

中图分类号: S532; S143.8 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635 (2009) 06-0325-04

植物生长物质对马铃薯叶片同化物及产量品质的影响

张春娟^{1,2}, 冯乃杰^{1,2}, 李建英¹, 郑殿峰^{1*}

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 大庆坤禾美生物科技有限公司, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要: 在大田条件下, 于马铃薯块茎膨大期叶面喷施 2-N, N-二乙氨基乙基己酸酯 (DTA-6)、烯效唑 (S_{3307}) 和 SOD 模拟物 (SOD_M) 3 种植物生长物质, 研究其对马铃薯叶片同化物代谢、产量和块茎品质的影响。结果表明: DTA-6 提高了马铃薯叶片淀粉运输速率、可溶性糖和还原糖含量, SOD_M 提高了生育后期马铃薯叶片可溶性糖含量, 两种物质均延缓了生育后期可溶性蛋白的下降速率, S_{3307} 对同化物代谢的调节作用不明显。综合分析得出: 3 种物质均提高了马铃薯的产量, 改善了块茎品质, 其中以 SOD_M 作用为最佳, DTA-6 次之。

关键词: 植物生长物质; 马铃薯; 同化物; 产量; 品质

作物叶片的生理活性和功能代谢是影响作物产量的重要因素, 而产量的高低及形成主要取决于光合产物的积累量及其向果实中分配的比例。应用化控技术调控植物地上部同化物运输和分配, 提高作物产量, 改善品质是生产上一项简便、有效的途径。杨文钰等^[1]用 $20\sim 40\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ S_{3307} 在孕穗期喷施水稻后, 提高了氮素同化能力及同化时间, 稻米蛋白质含量显著提高。也有研究表明, S_{3307} 处理小麦种子, 促进了小麦生育前期糖含量和生育中后期氮含量增加, 提高了不同叶片衰老期间的全氮和可溶性蛋白含量^[2-4]。俞美玉等^[5]在小麦齐穗期施用 S_{3307} 可提高叶片的同化能力, 促进叶片光合产物向穗部的运转, 增加了小麦籽粒灌浆的物质来源。此外, 有研究还发现, SOD_M 和 DTA-6 叶面喷施大豆明显提高了叶片中的可溶性蛋白质、可溶性糖、硝态氮以及游离氨基酸含量, 其中 SOD_M 调节剂显著的提高了大豆可溶性糖输出量、淀粉转化率以及淀粉积累速率, 两种调节剂有效的调控了大豆叶片中糖分合成、光合作用和蒸腾作用等生理过程^[6,7]。综上所述可知, 植物生长调节剂应用在调控作物叶片同化物的运输和分配上已有过研究, 但应用在马铃薯上的报道较

少。本研究选用 DTA-6 (植物生长促进剂)、 S_{3307} (植物生长延缓剂) 和 SOD_M (抗衰老的生物型植物生长物质) 3 种植物生长物质, 在大田叶面喷施条件下, 研究其对马铃薯叶片同化物调控及产量、块茎品质的影响, 旨在建立马铃薯提质增效的调节剂应用技术, 并探求其调控效应的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2007 年在黑龙江省大庆市林甸县宏伟乡吉祥村进行, 土壤碱解氮 $189.00\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效磷 $19.00\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效钾 $250.00\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, pH 值 8.03, 有机质含量 2.38%。

试材选用晚熟品种荷兰 2-12。4 月 28 日播种, 小区为 8 行, 行距 65 cm, 株距 24 cm, 以尿素、二铵、硫酸钾配比 5:12:12 做底肥, 随机区组设计, 3 次重复, 于膨大期 (6 月 18 日) 叶面喷施。

供试植物生长物质分别为 DTA-6、 S_{3307} 和 SOD_M , 使用剂量为 $2.25\text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$ 、 $0.75\text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$ 、 $0.15\text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}$, 用水量均为 $22.5\text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}$, 以清水为对照。

1.2 取样及测定方法

喷施生长物质后每 7 d 取一次样, 选有代表性的植株 10 株, 取其上部功能叶片供测试用。收获后, 每小区随机选取 10 株进行产量测定, 同时选有代表性植株 10 株, 选取大小一致的薯块, 供品质测定。测定指标有淀粉、还原糖、蔗糖、可溶性糖、

