

中图分类号: S532; S143.8 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2015)02-0097-06

3种植物生长调节剂对马铃薯产量和营养品质的调控

项洪涛¹, 冯乃杰², 王立志¹, 王连敏¹, 郑殿峰^{2*}

(1. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要: 以马铃薯品种‘费乌瑞它’、‘大西洋’和‘克新13号’为试验材料, 于盛花期进行叶面喷施2-N, N-二乙氨基乙基己酸酯(Diethyl aminoethyl hexanoate), 简称DTA-6; 烯效唑(Uniconazole), 简称S₃₃₀₇; 氯化胆碱(Choline chloride), 简称Cc。通过比较块茎重量和块茎内可溶性蛋白含量、维生素C含量、淀粉含量、还原糖含量以及酚类物质含量, 分析3种植物生长调节剂对马铃薯产量和品质的调控效应。结果表明, DTA-6可显著提高‘大西洋’和‘克新13号’块茎重量, Cc可显著提高‘大西洋’块茎重量; 各处理对可溶性蛋白含量没有显著性影响, 但都显著提高了‘费乌瑞它’酚类物质的含量; DTA-6可显著提高‘费乌瑞它’和‘克新13号’维生素C的含量, 而Cc可显著提高‘费乌瑞它’淀粉含量, DTA-6和Cc处理可显著提高‘克新13号’还原糖含量。

关键词: 马铃薯; 植物生长调节剂; 产量; 营养品质

Effects of Three Plant Growth Regulators on Yield and Nutritional Quality of Potato

XIANG Hongtao¹, FENG Naijie², WANG Lizhi¹, WANG Lianmin¹, ZHENG Dianfeng^{2*}

(1. Crop Tillage and Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China;

2. Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: A field experiment was conducted with three potato cultivars, 'Favorita', 'Atlantic' and 'Kexin 13' in this study. Three regulators, 'Diethyl aminoethyl hexanoate (DTA-6)', 'Uniconazole (S₃₃₀₇)' and 'Choline chloride (Cc)' were used by foliar application. The aim of this experiment was to study the effects of plant growth regulators (PGRs) on yield and nutritional qualities of potatoes by comparing the change of tuber weight and the content of soluble protein, vitamin C, starch, reduced sugar and hydroxybenzene. DTA-6 increased the weight of large-sized tubers of 'Atlantic' and 'Kexin 13', and Cc had the same effect on 'Atlantic'. There was no significant impact on soluble protein content with those three treatments, but they significantly increased the content of hydroxybenzene of 'Favorita'. DTA-6 significantly increased the content of vitamin C of 'Favorita' and 'Kexin 13', and Cc increased the starch content of 'Favorita', significantly. DTA-6 and Cc significantly increased the content of the reducing sugar content of 'Kexin 13'.

Key Words: potato; PGRs; yield; nutritional quality

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是全球范围内继小麦、水稻、玉米之后的第四大粮食作物^[1], 是人类饮食及工业淀粉的重要来源作物^[2]。中国是世界马铃薯第一大生产国, 据预测, 本世纪中国将成为

亚太地区马铃薯生产、加工和销售中心。马铃薯产业将成为中国农业产业化最具有发展前景和竞争力的产业之一, 在面向21世纪社会经济发展体系中, 马铃薯产业将具有重要地位和作用。

收稿日期: 2014-10-30

基金项目: 国家科技支撑项目(2012BAD20B0304和2012BAD20B0402); 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306036)。

作者简介: 项洪涛(1982-), 男, 助理研究员, 博士, 从事作物化控及冷害生理研究。

*通信作者(Corresponding author): 郑殿峰, 教授, 博士, 主要从事作物化控及大豆生理研究, E-mail: zhengdianfeng@hlau.cn。

传统栽培技术主要是通过改善肥水等外部条件的方法来提高马铃薯的生产效能，尽管这对马铃薯提高产量和品质起到一定作用，但挖掘潜力业已十分有限。作物化控是农业生产的新技术，其主要是通过外施植物生长调节剂(Plant growth regulators, PGRs)，有目的地调控植物体内源激素系统，通过激素合成与代谢等内在机理去调控植物的生长发育，如运用得当，增产增效作用显著^[3]。

