

化控技术在马铃薯生长发育中的作用

李 成 军

(黑龙江省农业科学院马铃薯研究所, 黑龙江 克山 161606)

摘 要: 化控技术就是利用化学试剂(有机、无机物质)对马铃薯的生长发育加以控制, 提高其生理功能和植株长势, 促进新陈代谢, 使马铃薯个体发育朝着有利于人类需要方向发展, 从而提高产量和品质。众多资料表明: 在马铃薯生育的不同时期, 合理的应用化控技术, 可以提高植株的叶绿素含量和长势, 植株鲜重增加, 地上冠层保持绿色的时间长, 延长了植株的茎叶功能期, 净光合生产率提高, 单产增加, 品质得到改善, 是一项投资少见效快的措施。

关键词: 马铃薯; 化控技术; 施肥方法

植物的生理代谢机能可以通过施用各种化控技术加以改善, 如植物生长调节剂、微肥等。所谓植物生长调节剂是指在植物体内合成, 并从产生之处运输到别处, 对生长发育产生显著作用的微量有机物质。目前, 主要有 5 种: 生长素类(IAA)、赤霉素类(GA_3)、细胞分裂素类(CTK)、乙烯(ETH)、脱落酸(ABA), 前 3 种是促进细胞分裂, 植物生长物质; 脱落酸是一种抑制生长的物质; 乙烯是促进器官成熟的物质。微量元素是指在植物生长发育过程中需求量较少但作用不可忽视的无机离子。研究证明, 无论是植物生长调节剂还是微量元素对植物的生长发育, 提高产量和品质都有一定的正效应。

本文归纳了化控技术在马铃薯生产中涉及到的加速繁殖、提高单产、改善品质等方面, 讨论了有机的植物生长调节剂和无机微量元素在马铃薯生长发育的不同时期施用和施用浓度以及施用方法对马铃薯生长发育、生理代谢机能、产量和品质带来的影响, 旨在为马铃薯生产者提供参考。

1 加速繁殖类

马铃薯的繁殖主要以块茎无性繁殖为主, 有时也用种子、扦插和试管等方式进行。这些方法中都

可以利用不同的化控技术来加快繁殖速度。

1.1 打破块茎休眠

马铃薯播种多是春季, 有些地方尚在秋季, 春季播种时, 种薯已经通过一段时间贮藏, 休眠已被打破, 播后即可萌发。但是, 秋季播种常因收获至播种时间短, 休眠不能被打破, 播后迟迟不能出苗, 出苗率低, 而且所出苗参差不齐, 影响后期管理和产量。因此破除秋播种薯的休眠十分重要。常用的方法有:

(1) 赤霉素(AG_3)催芽: 将已切好的种薯块在浓度为 $0.5\sim 1.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的赤霉素溶液中浸泡 5~10 min, 取出切面向上阴干, 然后切面向下铺一层, 盖上一层含水 30% 的细土, 按同法铺 5~6 层。待一周后芽长 1 cm 时扒出薯块于散射光下使芽变绿后定植于田间。此处理可提前出苗 2~3 周, 为秋播马铃薯赢得宝贵时间。另外, 在种薯收获前 1~4 周用 $10\sim 500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 赤霉素喷洒植株, 也可促进播后萌发。

(2) 硫脲或氯乙醇催芽: 将已切分的薯块在含 0.5%~1.0% 硫脲的溶液中浸泡 4 h, 取出后密封 12 h, 然后堆放在湿砂或细土中, 经过 10 d 左右, 待大部分薯块萌发后定植于田间。用氯乙醇处理方法与此相同, 只是浓度用 1.2%, 密封时间 16~24 h 即可。

(3) 生长素催芽: 用低浓度生长素, $4\times 10^{-6}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的萘乙酸(NAA)或吲哚乙酸(IAA)处理种薯

收稿日期: 2007-03-09

作者简介: 李成军(1960-), 男, 高级农艺师, 主要从事马铃薯遗传育种研究。

可以促进发芽, 但浓度略高 ($4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 就抑制发芽。

1.2 促进种子萌发

杂交育种必须用种子繁殖。许多化控技术可以促进种子萌发。卢弘斌^[1]首次报道了用 NAA、三十烷醇、802 和 C-751 促进马铃薯种子萌发的试验结果表明, 用 $5 \sim 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA 或 $1.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 三十烷醇处理种子, 既提高了发芽率又提高了发芽势; 用 802 与 C-751 的效果不及 NAA 与三十烷醇的处理效果好。另外, 利用 $0.5 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的赤霉素 (AG_3) 浸泡种子 5~10 min 后, 然后清洗, 也有良好的效果。