收稿日期: 2009-03-04

基金项目: 黑龙江省大庆市科技攻关项目 (SGG2007-054)

作者简介: 张春娟 (1983-), 女, 硕士研究生, 主要从事作物化控方面研究。

* 通讯作者: E-mail: zhengdianfeng@hlan.cn

可溶性蛋白、维生素 C (Vc), 其中淀粉、可溶性糖含量测定采用蒽酮-硫酸法^[8], 蔗糖含量的测定采用张志良^[9]的方法, 还原糖含量、维生素 C 含量应用张永成等^[10]的方法, 可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝法 G-250 比色法^[11]。

1.3 数据分析

试验所有数据处理应用 Excel 软件; 方差分析应用 DPS 软件。

2 结果与分析

2.1 对马铃薯叶片淀粉含量的影响

由图 1 可知, 在整个取样时期 DTA-6 处理后马铃薯叶片淀粉含量总体表现低于对照。而 SOD_M 和 S₃₃₀₇ 处理淀粉含量基本以对照为轴上下波动, 同时又呈现逐渐降低的趋势, 处理后 15~42 d, 叶片淀粉积累量高于对照, 而处理 49~62 d 之间时, 则低于对照, 此段时间是以块茎淀粉积累为主的时期, 地上部已停止生长, 叶片光合作用合成的淀粉主要用来供应地下块茎干物质积累, 调节剂处理叶片淀粉含量降低速率大于对照, 对提高块茎淀粉含量有利, 其中作用效果明显的是 SOD_M。

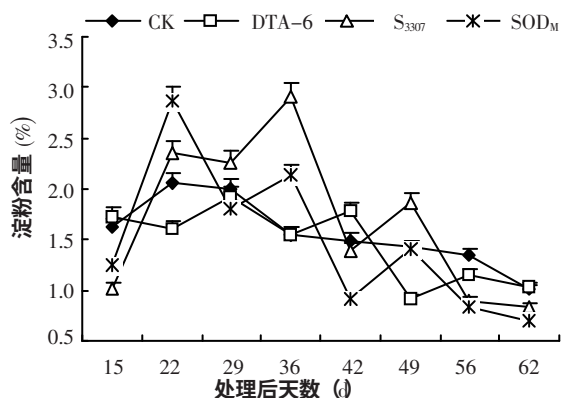


图 1 植物生长物质对马铃薯叶片淀粉含量的影响

2.2 对马铃薯叶片还原糖含量的影响

马铃薯叶片还原糖变化如图 2 所示, 总体看来还原糖含量是呈逐渐上升趋势的。在处理 7~49 d, DTA-6 处理还原糖含量高于对照, 认为由于此时正处于块茎形成和增长期, DTA-6 促进了植株迅速生长, 使植株生长繁茂, 新陈代谢旺盛, 导致叶片中还原糖含量上升。而 S₃₃₀₇ 和 SOD_M 处理对还原糖含量影响较小, 个别取样时间表现还原糖含量降低。处理后 49~62 d, 处理的还原糖量呈先降低后又升