PGRs 是人工合成具有植物激素能效的一类物质，他们在较低浓度下就可对植物生长发育表现出促进或抑制的效应^[4]。PGRs 以调控作物生育为目的，对植物具有一定的生理活性，PGRs 需进入植株体内方可起到调控作用，使植物体内酶活动互联起来，在一定的部位通过生理代谢起作用，并以微小剂量表现出高效调节功能^[5]。

2-N, N-二乙氨基乙基己酸酯(Diethyl aminoethyl hexanoate)，简称 DTA-6，是一种安全高效的作物高产优质抗逆基因诱导剂，其具有生长素、赤霉素及细胞分裂素的多种功能，能够促进细胞分裂、伸长和植株碳代谢，具有增产、早熟、改善品质的功效^[3]。低浓度 DTA-6 可诱导 β -类胡萝卜素合成，提高 β -类胡萝卜素含量^[6]，可大幅度提高作物产量，提高水果汁液含量，明显改善产品品质^[7, 8]。烯效唑(Uniconazole)，简称 S₃₃₀₇，是抑制作用较强的生长延缓剂，其主要机理是抑制赤霉素的生物合成，降低植物体内赤霉素水平，同时抑制甾醇生物合成并影响脱落酸(Absciscic acid, ABA)、细胞分裂素(Cytokinin, CTK)和多胺的生物代谢^[9]。与同类的多效唑相比其生物活性更高。

氯化胆碱(Choline chloride)，简称 Cc，是一种季胺盐，在植物体内可转化为甜菜碱或磷脂酰胆碱^[10]，磷脂酰胆碱是生物膜重要组成部分，可以作为酰基膜脂去饱和的底物，在调节膜脂流动性方面有重要作用^[11, 12]，有报道指出 Cc 可以调控马铃薯叶片的碳代谢^[13]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 植物材料

供试马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)品种3个，分别为早熟品种‘费乌瑞它’(荷兰7号)和中熟品种‘克新13号’、‘大西洋’。

1.1.2 植物生长调节剂

DTA-6是一种植物生长促进剂；S₃₃₀₇是一种植物生产延缓剂；Cc是一种植物生长延缓剂。3种植物生长调节剂由黑龙江八一农垦大学化控研究室提供。

1.2 试验方法

试验采用大田栽培方式，以叶面喷施植物生长调节剂为处理，以叶面喷施清水为对照(文中用CK表示)，于花期进行处理。小区为8行区，行长10 m，行距为0.65 m，株距为0.25 m。试验采用随机区组设计，4次重复。DTA-6、S₃₃₀₇和Cc的使用浓度分别为100 mg/L、40 mg/L和200 mg/L，各调节剂用量均为225 L/hm²。

1.3 试验地点

试验在黑龙江八一农垦大学林甸试验基地进行。试验土壤类型为草甸黑钙土，地势平坦，肥力均匀，0~20 cm耕层土壤基本状况如表1所示。

1.4 栽培管理

试验于2012年5月2日播种，采用机械趟沟人工精量点播，机械覆土镇压。施硫酸钾型掺混肥料(N-P₂O₅-K₂O = 15-23-10) 55 kg/667m²，5月24日出全苗，田间保苗率100%，田间管理常规。

1.5 取样标准和测定方法

1.5.1 取样时期及标准

马铃薯达到成熟后，进行收获。为了消除边际效应对小区产量的影响，收获中间行。产量实测选取无边际效应一垄上连续10株测定，折合测定面积为1.625 m²。收获60 d后进行块茎品质测定。

表1 0~20 cm 耕层土壤基本农化状况

Table 1 Basic chemical properties of soil (0~20 cm soil layer)

项目 Item	有效氮(mg/kg) Available nitrogen	有效磷(mg/kg) Available phosphorus	速效钾(mg/kg) Available potassium	pH值 pH value	有机质(g/kg) Organic matter
含量 Content	196.50	4.40	210.40	7.82	29.60

1.5.2 测定方法

可溶性蛋白质含量，使用考马斯亮蓝 G-250 法测定^[14]；维生素 C 含量，使用 2,6-二氯酚靛酚法测定^[15]；淀粉含量，使用碘比色法测定^[16]；还原糖含量，使用 3,5-二硝基水杨酸法进行测定^[17]；酚类物质含量，使用 Folin 酚试剂法进行测定^[16]。

