

园艺作物钙素功能

徐丽霞

裴轶琨

徐书法

(大连市优质农产品开发服务中心)

(吉林工学院)

(大连市农业局)



第一作者简介 徐丽霞,女,农艺师。1963年8月生,1985年毕业于吉林农业大学农学专业,毕业后先于吉化公司吉林市农药厂研究所从事药效和技术更新改造农药新品种研制开发工作。1989年调到大连市优质农产品开发服务中心从事园艺作物的新技

术推广、新品种引进、优质农产品开发等工作。

1 钙素在植物体内的吸收分布特点

土壤中的钙主要以两价阳离子的形态吸附在交换点上,以螯合和不溶性磷酸盐、硫酸盐以及硅酸盐形式存在的量较少。土壤及其他盐分及土温影响着植物根对钙离子的吸收,另外不同植物种类、包括不同园艺作物的砧木类型对钙离子(Ca^{++})的吸收情况不同。钙的吸收和运转一般在未栓化的幼根。土壤中的 Ca^{++} 通过质流扩散和根的截获移到根表面,经扩散和细胞间隙的置换进入根和皮层,再经内皮层细胞的共质体进入维管组织。钙离子到达中柱后,通过木质部薄壁组织的活性分泌物或渗露进入木质部导管。多数学者认为木质部是植株内钙运转的主要途径。所有输送在新梢上的钙似乎都来自木质部。苹果的果枝中有40%以上的钙存在于韧皮部中,钙则随着季节的推移而以草酸钙的形式被沉淀下来。在迅速生长的幼叶中,含钙量通常最低幼叶中的钙多被固定为草酸钙的形式,在秋季叶片衰老时,与其它元素相比,钙是极难再被利用的。钙的这种固定性在其它组织中也很明显。果实中钙的积累分为两个阶段,一是果实生长开始的细胞分裂期,时间较短;二是细胞膨大期和果实成熟期。不同的作物果实中积累钙离子(Ca^{++})的时期不同。梨果实的大部分钙是在第二阶段进入果实的,约占果实总钙量的92.5%~93.1%;多数学者认为果树作物中苹果的果实吸收钙主要发生在第一阶段,约占果实总钙量

的80%~90%,在生长初期,钙浓度在果内呈均匀分布,随季节的推移则出现浓度差异,其中果皮最高,果肉最低,种子和果心居中。这种情况在蔬菜作物的番茄中也有类似特点,且在番茄种子中 Ca^{++} 主要分布在种皮内。总之,钙从根系进入树体内,一部分呈离子状态,另一部分呈难溶的钙盐,一旦钙在某一组织中沉淀下来,即被固定,难以重新利用,据Terblanche等(1979)的报道:在苹果树钙总量中根占8%,木质部占40%,树枝中占11%,叶占3%,果实占15%,一般在新陈代谢旺盛的顶端分生组织中,具有较多的钙。

2 钙素的生理功能

2.1 维持细胞壁的结构与功能 当钙在植物体内以果胶酸钙形态存在时,是细胞壁和细胞间层的组成部分,它能使相邻的细胞互相连结,增大细胞的间韧性。Poriah等报道在未用钙处理的果实中,贮藏9个月后发现一个分子量为70KD的细胞壁多肽,而经钙处理的果实中这条多肽在贮藏近12个月后才出现。在衰老过程中,未处理过的果实,中胶层分解,导致细胞间分离;而处理过的果实,在贮藏过程中仍保持坚硬,中胶层染色浓,细胞之间紧密相连,减少了细胞壁的分解作用,推迟果实的软化。

2.2 维持细胞膜的结构与功能 钙在生理学上有防止膜损伤和渗漏,稳定膜结构和维持膜的完整性等方面的作用。电镜观察表明,缺钙导致细胞膜解体,加钙又恢复到常态。另外钙的吸收和分配同水分又有着必然的联系,因为水分决定钙的运输,吸收和转运,水分不足时钙的含量下降。在干旱胁迫时,植物蒸腾降低,钙的吸收能力必然下降,以致引起地上部位组织缺钙膜透性增大, K^{+} 大量外漏。杨根平等1993年报道缺钙(加EGTA 1mmol/L)处理的大豆下胚轴和幼根细胞膜透性增大, K^{+} 外漏,钙浓度提高时膜透性降低。在渗透胁迫下,细胞透性是缺钙处理 $>$ 低钙(1mmol/L)处理 $>$ 高钙处理,且在高钙下细胞透性明显改变的时间延迟。 Mg^{2+} 不能代替 Ca^{++} ; La^{++} 对钙的作用有拮抗性。根据以上结果,可以认为 Ca^{++} 在维持膜的结构功能中起了重要作用;干旱胁迫下维持细胞的完整性需