高变化, 对照还原糖含量仍保持升高状态, 可能是由于外界环境条件影响了调节剂在此短时间对叶片还原糖的调控, 使其作用机理发生改变造成的。

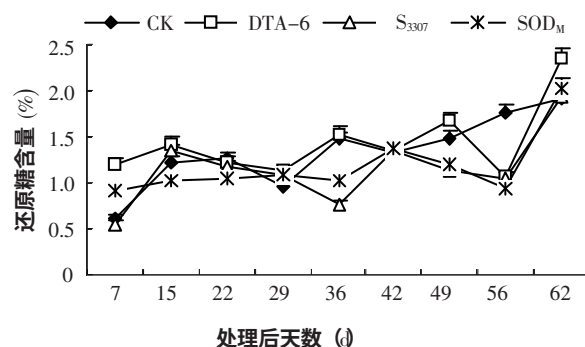


图 2 植物生长物质对马铃薯叶片还原糖含量的影响

2.3 对马铃薯叶片可溶性糖含量的影响

可溶性糖既是高等植物的主要光合产物, 又是碳水化合物代谢和暂时贮藏的主要形式, 在植物碳代谢中占有重要位置。由图 3 可知, 随着马铃薯的生长, 叶片可溶性糖呈现高低交替的变化规律。DTA-6 处理可溶性糖含量降低量总体表现低于其它处理和对照。SOD_M 在处理 7~49 d 可溶性糖含量表现低于对照, 在 49~62 d 高于对照。而 S₃₃₀₇ 处理则与对照相差不大。各处理在 56 d 时出现一次波谷, 可溶性糖含量均为最低, 此时表现为 DTA-6>S₃₃₀₇>SOD_M>CK, 之后又逐渐升高。

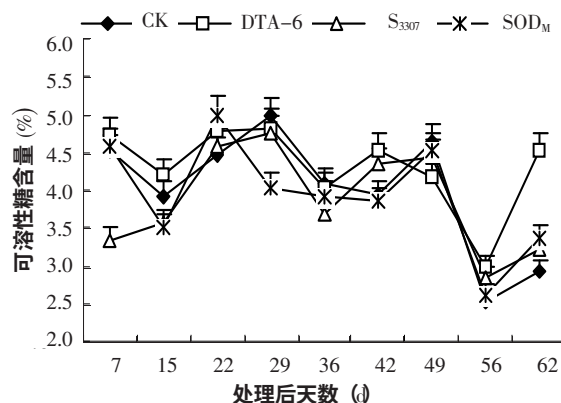


图 3 植物生长物质对马铃薯叶片可溶性糖含量的影响

2.4 对马铃薯叶片可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白质大多数是参与各种代谢的酶类, 测其含量是了解植物体总代谢的一个重要指标。如图 4 所示, 对照可溶性蛋白在 22 d 含量最高, S₃₃₀₇ 处理在 29 d 含量达最大, 而 DTA-6 和 SOD_M 处理 36 d 含量最高。处理后 7~36 d, SOD_M 处理和对照

可溶性蛋白含量在 15 d 出现一个低谷值后又呈升高趋势, 并且低于对照, S_{3307} 处理可溶性蛋白 22 d 出现一个低谷值后也呈升高趋势, 而 DTA-6 处理在处理 7~36 d 变化幅度较小。调节剂处理后 36 d, 各处理可溶性蛋白含量大小顺序为 $S_{3307} > CK > DTA-6 > SOD_M$ 。在处理 36~56 d, SOD_M 和 DTA-6 处理可溶性蛋白降低速率低于对照, 说明这两种调节剂可延缓块茎增长期和淀粉积累初期马铃薯叶片可溶性蛋白的降低速率。

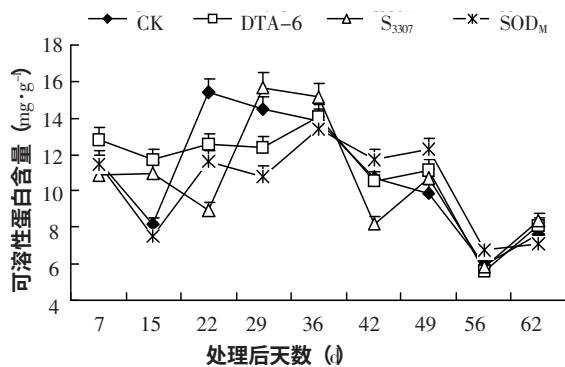


图 4 植物生长物质对马铃薯叶片可溶性蛋白含量的影响

2.5 对块茎品质的影响

试验研究发现(表 1), DTA-6 和 SOD_M 处理提高了收获块茎淀粉、可溶性蛋白和 V_c 含量。两处理淀粉含量分别较对照提高 0.58 和 2.2 个百分点, 可溶性蛋白含量较对照提高了 20.03% 和 45.72%, 但 DTA-6 处理对块茎淀粉和可溶性蛋白含量的影响均不显著, 而 SOD_M 处理后的影响分别达极显著和显著水平。在维生素 C 含量方面, DTA-6 和 SOD_M 两处理比对照均增加 $1.64 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, 但差异不显著。 S_{3307} 处理降低了块茎的淀粉和 V_c 含量, 增加了可溶性蛋白含量, 但与对照相比差异均未达到显著水平。