2 结果与分析

2.1 植物生长调节剂对马铃薯产量的影响

如表 2 所示，盛花期喷施植物生长调节剂对马铃薯产量的影响不大。整体来看，各不同处理对不同品种马铃薯的总产没有显著影响，但对大薯

重量具有一定的调控效应。方差分析结果表明，S₃₃₀₇处理对各供试马铃薯品种大薯重的影响差异不显著；而 DTA-6 和 Cc 处理能够显著提高‘大西洋’的大薯重量，DTA-6 处理可显著提高‘克新 13 号’的大薯重量。

2.2 植物生长调节剂对马铃薯营养品质的影响

2.2.1 对可溶性蛋白含量的影响

如表 3 所示，植物生长调节剂对马铃薯可溶性蛋白含量的影响不大。对‘大西洋’来说，各处理的可溶性蛋白都等于或者高于 CK，方差分析结果表明，各处理与 CK 差异不显著。对于‘费乌瑞它’而言，各处理的可溶性蛋白都低于 CK，但方差分

表 2 植物生长调节剂对马铃薯产量的影响
Table 2 Effects of PGRs on yield of potato

品种 Variety	处理 Treatment	产量 (t/hm ²) Total yield (t/ha)	大薯重 (≥100g) (t/hm ²) Yield of potato (≥100g) (t/ha)
大西洋 Atlantic	DTA-6	28.14±2.92 Aa	21.75±1.93 ABa
	S ₃₃₀₇	27.00±3.59 Aa	14.30±0.33 Bb
	Cc	31.40±1.48 Aa	22.56±1.57 Aa
	CK	29.96±2.53 Aa	19.23±0.09 ABb
费乌瑞它 Favorita	DTA-6	39.67±0.68 Aa	24.58±1.15 Aa
	S ₃₃₀₇	29.45±0.92 Bb	21.87±0.78 Aa
	Cc	31.34±1.25 ABb	20.07±3.02 Aa
	CK	35.39±2.31 ABab	23.99±2.75 Aa
克新 13 号 Kexin 13	DTA-6	35.29±6.16 Aa	27.72±0.54 Aa
	S ₃₃₀₇	32.20±1.07 Aa	22.52±0.66 Ab
	Cc	32.63±1.20 Aa	26.41±2.87 Aab
	CK	34.87±1.04 Aa	24.47±0.59 Ab

注：平均数后的误差为标准误差。采用新复极差法进行多重比较，小写字母表示 0.05 显著水平，大写字母表示 0.01 显著水平，下同。

Note：Error following the mean is standard error. Treatment means were separated using Duncan's multiple range test. Small and capital letters were used to indicate difference at 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively. The same below.

表 3 植物生长调节剂对马铃薯可溶性蛋白含量的影响
Table 3 Effects of PGRs on content of soluble protein in potato (mg/g FW)

处理 Treatment	品种 Variety		
	大西洋 Atlantic	费乌瑞它 Favorita	克新 13 号 Kexin 13
DTA-6	1.47±0.01 Aa	1.30±0.03 Aa	1.31±0.01 Aa
S ₃₃₀₇	1.33±0.02 Aa	1.37±0.04 Aa	1.28±0.01 Aa
Cc	1.38±0.01 Aa	1.29±0.03 Aa	1.39±0.06 Aa
CK	1.33±0.03 Aa	1.42±0.01 Aa	1.37±0.06 Aa

析可知，各处理与CK差异不显著。对于‘克新13号’而言，S₃₃₀₇和DTA-6处理的可溶性蛋白含量都低于CK，而Cc处理高于CK，但方差分析结果表明各处理与CK之间无显著性差异。

2.2.2 对维生素C含量的影响

由表4可知，各调节剂对‘大西洋’块茎维生素C含量调控效应较弱，经过方差分析可知，各处理

与CK间未达到显著差异水平。对于‘费乌瑞它’来说，各调节剂处理的维生素C含量都高于CK，方差分析结果表明，DTA-6处理的维生素C含量显著高于CK，其他处理与CK之间无显著性差异。对‘克新13号’而言，各处理的维生素C含量都高于CK，方差分析结果表明DTA-6和Cc处理的维生素C含量显著高于CK，S₃₃₀₇处理无明显影响。