1.3 促进插穗生根

插穗生根是扦插繁殖的关键。在马铃薯上应用 ABT 生根粉效果很好。方法是: 将带有 2~3 个小叶的幼嫩枝条在 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ABT 生根粉溶液中浸泡 1 h 后扦插在插床上, 插后一周就会全部生根, 而对照处理无生根^[2]。用此方法繁殖可达上千倍。

1.4 促进试管薯形成

离体培养繁殖马铃薯的主要途径是促进外植体在试管中结薯。研究表明, 试管结薯受培养基中附加的化学试剂控制。一般认为, ABA、酚酸和生长延缓剂可以控制匍匐茎伸长, 细胞分裂素 (CTK) 可以诱导匍匐茎顶端膨大, 从而促进结薯和块茎的膨大。另外, 生长素 (IAA) 对结薯也有一定的促进作用, 赤霉素 (AG_3) 抑制结薯, 胡云海等^[3]的研究指出, $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA 或 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IAA 均能促进试管苗结薯, 且以 NAA 的效果为好; BA、KT 和 ZT 对试管结薯与块茎膨大的影响呈抛物线, 促进结薯与块茎膨大最佳浓度分别是: BA $11.59 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $10.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, KT 为 $14.72 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $12.63 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, ZT 为 $10.75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $10.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 是乙烯利提高结薯的最佳浓度; $0.1 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PP_{333} 与 BR 能促进结薯和块茎膨大, 但浓度过高会产生负效应; 属于酚类物质的香豆素在浓度为 $105.44 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 对试管结薯的促进作用最显著。另外, 何静波等^[4]比较了最佳浓度下 BA 与 B_9 促进结薯的差异, 发现 $5 \sim 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ B_9 比 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ BA 的效果好。

2 提高单产类

马铃薯生产的最终目的是获得地下块茎, 促进块茎形成与膨大是提高马铃薯单产的有效途径。试

验研究结果表明, 正确使用化控技术可以促进块茎形成和膨大, 进而提高产量。目前, 国内报道较多的是生长延缓剂的使用, 当然, 其它调节剂也有应用。

2.1 生长延缓剂的应用

生长延缓剂一方面可以抑制植物体内赤霉素的合成, 另一方面具有拮抗赤霉素生理作用的效应^[5], 而赤霉素对马铃薯块茎形成与膨大有抑制效应。因此, 应用生长延缓剂能够促进块茎的形成和膨大。常用的延缓剂有矮壮素、丁酰肼和多效唑等, 使用技术如下:

(1) 矮壮素 (CCC): 一般在马铃薯现蕾期至开花期 (块茎形成与膨大初期), 按每公顷叶面喷施 1~2 次 600 kg 浓度为 $2\ 000 \sim 2\ 500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ CCC , 能够有效的延缓茎叶生长, 使株型紧凑、叶色浓绿、叶片增厚, 提早结薯, 并促进块茎膨大^[5]。在现蕾期喷药 1 次增产 25.5%, 在初花期与盛花期各喷药 1 次则增产 41.7%, 并都可提高大、中薯的比例, 对照的大、中、小薯比例是 0、50%、50%, 喷 1 次的是 20%、60%、20%, 喷 2 次的是 33.3%、41.7%、25.0%。

(2) 丁酰肼 (B_9): 对于生长旺盛的马铃薯在现蕾期至开花期, 叶喷 $3\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ B_9 , 可延缓茎伸长, 抑制植株徒长, 并使花蕾脱落, 促使光合产物从茎叶向地下块茎运输, 从而促进了块茎的形成和膨大, 一般提高单产 10%~20%^[6]。不过, 由于 B_9 残效期长, 在马铃薯上使用后, 对下一代生长仍有抑制作用。因此, 用过 B_9 的薯块不宜作种^[5]。

