因表达。钙信号再通过其下游的钙结合蛋白(CaM)进行感受和转导,进而在细胞内引起一系列的生物化学反应以适应或抵制各种逆境胁迫。

2.4 作物吸收钙不容易

作物对钙需要量是对磷需要量的2.5倍,但植物吸收钙并不容易,靠蒸腾拉动植物以二价钙离子的形式吸收钙。虽然钙在土壤中含量有时比钾大10倍,但植物对钙的吸收量却远远小于钾,因为钙只能被植物根系内皮层细胞壁尚未栓化的幼嫩根尖吸收,所以植物吸收钙的能力有限。钙向上移动的速度在很大程度上受蒸腾强度的影响。蒸腾速率大的老叶运输的钙就多。植物新生的嫩枝顶端和果实部位虽然蒸腾速率低,但由于能合成生长素(吲哚乙酸)可刺激质子泵增加新的阳离子交换点,促使钙向果实移动,使钙在果实中积累。增加微量元素,并在作物幼果期及时在果面喷液体钙是不错的补救措施。

3 补钙时要考虑土壤对钙的需要

地壳中含钙量约为3.64%,土壤钙的来源是钙长石、辉石和闪石等矿物在土壤中很常见,另外还有方解石、白云石、石膏、黑云母、绿帘石、磷灰石、钠长石等矿物中也含钙。我国土壤的含钙量差异大,湿润地区土壤钙含量低、砂质土壤含钙量低,石灰性土壤含钙量高。钙的淋失量比钠还多。钙是渗漏水、泉水、河水、湖水中最多的离子。湿热地区的酸性土壤中,溶于水的碳酸氢钙易随水流淋失,所以湿热地区的土壤容易缺钙土壤呈酸性。干旱地区碱性土壤含钙相对多一些。

3.1 土壤中钙不足是土壤板结的成因

农田种植环境中土壤溶液的交换性钙损失的途径,随排水流失、被作物携带出农田、被土壤中粘土颗粒吸附成为形成土壤团粒结构的搭桥物质(如图17所示)、与钾离子拮抗再次沉淀。

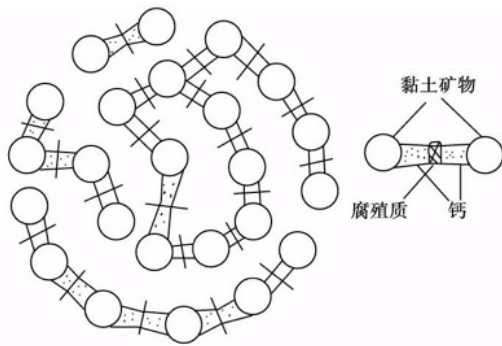


图 17 钙是二价阳离子是土壤结构搭桥物质

土壤形成团粒结构是土壤健康的标志,土壤的团粒结构的形成离不开二价阳离子的搭桥作用。成土母质中的黏土矿物带有阴电荷也被称为无机胶体,土壤中的腐殖质带有阴阳两种电荷也被称为有机胶体。土壤形成有机胶体和无机胶体的结合,需要二价矿物阳离子来搭桥。研究表明有团粒结构的土壤有下列三种结合方式,即 G_1 , 黏土矿物 - 钙镁二价阳离子 - 腐殖质, G_2 , 黏土矿物 - 二价铁锰阳离子 - 腐殖质, G_3 , 黏土矿物 - 腐殖质 (如图 18 所示)。

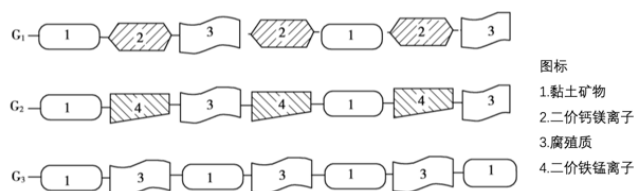


图 18 黏土矿物 - 二价阳离子 - 腐殖质的结合模式图

连年的种植,收获的作物从农田携带出了大量的矿物质,特别是钙,使得土壤矿物质的原始积累受到破坏。化学农业使土壤板结的原因是,因为土壤中原有起到有机胶体和无机胶体的搭桥作用的钙镁铁锰二价阳离子,被化肥中的化学性质更活跃的一价阳离子置换掉了 (如图 19 所示)。当土壤中钾离子、铵离子中的任一种占土壤盐基代换量的 12 ~ 15% 时土壤结构中的二价阳离子被置换掉,土壤结构就被破坏了^[5]。

