

新型叶面肥爱谷素对加工番茄光合作用及产量的影响

高志建¹,汤晓昀²,何帅¹,刘瑜¹,周建伟^{1*}

(1. 新疆农垦科学院,新疆石河子 832000;2. 石河子农业科学研究院,新疆石河子 832000)

摘要 [目的]探索新型叶面肥爱谷素在加工番茄上的应用效果。[方法]以新疆加工番茄主栽品种里格尔87-5为试材,设置爱谷素喷施与对照2个处理。全生育期喷施6次,对其生育进程、SPAD值、净光合速率及收获产量和青果率进行调查。[结果]喷施爱谷素叶面肥,可使加工番茄的生育进程提前2~3 d,可在前4 d提高叶片净光合速率,最高达29.3%,可使加工番茄产量提高22.8%,同时使青果率在同一时期降低24.7%。[结论]爱谷素叶面肥可提高加工番茄的产量与品质。
关键词 叶面肥;爱谷素;加工番茄;肥效;产量
中图分类号 S606+.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)24-136-02

Effects of New Type of Leaf Fertilizer “Agrosol” on Photosynthesis and Yield of Processed Tomato
GAO Zhi-jian¹,TANG Xiao-yun²,HE Shuai¹, ZHOU Jian-wei^{*} et al (1. Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Sciences, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Shihezi Academy of Agricultural Sciences, Shihezi, Xinjiang 832000)
Abstract [Objective] The aim was to explore the application effect of new type of leaf fertilizer Agrosol on processed tomato. [Method] Taking Xinjiang processed tomato main cultivar “Riegel 87-5” as test material, setting up two treatments of spraying and contrast, spraying fertilizer 6 times during the whole growth period, the growth process, SPAD value, net photosynthetic rate, yield and immature rate were investigated. [Result] The results showed that spraying Agrosol fertilizer can accelerate the growth process of tomato 2-3 days in advance; after spraying Agrosol fertilizer, the net photosynthetic rate of leaves could be improved 4 days in advance, and reach the highest rate of 29.3%; Agrosol fertilizer could increase tomato yield by 22.8% and decrease the immature rate by 24.7% at the same period. [Conclusion] Spraying Agrosol leaf fertilizer can improve yield and quality of processed tomato.
Key words Leaf fertilizer; Agrosol; Processed tomato; Fertilizer efficiency; Yield

加工番茄产业是新疆“红色产业”最主要的组成部分^[1],其产业化程度高,是新疆特色经济的优势产业。新疆加工番茄种植面积达7.3万hm²,年生产能力突破100万t,番茄制品产量、出口量占全国90%以上^[2],是我国重要的加工番茄生产和加工基地^[3]。空气中CO₂一般占0.033%,对植物光合作用来说较低,而植物的光合作用常受到低浓度CO₂的制约^[4],因此,普通的光合作用对植物生长所起的作用远未达到植物的最佳生长水平。爱谷素是奥地利Agrosolution公司研发的源于天然矿物质的植物二氧化碳叶面肥^[5],其以细雾喷洒在叶片表面,通过气孔进入植物,在叶片内部释放CO₂,可提高葡萄糖、蛋白质的转化,增加氧气的释放量,从而增强植物的光合作用,形成“绿肺”效应。笔者研究了爱谷素叶面肥在加工番茄上的施用效果,旨在为提高番茄产量和品质提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2015年4~10月在新疆农垦科学院试验地进行。该区年降水量125.0~207.7mm,年蒸发量1946mm,年均气温7.5~8.2℃,年日照时间2526~2874h,生长季日照时数为1900~2000h,年无霜期160d左右,≥10℃活动积温为3570~3729℃。试验地土壤类型为中壤土,0~20cm有机质含量6.94g/kg,碱解氮含量41mg/kg,速效磷含量21mg/kg,速效钾含量99mg/kg;20~40

cm有机质含量5.73g/kg,碱解氮含量33mg/kg,速效磷含量14mg/kg,速效钾含量103mg/kg。

1.2 供试材料 加工番茄品种:新疆主栽品种里格尔87-5;叶面肥:爱谷素,主要成分CaCO₃(Ca≥35%,pH6.5~8.5,水不溶物≤5.0%)。

1.3 试验设计 设爱谷素与对照(CK)2个处理,每处理重复3次,每小区面积60m²。全生育期灌水8次,总灌水量为3900m³/hm²,生育期水肥分配情况见表1。全生育期喷施爱谷素叶面肥7次,喷施总量8625g/hm²,分配情况见表2。