(3) 多效唑 (PP_{333}): 经过多人、多点、多次试验, 发现在马铃薯结薯初期用 $50 \sim 100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PP_{333} 进行叶面喷施 (用药量: 每 667 m^2 50 kg , 次数: 1 次), 可抑制植物内源赤霉素 (AG_3)、生长素 (IAA) 的合成, 而加速乙烯和脱落酸的合成。即外源调节剂通过调节内源激素的平衡, 表现为植物组织中蛋白质、核酸和叶绿素含量的提高, 进而提高光合强度、增加净光合产物, 提高气孔阻力, 降低蒸腾强度, 增加叶片厚度, 使植株矮化, 并促进光合产物从茎叶向地下块茎运输, 最终提高单产 20% 以上, 提高大、中薯比率 10% 左右^[7-14]。另外, 在马铃薯长梗伸长期用 PP_{333} 拌土散施 (每 667 m^2 用纯 PP_{333} $10 \sim 20 \text{ g}$) 或用 PP_{333} 溶液灌根也可以提高单产^[15-16]。但施药时间即不能过早, 也不能过晚。过早, 植株地上部尚未达到最大同化面积, 增产效果

降低, 严重时则造成减产; 过晚, 植株生长中心已经转移, 起不到应有的效果, 必须适时、适情喷施。植株生长矮小、瘦弱不宜喷施^[17-18]。在浙江一带喷施 PP₃₃₃ 不但没有增产, 反而造成了减产。这是由于个别地区前期温度低植株生长缓慢, 而最宜块茎膨大温度时间又短, 因此, 喷施 PP₃₃₃ 后植株来不及对营养物质运输的调整就到了收获期所至^[19]。

(4) 矮壮素 DPQ: 又称缩节胺 (pic), 在棉花化控方面应用较多。应用在马铃薯上有类似以上三种延缓剂的效果。用药时间: 蕾期至花期, 用药浓度 60~120 mg·L⁻¹, 用药方法: 叶面喷施, 用药次数: 1 次。有增产并提高大、中、薯比率作用^[20]。

2.2 其它化控技术的应用

(1) 膨大素: 膨大素是一种能够促进薯、芋和甜菜等作物地下块茎、块根等膨大的复合制剂。喷施后叶色浓绿, 茎叶枯黄晚, 延长了茎叶功能期, 成熟期延长 2~5 d。促进了营养物质向地下块茎转移。在马铃薯上应用有 2 种方法: 一是处理种薯, 将膨大素均匀喷洒在种薯上, 并闷种 24 h 后再播种, 可以增产 10.00%~26.24%。二是在初花和盛花期各一次叶面喷施, 667 m² 用纯药 10~15 g, 可增产 10%~17%, 使大、中薯比率提高 12.5% 左右。使用膨大素每 667 m² 投入 1~2 元, 增产 150 kg, 投入产出比为 1.5 28, 效益很好^[17, 21-24]。

(2) 三碘苯甲酸 (TIBA): 关于 TIBA 在马铃薯上的应用, 陈文鑫^[25-26]进行了初试和复试, 结果表明, 在现蕾期至开花期用 100 或 200 mg·L⁻¹ 该制剂进行 1 次叶面喷施, 可以提高叶绿素的含量 17%, 增加单产 7%~17%, 使大、中薯比率从 40.6% 上升到 47.6%, 上升 7 个百分点。

(3) 稀土: (所谓稀土是指元素周期表中镧系 15 个元素及与其性质相似的钪、铈共 17 个元素的总称) 稀土在其他作物上已广泛应用, 增产效果良好。在马铃薯上应用, 有延缓细胞衰老, 延长叶片功能期, 有利于干物质积累与合成, 生长旺盛, 叶片大而肥厚, 叶色浓绿, 光合作用旺盛, 增强了对环腐病和晚疫病的抵抗能力, 使病害危害程度降低^[27]。有两种方法: 拌种, 将 100 g 固体硝酸稀土 (含 RE₂O₃ 37.2%) 溶于 100 g 水中, 拌种 100 kg, 增产 5.0%~27.8%。叶面喷施, 在现蕾初期 667 m² 用 50 g 固体硝酸稀土溶于 40 kg 水中进行叶面喷施, 可增产 10.0%~18.7%, 可增加纯经

济收入 71.51 元。2 种方法处理均能提高薯块的淀粉含量^[28]。

(4) 微生物肥: 微生物肥的应用已经被证明是农业可持续发展的有效途径, 是生产绿色食品、推广绿色革命的重要内容, 目前已在很多种作物上得到了广泛应用, 并取得了明显的社会效益和经济效益。微生物肥在马铃薯生产上的应用, 不仅可以改进现有的栽培模式, 达到高产、高效、高抗、优质的目的, 也是发展生态农业, 保护生态环境的客观要求。每 667 m² 用微生物肥 55.6 kg 与磷酸二铵、粪肥混合做底肥施用, 比单独使用效果好, 比对照增产 23.8%, 大、中薯率可达 98.3%, 每 667 m² 增收 416.9 元, 投产比为 1 6.31^[29]。