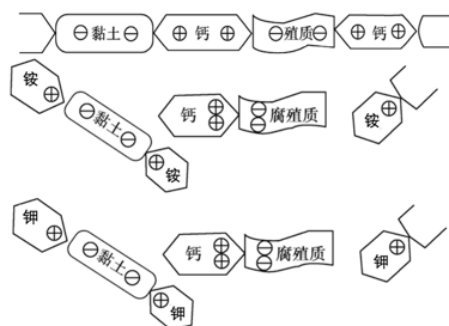


图 19 由于土壤中一价阳离子过剩导致的土壤结构破坏的示意图

3.2 补钙要考虑钙镁钾的比例

在施肥中既要考虑作物和土壤对钙、镁的需要,给土壤补充矿物质时不仅依靠作物移走量,还要考虑土壤矿物质的有效性,一般土壤有效钾 (K) 的临界值 80mg / kg,有效镁 (Mg) 的临界值 120mg / kg,有效钙 (Ca) 的临界值是 400mg / kg,土壤有效磷 (P) 的临界值是 12mg / kg。土壤中的有效镁与有效钾的比例是一个重要的土壤属性标志。研究表明,土壤中的 Mg/K 比在 3.7 ~ 15:1 比较合适,土壤中有有效 Ca / Mg 比在 2.4 ~ 7 左右比较合适。从上述数据可以看出,土壤中需要有效钙和有效镁的值应该远远大于有效钾的值。给土壤补充钙 - 镁 - 钾的比例大约为 5:2:1 更合理。

4 农业上如何补钙是一个重要话题

因此,农业生产上如何补钙依然是一个重要话题。钙镁磷肥有国家标准,钙镁磷肥可以补充作物对钙镁磷以及微量元素等的需要,从作物需求来看,钙镁磷肥是中微量元素搭配较为合理的肥料,理应成为广大农业生产者在重施底肥时的首选。市场上专门的钙肥不多,酸性土壤可选用石灰做钙肥,碱性土壤可选用石膏做钙肥,石膏改良盐碱土的原理是,钙置换出土壤粘粒上的钠,与硫结合形成硫酸钠随水排出,可使土壤絮凝、透水性更好。钙肥中还有过磷酸钙和重过磷酸钙。硝酸钙肥是一种既含氮又含钙的肥料,溶解性好,可叶面喷施,缺点是吸湿性较大。新型的螯合钙或海洋活性钙肥也可以作为钙源的补充。

总之,上述钙肥对农作物来说都是急需物资,为了让作物长势好产量高,请重视补充钙,建议在底肥中重施钙肥。在作物幼果期及时在果面喷液体钙也是补救措施。

参考文献

- [1] 周卫,李书田,林葆.作物硫钙营养研究回顾与展望[J].中国农业科学,2007(41):250-255.
- [2] S. L. 蒂斯代尔.《土壤肥力与肥料》[M].金继运,刘荣乐,等译.北京:中国农业出版社,1998.
- [3] 杜文娟,王惠君,陈少洁.中国9省(区)2000-2011年成年女性膳食营养素摄入变化趋势[J].中华流行病学杂志,2015(36):715-719.
- [4] 赵方杰,谢婉莹,汪鹏.土壤与人体健康[J].土壤学报,2020

(01):1-10.

- [5] 梁鸣早,路森,张淑香.《中国生态农业高产优质栽培体系》[M].北京:中国农业大学出版社,2017.

作者简介

梁鸣早,中国农业科学院农业资源与农业区划所副研究员(退休)。从事植物营养和生理,作物高产优质栽培、植物次生代谢在农业上的应用等研究。曾获 2 个国家科技进步奖、2 个省部级科技进步奖。发表学术论文 50 多篇。编制 20 种

作物营养失衡挂图、2 部国家星火计划丛书任主编。

张淑香,中国农业科学院农业资源与农业区划所研究员,博士生导师。从事土壤肥力演变、土壤生态修复、作物连作和生态农业技术等研究。主持和参加完成 20 多项国家自然科学基金资金、国家基础性工作、国家 863 计划课题、农业部行业专项和省(部)级项目;获省(部)级奖励 8 项;发表论文 90 多篇(SCI 20 余篇)、作为主编、副主编编写专著 8 部,软件著作权和专利 8 项,培养研究生 20 余名。