表4 植物生长调节剂对马铃薯块茎维生素C含量的影响
Table 4 Effects of PGRs on content of vitamin C in potato (×10⁻² mg/g FW)

处理 Treatment	品种 Variety		
	大西洋 Atlantic	费乌瑞它 Favorita	克新13号 Keixin 13
DTA-6	7.69±1.07 Aa	14.66±1.39 Aa	10.81±1.75 Aa
S ₃₃₀₇	12.31±1.66 Aa	10.96±0.52 Aab	9.21±1.10 Aab
Cc	9.22±0.61 Aa	12.44±0.99 Aab	10.48±0.81 Aa
CK	9.35±1.65 Aa	7.69±1.65 Ab	7.69±1.23 Ab

2.2.3 对淀粉含量的影响

由表5可知，植物生长调节剂对不同品种马铃薯淀粉含量的调控效果不一。3种植物生长调节剂均可提高‘大西洋’块茎的淀粉含量，但方差分析结果表明各处理与CK之间差异不显著。各处理对‘克

新13号’马铃薯淀粉含量的调控效果不同，经过方差分析可知各处理与CK之间差异不显著。另外，各处理均可提高‘费乌瑞它’的淀粉含量，经过方差分析可知Cc处理可显著提高淀粉含量，而DTA-6和S₃₃₀₇处理无显著影响。

表5 植物生长调节剂对马铃薯块茎淀粉含量的影响
Table 5 Effects of PGRs on content of starch in potato (%)

处理 Treatment	品种 Variety		
	大西洋 Atlantic	费乌瑞它 Favorita	克新13号 Kexin 13
DTA-6	15.83±1.81 Aa	13.26±1.38 Aab	8.63±1.03 Aa
S ₃₃₀₇	16.66±1.77 Aa	12.85±1.12 Ab	9.32±1.82 Aa
Cc	16.81±1.79 Aa	14.11±1.99 Aa	10.18±1.53 Aa
CK	15.79±1.88 Aa	12.79±1.37 Ab	10.90±1.87 Aa

2.2.4 对还原糖含量的影响

由表6可知，植物生长调节剂对不同品种马铃薯还原糖含量的调控效果不一。3种植物生长调节剂均可影响‘大西洋’和‘费乌瑞它’块茎的还原糖含量，但方差分析结果表明，各处理与CK之间差异不显著。各处理对‘克新13号’还原糖均具有提高含量的调控效应，经过方差分析可知，DTA-6

和Cc处理可显著提高还原糖含量，而S₃₃₀₇处理与CK差异不显著。

2.2.5 对酚类物质含量的影响

由表7可知，植物生长调节剂对不同品种马铃薯酚类物质含量的调控效果不同。3种植物生长调节剂均可调控‘大西洋’的酚类物质含量，但方差分析结果表明，各处理与CK之间差异不显著。对

表6 植物生长调节剂对马铃薯块茎还原糖含量的影响
Table 6 Effects of PGRs on content of reduced sugar in potato (mg/g FW)

处理 Treatment	品种 Variety		
	大西洋 Atlantic	费乌瑞它 Favorita	克新13号 Kexin 13
DTA-6	0.15±0.00 Aa	0.97±0.03 Aa	1.08±0.12 Aa
S ₃₃₀₇	0.06±0.00 Aa	0.33±0.01 Ab	0.92±0.11 Aab
Cc	0.04±0.00 Aa	0.71±0.02 Aab	1.05±0.08 Aa
CK	0.12±0.00 Aa	0.75±0.00 Aab	0.77±0.12 Ab

表7 植物生长调节剂对马铃薯块茎酚类物质含量的影响
Table 7 Effects of PGRs on content of hydroxybenzene in potato (mg/g FW)