要更高的 Ca^{++} 浓度, 钙作用不能被其他二价离子 (Mg^{++}) 所代替, 至于 Ca^{++} 在抗旱作用中的机理, 是否仅同维持膜的结构和功能有直接唯一关系, 值得进一步研究, 所以研究 Ca^{++} 抗旱机理的许多研究人员目前把眼光放在了 Ca^{++} 同酶的关系上。

2.3 钙是酶和辅酶的活化剂 如三磷酸腺苷, α -淀粉酶, ATP 酶以及磷脂类代谢有关酶的活性都需要钙。SOD 酶, POD, MDA 等近几年来做为防御自由基损伤的指标物质, 受到高度重视, 关军锋 1990 年对 Ca^{++} 在果实中几种酶包括 SOD、POD 等的影响作了系统研究。 Ca^{++} 处理苹果与对照相比, 增高了果肉超氧化物歧化酶活性, 降低了膜脂过氧化物丙二醛含量及过氧化物酶活性。 据此可以断定, Ca^{++} 可抑制果实膜脂过氧化作用。 已经证明 Ca^{++} 可抑制黄瓜子叶中 H_2O_2 生成与乙烯释放, 而 H_2O_2 参与调节果实的衰老, 同时也已经证明 Ca^{++} 处理果实有利于提高抗坏血酸(Vc)含量, 而抗坏血酸具有清除自由基的能力, 保护细胞膜, 抑制膜过氧化作用。 这样的结论是同 Ca^{++} 增加 SOD 酶的活性结论相一致的。

3 钙素营养

3.1 钙素同植物抗病性的关系 果树因缺钙引起的生理病害, 主要表现在果实上, 据目前统计有: 苹果苦痘病、苦陷病、内部崩溃病、水心病、褐烫病、栓化斑点病等。 但是目前果实缺钙失调的预测标准尚待研究。 果树缺钙通常不是由于土壤中的 Ca^{++} 含量少, 而是可溶性 Ca^{++} 少, 或者其它别的原因造成。 一般酸性土壤易缺钙并且其他离子的拮抗作用也很易造成植物体缺钙, 土壤中离子总量和 K^+ , Mg^{++} 、 Na^+ , 磷酸盐的任一成分过多均会降低钙的吸收。

3.2 钙素与植物抗逆性的关系 钙素能够通过抑制膜脂过氧化作用, 提高作物的抗旱力; Ca^{++} 能够缓解盐胁迫对植物生长的抑制作用, 如提高盐胁迫下黑小麦品系 Silkyou 的出苗率; 增加白头银合欢的植株高度叶片数, 根瘤数目, 固氮能力和促进生长等。

3.3 钙素与植物体衰老的关系 Ca^{++} 能够缓解或延缓植物体的衰老。 关军锋从研究 Ca^{++} 素处理同果实中 SOD、MDA 及 POD 的关系入手, 提出 Ca^{++} 通过提高 SOD 活性, 抑制 MDA 及 POD 活性而延缓了植物体衰老的结论, 并且试验证明果实衰老时膜透性增大, 丙二醛含量增加, 这些结论具有一致性。

3.4 钙与果实采后贮藏的关系 在香梨果实贮藏期间生理生化的影响。 随着 Ca^{++} 浓度的增加, 香梨呼吸跃变的时期向后移, 果实呼吸率下降与钙浓度间的相关性达到显著水平(相关系数为 0.9632), 钙处理的果实乙烯释放量比对照少, 且随着钙浓度的增加而逐渐下降, 呈极显著的相关性。 Sams 等认为同一浓度钙处理的果实, 乙烯释放量随测定天数增加而有所变化。 乙烯可启动成熟过程。 因此, 任何限制乙烯产生的因

子都可能使得成熟速率降低, 从而使果实呼吸跃变期及后熟作用向后推延。

钙对果实贮藏后期挥发性物质, 例如乙醇、乙酸乙酯、乙醛, 丙酮等皆有影响(陈发河等 1991; 龚云池等到 1987); 钙处理的果实, 能很好地保持其硬度, 提高贮藏果实的商品品位; 钙处理的果实在贮藏期间果肉内的可溶性固形物的变化同不用钙处理的基本相同; 有关钙同抗坏血酸氧化分解的变化关系没有规律性, 贮藏前用钙处理可以降低果实内水分散失, 防止果皮皱缩, 上述的这一结果可能是由于钙在细胞壁中沉积, 阻碍了水分由果实内部向外扩散所致。 早在 1956 年就已发现果实的采后病理同 Ca^{++} 有关, 这种相关联系着钙维持细胞膜与细胞壁结构。 Fergrison 等曾提出, 通过苹果果实采前的含钙量分析即能预测贮藏中果实的生理变化, 生理病害发生率, 每 100g 鲜重含钙大于 3mg 时发病率大于 15%。 随着对钙生理作用研究的深入, 人们还发现果实采后真菌病害的发生也与钙有关。 钙能提高果实组织对病原菌的抗性。 田世平报道, 贮藏前经钙处理的锦橙在贮藏期的烂果率(2.5%) 低于清水处理(21.1%), 青绿霉病菌接种试验钙处理果实对病原菌有抗性。