由表 1 可以看出, 调节剂对还原糖含量影响较大, 与对照相比 3 个处理均降低还原糖含量, 降低比率分别为 0.098%、0.062% 和 0.066%, 并且处理与对照间差异极显著。同时 3 个处理对可溶性糖含量也起到降低作用, 但与对照比较差异均不显著。DTA-6 处理降低了蔗糖含量, 但与对照差异不显著; SOD_M 和 S_{3307} 处理增加了蔗糖含量, 增加量分别为 $6.55 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 和 $2.11 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 与对照比较 S_{3307} 处理差异不显著, SOD_M 处理差异达到显著水平。

表 1 植物生长物质对马铃薯块茎品质的影响

处理	淀粉 (%)	可溶性蛋白 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	V_c ($\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$)	还原糖 (%)	蔗糖 ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	可溶性糖 (%)
CK	$12.57 \pm 0.50 \text{bcB}$	$5.84 \pm 0.72 \text{bA}$	$11.65 \pm 0.45 \text{abA}$	$0.26 \pm 0.01 \text{aA}$	$72.67 \pm 7.22 \text{bA}$	$1.51 \pm 0.39 \text{aA}$
DTA-6	$13.15 \pm 0.65 \text{bAB}$	$7.01 \pm 0.74 \text{abA}$	$13.29 \pm 1.44 \text{aA}$	$0.17 \pm 0.01 \text{cC}$	$71.00 \pm 1.46 \text{bA}$	$1.21 \pm 0.01 \text{aA}$
S_{3307}	$11.49 \pm 0.26 \text{cB}$	$7.73 \pm 0.85 \text{abA}$	$11.42 \pm 0.95 \text{bA}$	$0.20 \pm 0.01 \text{bB}$	$74.78 \pm 6.81 \text{abA}$	$1.20 \pm 0.07 \text{aA}$
SOD_M	$14.77 \pm 0.89 \text{aA}$	$8.51 \pm 0.85 \text{aA}$	$13.29 \pm 0.26 \text{aA}$	$0.19 \pm 0.01 \text{bB}$	$79.22 \pm 4.34 \text{aA}$	$1.40 \pm 0.09 \text{aA}$

注: 同一列大小写字母分别表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平, 下同。

2.6 对产量的影响

如表 2 所示, 经方差分析 SOD_M 处理产量与对照的差异达显著水平。从增产幅度上看, DTA-6、 SOD_M 和 S_{3307} 处理分别比对照增加了 8.26%、4.08% 和 17.37%。

表 2 植物生长物质对马铃薯产量的影响

处理	小区产量 (kg)	折合公顷产量 (kg)	比 CK 增产 (%)
CK	4.35aA	27864.68	—
DTA-6	4.71abA	30165.03	8.26
S_{3307}	4.52abA	29001.98	4.08
SOD_M	5.10bA	32703.38	17.37

3 讨论

叶片中的可溶性蛋白质、可溶性糖、淀粉、还原糖是植物体内的主要生理代谢物质, 在植株代谢过程中起着重要的调节作用, 其中可溶性蛋白, 它是植物体内代谢过程中的一种酶, 在氮素代谢中起着代谢库的作用^[12]。因此, 植物体内同化物代谢物质含量的多少, 将直接影响到植株体内的代谢强度。

研究表明, 叶面喷施 DTA-6 加快了块茎形成和膨大期(叶喷后 15~42 d)叶片中淀粉的转化率, 提高了叶片中还原糖和可溶性糖含量, 延缓了块茎增长和淀粉积累期叶片可溶性蛋白下降速率。3 种植物生长物质均加快了处理后 49~62 d 叶片淀粉运输速