处理 Treatment	品种 Variety		
	大西洋 Atlantic	费乌瑞它 Favorita	克新13号 Kexin 13
DTA-6	1.86±0.04 Aa	2.86±0.04 Aa	1.09±0.02 Ab
S ₃₃₀₇	1.50±0.02 Aa	3.18±0.04 Aa	1.42±0.01 Aa
Cc	1.60±0.01 Aa	3.49±0.03 Aa	1.16±0.02 Aab
CK	1.72±0.02 Aa	2.25±0.01 Ab	1.08±0.01 Ab

于‘费乌瑞它’来说，各处理均可提高块茎内酚类物质含量，方差分析结果表明，各处理均显著高于CK，但未达到极显著的水平。对于‘克新13号’来说，各处理酚类物质的含量均高于CK，但方差分析结果表明S₃₃₀₇处理显著高于CK，但没有达到极显著水平，另2个处理与CK之间的差异不显著。

3 讨论

马铃薯是以块茎为收获对象的粮菜兼用作物，通过栽培技术协调好块茎膨大与品质形成的关系，对于增产、优质具有重要意义。对PGRs的研究过程中，研究者们发现，不同时期施用不同浓度的PGRs对马铃薯的块茎发育都可以产生影响^[3]。PGRs具有微量刺激的独特特点，所以研究者们一直十分重视PGRs对产量和品质的调控效应^[18]。叶面喷施膨大素可以提高马铃薯产量^[19]，增产幅度可达13.3%。多效唑处理马铃薯后，产量可发生显著增加，当使用浓度在适当范围内，马铃薯块茎具有较高的增产作用^[20]，主要是因为马铃薯的顶端生长受到抑制，使光合产物相对大量地向块茎运送，从而促进块茎膨大进而增产^[21]，另外喷施多效唑不利于单

株结薯，喷后可抑制小薯产生；这对提高商品薯大薯率有利，其原因是抑制马铃薯生育后期再结薯，促进已形成薯块大幅度均衡增重而增产^[22]。周银珠^[23]的研究表明，不同生育期(除淀粉积累期)喷施PGRs均有增产效果，但增产幅度因处理时期不同而有较大差异。

PGRs在调控植物碳水化合物的运输与分配等方面都具有重要作用，淀粉作为糖的贮藏形式，对作物的生殖生长以及产品营养品质的提高具有积极作用^[13]。蛋白质是植物细胞中最重要的有机物质之一，是细胞结构中最重要成分，同时植物蛋白也是人类重要的营养来源。研究PGRs对马铃薯淀粉、蛋白等营养品质的调控，有利于人类生活生产所需。张春娟等^[24]指出，DTA-6和S₃₃₀₇处理的马铃薯均降低了马铃薯块茎还原糖含量，S₃₃₀₇处理可提高可溶性蛋白含量。宫占元和项洪涛^[25]指出，DTA-6处理对马铃薯块茎品质影响不大，杨伟力等^[26]研究表明，叶面喷施烯效唑能够增加块茎内淀粉、可溶性糖及维生素C的含量，张春娟等^[27]研究表明DTA-6处理提高块茎淀粉和可溶性蛋白含量但差异水平均不显著。也有报道指出DTA-6

处理能够显著提高马铃薯块茎维生素 C 含量, 同时也显著降低了淀粉的含量^[28]。另有报道指出, 烯效唑能够显著提高马铃薯块茎淀粉和维生素 C 含量, 同时可以显著降低还原糖含量。Sharma 等^[29]研究表明, 喷施矮壮素可以观察到马铃薯匍匐茎的淀粉含量明显的下降, 可以使碳水化合物向块茎转移, 并且可以有效地提高淀粉的合成。