4 钙调节蛋白及其功能

钙调节蛋白在植物体内有着重要的作用, 已肯定由 CaM 调节的酶有两种——激酶和 ATP 酶; 关于它参与生理过程调节的知识近年来已有所积累。

4.1 CaM 调节控制激酶 CaM 调控的激酶至今比较清楚的是 NAD 激酶。 从动物体中提取出来的 CaM 可以激活豌豆 NAD 激酶, 而且激活作用依赖 Ca^{++} 的存在。

4.2 调节控制 ATP 酶及 Ca^{++} 运输 细胞质内低恒稳定水平的 Ca^{++} 是由 ATP 酶完成的。 现有资料证明这种 CaM 依赖的 Ca^{++} -ATP 酶存在于质膜上和某些细胞器膜系统内。

4.3 CaM 同光合作用的关系 美国 Texas 大学植物系的 J Brand 教授在一种藻类 *Aracystis nidulaus* 光合电子传递的研究中, 指出 Ca^{++} 的重要性。 R Barr 指出经 EGTA 处理过的菠菜叶绿体, 电子传递被抑制 50%, 而且 CaM 抑制剂 CP₂ TFP 等在 20~500 μ m 浓度时抑制菠菜叶绿体 PS II 电子传递, 抑制点在 Diphenyl-carbazide 到醌醇途径。 同时 R Barr 又报道光合磷酸比可能与 Ca、CaM 系统有关。

4.4 CaM 同细胞伸长及与激素的关系 细胞伸长的先决条件是细胞壁松弛。 而细胞壁松弛则主要受控于植物激素。 根据酸生长理论, 及 Ca 为生长因子的理论, Ca 对壁酸化和细胞增伸长的影响基本上可归纳为低浓度的促进作用和高浓度的抑制作用两个方面。 CaM 对某些离子泵起调节作用, 从而调节 IAA 的引起 H^+ 喷出的量。 吴有梅等 1990 年研究番茄果实成熟过程中钙调素含量变化及其与乙烯生成的关系认为, 果实开始成熟

期 CaM 含量随呼吸跃变而上升,成熟时达最大,过熟衰老时则下降。果实内部乙烯浓度、ACC 含量及其合成酶活性也随跃变而增加,随过熟衰老而降低。此时用外源乙烯催熟处理促进各部位 CaM 增加。成熟衰老时子房组织首先衰老, CaM 含量大量下降,但在中柱和果皮中却高于跃变上升期。外源乙烯促进衰老使 CaM 下降。Ca⁺⁺促进番茄圆片 CaM 含量增高和乙烯产生。Echett 指出 CaM 抑制剂对生长素,细胞激动素、赤霉素等多种激素都有影响,所以他认为通过 Ca⁺⁺、CaM 调节细胞内功能是植物激素的一种统一作用方式。另外, CaM 同细胞运动,向地性生长有着较密切的关系;同光形态发生——光敏色素的原初反应的关系越来越受到重视, Ca⁺⁺、CaM 复合体与靶子酶结合而酶被活化,从而产生光敏色素控制的一系列生理生化反应。

5 建议

目前同生产上关系较密切的问题就是如何做到合理的补钙,园艺作物一般果实的增钙措施可以分为采前、采后补钙以及采前调节树体钙分配三种,采用的钙盐可以是 CaCl₂、Ca(OH)₂、Ca(NO₃)₂。但三种增钙措施都有不足之处,采前喷 Ca 必须注意 CaCl₂ 对树叶的伤害以及 Ca(NO₃)₂ 对着色的影响。为提高钙盐效果,采前喷钙需结合激素或生长调节剂喷布,例如 Ca⁺⁺+IAA 配合。美国开发出一种海藻酶,其富含 Ca⁺⁺及多种酶成分,使用这种海藻酶作为肥料可以有效地促进作物对 Ca⁺⁺的吸收。

参考文献

- 1 陈发河等. 1991, 钙渗入对香梨果实贮藏期间生理生化的影响, 园艺学报 18(4)365~368.
 - 2 关军锋等. 1990, 钙对苹果果实膜透性及膜脂过氧化作用的影响, 山东农业大学学报 (2) 47~53
 - 3 关军锋等. 1991, 苹果果实衰老与膜脂过氧化作用的关系, 河北农业大学学报, 14(1) 50~54
- (大连市农业局大连市西岗区长春路 246 号 邮编 116013)