率, 作用效果最明显的是 SOD_M , 并且 SOD_M 对后期可溶性蛋白下降速率的延缓作用大于其他处理, 延迟了叶片的衰老。植物生长物质对马铃薯叶片同化物代谢的调控结果, 为最终提高产量改善品质奠定了基础。本试验研究得出, SOD_M 增加了收获块茎淀粉、可溶性蛋白和蔗糖含量, 降低了还原糖含量, 说明 SOD_M 对改善块茎品质作用明显。DTA-6 对马铃薯品质各项指标也有不同程度的改善, 其与前人研究得出的结论相符^[13-15]。而 S_{3307} 对块茎品质的作用效果较小, 这与前人研究得出的结果不太一致^[16], 原因可能与施用 S_{3307} 浓度、处理时期、作用部位不同有关。3 种生长物质均提高了马铃薯的产量, 其中 SOD_M 处理后的块茎产量与对照相比差异显著。

综上分析可知, 在植物生长过程中生长物质的喷施种类和不同喷施时期, 对植物产量和品质的作用效果不同, 而且植物的某些内在物质在信号传导中所起的作用也存在差异。因此有待进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 杨文钰, 项祖芬, 任万君, 等. 烯效唑对水稻氮代谢及稻米蛋白质含量的影响[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(1): 63-67.
- [2] 樊高琼, 杨文钰, 任万君, 等. 烯效唑干拌种对小麦叶片衰老期间碳氮代谢的效应[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(4): 88-91.
- [3] 杨文钰, 韩惠芳, 任万君, 等. 烯效唑干拌种对小麦分蘖期间内源激素及糖氮比的影响[J]. 作物学报, 2005, 31(6): 760-765.
- [4] 杨文钰, 于振文, 余松烈, 等. 烯效唑干拌种对小麦的增产作用[J]. 作物学报, 2004, 30(5): 502-506.
- [5] 俞美玉, 王熹, 陶龙兴, 等. 烯效唑对小麦成熟期间叶片光合同化能力及产量分配的影响[J]. 核农学报, 1995, 9(2): 102-106.
- [6] 赵黎明, 郑殿峰, 杜吉到, 等. 植物生长调节剂对大豆叶片同化物及内源激素代谢的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(4): 593-598.
- [7] 赵黎明, 郑殿峰, 冯乃杰, 等. 植物生长调节剂对大豆叶片光合特性及糖分积累的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(3): 442-447.
- [8] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [9] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [10] 张永成, 田丰. 马铃薯试验研究方法[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- [11] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [12] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对小麦旗叶衰老过程中蛋白质和核酸代谢的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(2): 178-183.
- [13] 单守明, 刘国杰, 李绍华, 等. 二烷基氨基乙醇羧酸酯对草莓光合作用和果实品质的影响[J]. 园艺学报, 2008, 35(4): 587-590.
- [14] 张明才, 何钟佩, 王玉琼, 等. 植物生长调节剂 DTA-6 在甜豌豆上的应用效果[J]. 农药学报, 2001, 3(4): 53-58.
- [15] 张明才, 何钟佩, 田晓莉, 等. 植物生长调节剂 DTA-6 对花生产量、品质及其根系生理调控研究[J]. 农药学报, 2003, 4(5): 47-51.
- [16] 杨伟力, 刘涛, 胡涛, 等. 烯效唑对马铃薯块茎品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2006, 3(3): 49-50.

Effects of Plant Growth Substances on the Metabolism Assimilation of Leaves, Yield and Quality in Potato

Zhang Chunjuan^{1,2}, Feng Naijie^{1,2}, Li Jianying¹, Zheng Dianfeng¹

(1. College of Agriculture, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China;

2. Kunhemei Biological Science and Technology Ltd, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: In the field experiment, effects of diethyl aminoethyl hexanoate (DTA-6), uniconazole (S_{3307}) and SOD mimics (SOD_M) by using foliar application were studied on metabolism assimilation of leaves, yield and tuber quality in the potato tuber bulking stage. The starch output rate, soluble sugar and reducing sugar content of leaves were enhanced by using DTA-6 foliar application. SOD_M could increase the soluble sugar content of leaves during the later growth stage. Both DTA-6 and SOD_M delayed the decreasing rate of soluble proteins in the later growth stage. But the effect of S_{3307} foliar application was not obvious on the metabolism assimilation. The results indicated that it was effective to improve the yield and the quality by spraying the three plant growth substances. SOD_M and DTA-6 were more effective than S_{3307} .

Key Words: plant growth substance ; potato ; assimilation ; yield ; quality