试验结果表明, PGRs 对马铃薯产量和品质具有一定的调控效应, 其中以 Cc 和 DTA-6 处理的效果较为明显, 但这 2 种调节剂分别是延缓性和促进性, 至于其分子水平的原因有待进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] Fabeiro C, de Santa Olalla F M, de Juan J A. Yield and size of deficit irrigated potatoes [J]. Agric Water Manage, 2001, 48, 255–266.
- [2] Sharma N, Kaur N, Gupta A K. Effects of gibberellic acid and chlorocholine chloride on tuberisation and growth of potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. J Sci Food Agric, 1998, 78, 466–470.
- [3] 项洪涛. 三种植物生长调节剂对马铃薯碳代谢生理及产量品质的影响 [D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2013.
- [4] 段留生, 田晓莉. 作物化学控制原理与技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005: 1–3.
- [5] 毛景英, 闫振领. 植物生长调节剂调控原理与实用技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 1–118.
- [6] Poling S M, Hsu W J, Koehn F J. Chemical regulation of carotenoid biosynthesis. Part 10. Chemical induction of β -carotene biosynthesis [J]. Phytochemistry, 1977, 16 (5): 551–555.
- [7] Stephen M, Poling W J H. Synthetic bioregulators of poly-cis-carotenoid biosynthesis [J]. Phytochemistry, 1982, 21(3): 601–604.
- [8] 官占元, 项洪涛, 李梅, 等. 植物生长调节剂对马铃薯还原糖及淀粉含量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 107–110.
- [9] 汪惠芳, 陈瑞兴. 烯效唑对油菜生长和产量的影响 [J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(5): 345–346.
- [10] Che F S, Chou C, Hyeon S B, *et al.* Metabolism of choline chloride and its analogs in wheat seedlings [J]. Plant Cell Physiol, 1990, 31: 45–50.
- [11] Uemura M, Joseph R A, Steponkus P L. Cold acclimation of *Arabidopsis thaliana* [J]. Plant Physiol, 1995, 109: 15–30.
- [12] Uemura M, Steponkus P L. A contrast of the plasma membrane lipid composition of oat and rye leaves in relation to freezing tolerance [J]. Plant Physiol, 1994, 104: 479–496.
- [13] 项洪涛, 孙巨峰, 冯乃杰, 等. SODM、DTA-6 及 Cc 对马铃薯叶片碳代谢相关生理指标的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(1): 166–170.
- [14] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 184–185.
- [15] 韩雅珊. 食品化学实验指导 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1996: 61–63.
- [16] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 318–326.
- [17] 崔辉梅, 石国亮, 安君和. 马铃薯还原糖含量测定方法的比较研究 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19): 4821–4823.
- [18] 李成军. 新型植物生长调节剂 HHPS-1、HHPS-2 对马铃薯产量及品质影响的研究 [J]. 中国马铃薯, 2007, 21(3): 160–162.
- [19] Külen O, Stushnoff C, Davidson R, *et al.* Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield [J]. Am J Pot Res, 2011, 88: 167–174.
- [20] 鲁喜荣, 胡金锁. 多效唑对晋薯 7 号马铃薯的调控作用 [J]. 中国马铃薯, 2006, 20(3): 168–169.
- [21] 龚举品, 杨万奉, 黄佐全, 等. 马铃薯初蕾期喷施多效唑技术初探 [J]. 马铃薯杂志, 1999, 13(2): 106–107.
- [22] 纳添仓. 多效唑对马铃薯促控的增产作用 [J]. 中国马铃薯, 2004, 18(2): 108–109.
- [23] 周银珠. 0.1% 天然芸苔素 481 对马铃薯的施用效果及施用方法研究 [J]. 中国马铃薯, 2002, 16(2): 78–80.
- [24] 张春娟, 冯乃杰, 郑殿峰. 叶面喷施植物生长调节剂对马铃薯产量及品质的影响 [J]. 中国蔬菜, 2009(14): 43–48.
- [25] 官占元, 项洪涛. 植物生长调节剂对马铃薯块茎淀粉含量及品质的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(1): 187–192.
- [26] 杨伟力, 刘涛, 胡涛, 等. 烯效唑对马铃薯品质的影响 [J]. 黑龙江农业科学, 2006(3): 49–50.
- [27] 张春娟, 冯乃杰, 李建英, 等. 植物生长物质对马铃薯叶片同化物及产量品质的影响 [J]. 中国马铃薯, 2009, 23(3): 325–328.
- [28] 史云鹏, 朱蕾, 华树东, 等. 植物生长调节剂对马铃薯块茎品质的影响 [J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2009, 21(3): 42–45.
- [29] Sharma N, Kaur N, Gupta A K. Effect of chlorocholine chloride sprays on the carbohydrate composition and activities of sucrose metabolising enzymes in potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. Plant Growth Regulation, 1998, 26(2): 97–103.