按宽 120cm 做畦。种子繁殖: 每年 8 月至 10 月间采收成熟无病的果实。去掉红色果苞, 放在水中揉搓, 使种子与胎座分离。用水反复冲洗, 除去杂物和未成熟的种子, 捞出放在纸上或沙布上阴干。低温干燥条件下保存。一般 667m² 用种量为 300~400g。直播于 5 月上旬开始, 顺畦按行距 35cm 踩实, 保持湿润, 29~25d 出苗。育苗移栽, 于 3 月中旬播种, 温度保持 25℃时, 15d 可出苗, 5 月下旬开始移植, 按行距 35cm, 株距 15cm 定植。根茎繁殖: 于 4 月初将根茎刨出, 选择健壮无病, 剪成 10~15cm 长, 每段保留 2 个芽按行距 35cm 顺畦开沟, 沟深 3~4cm, 将根茎顺沟一个接一个摆放, 尔后覆土浇水, 保持湿润, 25~30d 出苗。田间管理: 直播在苗高 4~5cm 时疏苗一次, 苗高 9~10cm 时, 按株距 10cm 定苗。每年锄草松土 2~3 次, 锄草时不宜过深, 以防伤害根茎。夏季及时拔除大草、排除积水, 防止倒伏。越冬畦秋收后清除地上杂物, 春季结合翻地施肥一次, 并切断根茎, 捡除多余根茎, 减少无效苗。发生蚜虫或红蜘蛛用乐果喷酒。

4 红姑娘的开发利用 具有清热解暑、利尿、降压、强心、抑菌等功能。主治热咳、咽痛、音哑、急性扁桃体炎, 尿便不利和水肿等病。红姑娘果实成熟后红色, 酸甜可口, 特别是霜后采收, 更是口味宜人, 目前在一些地区已作为水果上市销售。红姑娘成熟时挂满枝头, 如同一串串灯笼, 别具特色。红姑娘果实中含有人体需要的多种营养成分。其中钙的含量是西红柿的 73.3 倍、胡萝卜的 13.8 倍。维生素 C 的含量是西红柿的 6.4 倍, 胡萝卜的 5.4 倍。以它独特的风味和丰富的营养, 是加工饮料、果酒等饮品的好原料, 开发红姑娘大有可为。(佳木斯大学师范学院生物系 154007)

红姑娘的驯化栽培

张海洋 董锡文 张守平

红姑娘 (*Physalis alkekengi* L var. *francheti*) 俗称山姑娘、锦灯笼、挂金灯、酸浆等。果实营养丰富, 富含维生素、β-胡萝卜素 20 多种矿质元素和 18 种人体需要的氨基酸。是不可多得的野生浆果资源, 开发前景广阔。

1 形态特征 红姑娘为茄科, 酸浆属多年生直立草本, 株高 50~80cm, 地上茎常不分枝, 有纵棱, 茎节膨大, 幼茎被有较密的柔毛。根状茎白色, 横卧地下, 多分枝, 节部生有不定根。叶互生, 每节生 1~2 片叶。叶有短柄, 长 1~3cm, 叶片卵形, 长 6~9cm, 宽 5~7cm; 先端渐尖, 基部宽楔形, 边缘有不整齐的粗锯齿或呈波状, 无毛。花 5 基数, 单生于叶腋处, 每株 5~10 朵。花萼绿色, 5 浅裂, 花后自膨大成卵囊状, 基部稍内凹, 长 2.5~5cm, 直径 2.5~3.5cm, 薄革质, 成熟时橙红色或火红色; 花冠辐状, 白色; 雄蕊 5, 花药黄色, 长 0.3~0.35cm, 子房上位, 2 心皮 2 室, 柱头头状, 长 1.0~1.1cm。萼内浆果橙红色, 直径 1.5~2.5cm, 单果重 2.5~4.3g, 每果内含种子 210~320 粒, 种子肾形, 淡黄色, 长约 0.2cm, 千粒重 1.12g。

2 生态习性 红姑娘分布于欧亚大陆, 遍布中国西北、华北和东北等地。生于山坡、林缘、林下, 田野、路边和宅旁。适宜在湿润、透气性好的土壤条件下栽培。红姑娘虽属耐阴植物, 但在较强的光照条件下生长更健壮。越冬根茎每年 5 月中旬出苗。6 月下旬始花, 8 月果实开始成熟。种子寿命 2~3 年。

3 栽培方法 选地与整地: 选择肥沃, 向阳、排水良好的沙质壤土为宜。过粘或低洼地常会引起根茎腐烂。667m² 施腐熟有机肥 1.5t, 深翻 20~25cm, 耙平整细。