(5) 微量元素: 也叫微肥, 在植物生长发育过程中必不可少, 虽需求量少, 但作用极大。严重缺乏或过量会造成减产甚至死亡。在马铃薯生长的不同时期应用, 可以产生不同效果。微肥可做底肥、浸种、叶面喷施, 应用微肥宜早不宜晚。每 667 m² 施硼酸钠 1 000 g 做底肥可增产 450 kg, 产投比 8.8; 钼酸铵 200 g, 每 667 m² 可增产 400 kg, 产投比 4.4。硫酸锌、硫酸锰增产不明显^[30]。用 0.09% 硫酸锌、硫酸锰的混合液对切块种薯浸泡 2.5 h, 捞出晾干后播种可增加鲜薯 6 408 kg·hm⁻², 增加净收入 3 835.6 元·hm⁻²^[31]。用 0.6% 的高锰酸钾溶液在现蕾、初花期、盛花期对茎叶各喷施一次, 比对照增产 11.5%, 并对下一代产量有明显的增产效应^[32]。

(6) 含氯化肥: 长期以来人们一直认为马铃薯是忌氯作物。通过试验证明在马铃薯生产过程中, 施入适量的含氯肥料, 不但不能造成危害, 相反, 可提高大、中薯的比率, 增产 17.83%~20.48%, 对鲜薯水分和淀粉含量无影响^[33]。当 667 m² 氯离子 > 9.43 kg 后, 对马铃薯产量将产生负面影响, 在生产中, 使用氯化钾为每 667 m² 的最佳用量为 12.5 kg, 肥料效应方程式为 $Y=540+121X-4X^2$, 式中 Y 为马铃薯产量; X 为氯化钾施用量。667 m² 可增加收入 753.11 元^[34]。

3 改善品质, 提高块茎淀粉含量类

块茎的质量及淀粉含量高低直接影响到马铃薯的经济效益。块茎的质量和淀粉含量除受品种自身的遗传因素控制外, 还可以用化控技术加以控

制。在马铃薯盛花期 667 m² 一次性喷施 3 000 mg·L⁻¹ 丁酰肼 B₉ 50 kg, 可提高块茎的淀粉含量 3%^[39], 在现蕾和开花盛期 667 m² 各喷施一次 TRIA 40~50 kg 药液, 浓度为 0.8 ×10⁻⁶ 可提高产量 35%, 淀粉含量可提高 2.1 个百分点^[36]。另外, 硫酸锰对马铃薯的淀粉含量会产生正效应; 硼酸钠次之^[30, 32]; 用稀土拌种或叶面喷施也能提高马铃薯淀粉含量^[28]。

4 结 语

综上所述, 在马铃薯生产中应用各种化控技术可以加快繁殖, 提高单产和块茎的淀粉含量, 生产投入少, 经济效益好。但是, 国内真正在生产上应用的事例却很少。我国有广泛的马铃薯产区, 种植面积很大, 将以成熟的技术推广应用到马铃薯生产中必将大大提高其经济效益。另外, 随着科学技术的进步, 新的、更高效的、完全无公害的调节剂将不断被研制开发出来, 如生物化肥、微生物肥等, 尽早尽快将这些化控技术应用到马铃薯生产中, 其意义十分巨大。

[参 考 文 献]