表1 加工番茄生育期水肥分配情况
Table 1 Distribution scheme of water and fertilizers during processed tomato growth period %

日期 Date (月-日)	灌量 Irrigation amount	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
04-16	5	8	45.0	20
06-12	10	11		
06-25	11	19	27.5	35
07-08	15	19	27.5	45
07-20	17	19		
08-01	17	11		
08-10	15	6		
08-16	10	6		
合计 Total	100	100	100	100

注:4月16日45% P₂O₅、20% K₂O为播种前基施。

1.4 田间管理 播种方式采用机械直播,滴灌覆膜栽培,1膜2行种植,行距配置25cm+125cm,株距33cm,4月16日播种,保苗株数49500株/hm²,田间管理与当地常规管理相同。氮肥选用尿素(N≥46%),纯氮用量270.0kg/hm²,全生育期分8次随水滴施;磷肥选用磷酸一铵(P₂O₅≥51%),P₂O₅用量为82.5kg/hm²,除基施45%外,剩余55%在初花

基金项目 国家自然科学基金项目(40973061);农业部公益性行业科研专项北方旱作农业滴灌节水关键技术研究及示范(201203012)。
作者简介 高志建(1983-),男,新疆沙湾人,副研究员,硕士,从事植物营养研究。*通讯作者,研究员,从事节水灌溉理论与技术研究。
收稿日期 2016-08-05

期、初果期分 2 次施入;钾肥选用氯化钾 ($K_2O \geq 60\%$), K_2O 用量为 180 kg/hm^2 ,除基施 20% 外,剩余 80% 在初花期、初果期分 2 次施入。

1.5 测定项目与方法 生育期内选取每小区 30 片叶用手持式叶绿素测定仪 (SPAD - 502Plus, konica minolta optics, inc. Jp) 测定 SPAD 值;生育期每小区随机选取有代表性植株 6 株,用便携式光合测定仪 (Lcpro + ADC, BioScientific, Ltd. UK) 测定净光合速率;记录每小区生育进程;收获期每小区实收计产。

1.6 数据处理 采用 DPS 7.05 进行数据处理,使用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 生育进程调查 由表 3 可知,爱谷素和 CK 处理的生育

表 3 各处理加工番茄生育进程

Table 3 The growth process of processed tomato in each treatment						
处理 Treatment	播种期 Sowing date	出苗期 Seeding date	开花期 Flowering date	坐果期 Fruit set date	成熟期 Mature date	拉秧期 Harvest date
CK	04 - 16	04 - 26	06 - 22	07 - 02	08 - 12	09 - 10
爱谷素 Agrosol	04 - 16	04 - 26	06 - 20	06 - 29	08 - 10	09 - 10

2.2 光合参数变化 于 6 月 20 日喷施爱谷素叶面肥后,连续 7 d 进行了加工番茄 SPAD 值的测定。由表 4 可知,喷施爱谷素叶面肥后,加工番茄叶片叶绿素含量在第 1 天大于 CK ($P < 0.05$),第 2 天小于 CK ($P < 0.05$),第 3 ~ 6 天和 CK 相当 ($P > 0.05$),第 7 天小于 CK ($P < 0.05$)。这表明加工番茄叶片对叶面喷施爱谷素叶面肥不敏感。

表 4 各处理加工番茄叶片的 SPAD 值变化

Table 4 The change of SPAD value in processed tomato leaves in each treatment

日期 Date (月 - 日)	CK	爱谷素 Agrosol
06 - 21	55.9 ± 1.25	59.4 ± 1.34 *
06 - 22	56.0 ± 1.60 *	52.2 ± 1.47
06 - 23	58.1 ± 1.56	58.6 ± 0.90
06 - 24	57.5 ± 1.25	57.9 ± 1.17
06 - 25	56.7 ± 1.96	58.5 ± 1.71
06 - 26	63.0 ± 1.43	61.3 ± 1.32
06 - 27	60.6 ± 1.46 *	52.3 ± 1.52

注: * 表示在 0.05 水平差异显著。
Note: * stands for significant difference at 0.05 level.

由表 5 可知,喷施爱谷素叶面肥后,番茄叶片净光合速

进程相差不大,喷施爱谷素叶面肥处理的开花期、坐果期、成熟期均较 CK 提前 2 ~ 3 d。

表 2 加工番茄生育期叶面肥分配情况

Table 2 Distribution scheme of leaf fertilizer during processed tomato growth period

序号 Serial No.	日期 Date (月 - 日)	用量 Amount // g/hm ²
1	05 - 05	750
2	05 - 22	1 125
3	06 - 08	1 125
4	06 - 20	1 125
5	07 - 02	1 500
6	07 - 16	1 500
7	08 - 01	1 500
合计 Total		8 625

注:CK 施等量的水。
Note: Spraying the same amount water on CK.

率在前 4 d 显著大于 CK ($P < 0.05$),第 5 天、第 6 天、第 7 天与 CK 基本相当 ($P > 0.05$)。这表明喷施爱谷素叶面肥后,可以在前 4 d 提高叶片净光合速率。

表 5 各处理加工番茄叶片光合速率变化

Table 5 Changes in photosynthetic rate of processed tomato leaves in each treatment

日期 Date (月 - 日)	CK	爱谷素 Agrosol
06 - 21	20.53 ± 0.52	25.60 ± 0.43 *
06 - 22	20.71 ± 0.46	24.42 ± 0.57 *
06 - 23	20.30 ± 0.51	26.25 ± 0.48 *
06 - 24	22.35 ± 0.48	24.69 ± 0.51 *
06 - 25	20.63 ± 0.67	21.42 ± 0.59
06 - 26	21.85 ± 0.49	22.08 ± 0.39
06 - 27	20.61 ± 0.56	21.36 ± 0.45

注: * 表示在 0.05 水平差异显著。
Note: * stands for significant difference at 0.05 level.

2.3 产量比较 由表 6 可知,爱谷素处理的红果产量比 CK 平均增产 22.8% ($P < 0.05$),青果率比 CK 平均降低 24.7% ($P < 0.05$)。

表 6 各处理加工番茄产量比较				
Table 6 Comparison of yield of processed tomato in each treatment				
处理 Treatment	红果 Red fruit // kg/hm ²		青果 Green fruit // kg/hm ²	
	产量 Yield	较 CK 增产 Yield increase // %	产量 Yield	较 CK 增产 Yield increase compared with CK // %
CK	7 177 ± 210	—	717 ± 8	—
爱谷素 Agrosol	8 810 ± 286	22.8	575 ± 6	-24.7

3 结论与讨论

新疆光照资源丰富,日照时间长、强度大,全年日照时数为 2 550 ~ 3 500 h,日照率 60% ~ 80% [6]。自然条件下,大气中 CO_2 浓度为 340 ~ 360 $\mu\text{mol/mol}$ 。白天作物群体内部由于

强烈的光合作用, CO_2 浓度低,远不能满足作物光合作用的需要,从而成为提高产量的制约因素。据报道,新疆棉花皮棉产量为 $1\,500\text{ kg/hm}^2$ 时,光能利用率仅为 1%,而棉花最大 (下转第 200 页)