- [1] 卢弘斌. 几种植物生长素对马铃薯实生种子的发芽效果 [J]. 马铃薯杂志, 1987, 1(2): 26-29.
- [2] 陈久平, 魏旺红. 马铃薯剪枝扦插应用 ABT 生根粉试验 [J]. 山西农业科学, 1989, 8(8): 12.
- [3] 胡云海, 蒋先明. 植物激素对微型薯形成的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1992, 6(1): 14-22.
- [4] 何静波, 彭丽萍, 王军. B₉ 对无病毒马铃薯形成的影响 [J]. 云南植物研究, 1989, 3(3): 355-357.
- [5] 李曙轩. 植物生长调节剂与蔬菜生产 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1992.
- [6] 叶自新. 植物激素与蔬菜化学控制 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1988.
- [7] 包立英. 多效唑 PP₃₃₃ 对马铃薯茎叶生长和光合产物的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1987, 1(2): 15.
- [8] 曹辰兴, 蒋先明. PP₃₃₃ 不同浓度对马铃薯生长与产量的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1989, 3(1): 3-6.
- [9] 曹辰兴, 蒋先明. PP₃₃₃ 喷洒时期及次数对马铃薯生长和产量的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1989, 3(2): 65-68.
- [10] 曹辰兴, 蒋先明. PP₃₃₃ 对马铃薯生理特性的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1989, 3(3): 134-138.
- [11] 盛敏智, 童有为, 沈浴光. 多效唑促进马铃薯块茎膨大的效果 [J]. 上海蔬菜, 1990, 1(1): 28-30.
- [12] 盛敏智, 童有为, 沈浴光. 多效唑促进马铃薯块茎膨大的生理作用 [J]. 上海农业学报, 1991, 1(1): 69-73.
- [13] 成玉富. 多效唑对马铃薯产量影响试验 [J]. 马铃薯杂志, 1990, 4(4): 234.
- [14] 杨祁峰. 稀土肥料对马铃薯增产效应的对比试验 [J]. 中国马铃薯, 2005, 19(6): 354-356.
- [15] 赵同演, 郑爱宁, 石萍. 多效唑对马铃薯的增产作用及其生理效应 [J]. 华北农学通报, 1989, 1(1): 64-67.
- [16] 赵同演, 石萍, 郑爱宁. 多效唑在马铃薯上的应用研究 [J]. 山西农业科学, 1991, 8(1): 11-13.
- [17] 王春珍. 膨大素在马铃薯上的应用 [J]. 马铃薯杂志, 1992, 6(4): 245-247.
- [18] 王文秀. 喷施多效唑对套作马铃薯产量的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(3): 164-166.
- [19] 刘绍喜. 马铃薯施用多效唑的增产效果 [J]. 马铃薯杂志, 1993, 7(2): 119-121.
- [20] 沈岳清, 马永文. 植物生长调节剂与保鲜剂 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1990.
- [21] 李荫藩, 王春珍. 膨大素在马铃薯上的应用试验 [J]. 内蒙古农业科技, 1992, 3(3): 31-32.
- [22] 杨亚凡, 田福海, 翟广谦. 膨大素在薯类和甜菜上的应用试验 [J]. 山西农业科学, 1991, 7(7): 16-17.
- [23] 靳占忠. 多效唑和缩节胺对不同生长势马铃薯生长和产量的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1992, 6(2): 95-96.
- [24] 曾丽明, 许长敏, 刘金成. 马铃薯喷施膨大素增产效应试验 [J]. 中国马铃薯, 2000, 14(2): 99-100.
- [25] 史好新, 叶文鑫. 马铃薯叶面喷施三碘苯甲酸生长素试验初报 [J]. 马铃薯杂志, 1988, 2(4): 228-230.
- [26] 陈文新. 马铃薯叶面喷十三氯苯甲酸复试简报 [J]. 马铃薯杂志, 1993, 7(1): 34-35.
- [27] 徐福祥. 马铃薯施用稀土微肥试验初报 [J]. 马铃薯杂志, 1993, 7(3): 171-172.
- [28] 魏永刚. 稀土微肥对马铃薯产量和质量的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1989, 3(3): 162-164.
- [29] 李守如, 唐倩龙, 耿玉娴, 等. 微生物肥料在马铃薯上的应用研究 [J]. 中国马铃薯, 2000, 14(2): 85-86.
- [30] 刘效瑞, 王景才, 祁凤鹏. B、MO、MN、ZN 在马铃薯上的应用效果研究 [J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(2): 108-109.
- [31] 王东方, 李海涛, 宋兴旺. 多元微肥浸种对马铃薯增产效应的试验 [J]. 中国马铃薯, 2000, 14(4): 227-228.
- [32] 张宗宁. 高锰酸钾溶液喷施马铃薯试验简报 [J]. 马铃薯杂志, 1990, 4(1): 50.
- [33] 马辉. 含氯化肥在马铃薯上应用效果的研究 [J]. 中国马铃薯, 2000, 14(2): 79-80.
- [34] 朱红. 氯化钾不同施入量对马铃薯产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2004, 18(1): 28-29.
- [35] 徐延学. 马铃薯叶面喷施激素和磷酸二氢钾对产量及品质的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(3): 153-155.
- [36] 刘华, 冯高. 马铃薯喷施 TRIA 增产效益研究 [J]. 中国马铃薯, 2002, 16(2): 81-83.