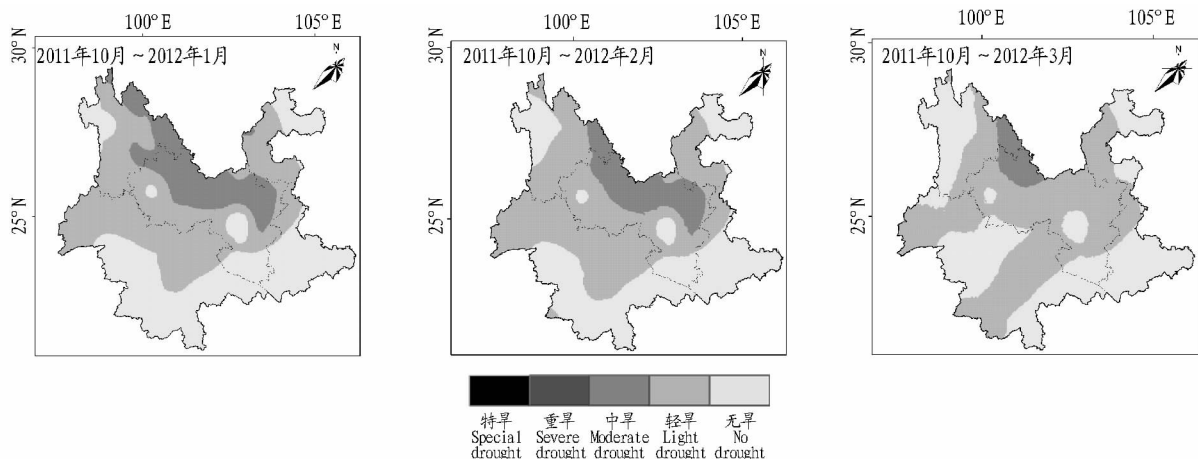


图5 2008~2012年云南省累积干旱空间分布

Fig.5 The spatial distribution of cumulative drought in Yunnan Province during 2008–2012

参考文献

- [1] 叶笃正, 黄荣辉. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究[M]. 济南: 山东科技出版社, 1996: 12–20.
- [2] 国家防汛抗旱总指挥部, 中华人民共和国水利部. 中国水旱灾害公报: 2010[M]. 北京: 气象出版社, 2010: 34–48.
- [3] 谢应齐, 杨子生. 云南省农业自然灾害区划指标之探讨[J]. 自然灾害学报, 1995, 4(3): 52–59.
- [4] 秦剑, 解明恩, 刘瑜, 等. 云南气象灾害总论[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 16–32.
- [5] 季璇, 罗毅. TRMM 降水数据在中天山区域的精度评估分析[J]. 干旱区地理, 2013, 36(2): 253–262.
- [6] 李景刚, 阮宏勋, 李纪人, 等. TRMM 降水数据在气象干旱监测中的应用研究[J]. 水文, 2010, 30(4): 43–46.
- [7] 李景刚, 黄诗封, 李纪人. TRMM 数据在区域同期降水趋势特征分析中应用[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2012, 10(2): 98–104.
- [8] 陈举, 施平, 王晓晓, 等. TRMM 卫星降雨雷达观测的南海降雨空间结构和季节变化[J]. 地球科学进展, 2005, 20(1): 29–35.
- [9] 杨绍铨, 吴炳芳, 熊勇, 等. 基于 TRMM 降水产品计算月降水量距平百分率[J]. 遥感应用, 2010(5): 62–66.
- [10] 白爱娟, 刘长海, 刘晓东. TRMM 多卫星降水分析资料揭示的青藏高原及其周边地区夏季降水日变化[J]. 地球物理学报, 2008, 51(3): 704–714.
- [11] 张峰. 川渝地区农业气象干旱风险区划与损失评估研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [12] 韩海涛, 胡文超, 陈学君, 等. 三种气象干旱指标的应用比较研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(1): 237–241, 247.
- [13] 臧文斌, 阮本清, 李景刚, 等. 基于 TRMM 降雨数据的西南地区特大气象干旱分析[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2010, 8(2): 97–106.
- [14] 中华人民共和国水利部. 旱情等级标准: SL424—2008[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.
- [15] 段琪彩, 张雷, 周彩霞. 近 60 年来云南省干旱灾害变化特征[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(18): 228–231.
- [16] 张雷, 王杰, 黄英, 等. 1961–2010 年云南省基于 SPEI 的干旱变化特征分析[J]. 气象与环境学报, 2015, 31(5): 141–146.
- [17] 王海, 杨祖祥, 王麟, 等. TVDI 在云南 2009/2010 年干旱监测中的应用[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2014, 36(1): 59–65.
- [18] 李振. 云南省干旱发生时空特征研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2014: 35–40.

(上接第 137 页)

光能利用潜力为 4%~6% 或更高^[7]。笔者研究了爱谷素叶面肥在加工番茄上的应用效果, 结果表明: ①喷施爱谷素叶面肥可以提前加工番茄的生育进程 2~3 d, 这可能是由于微小的爱谷素颗粒通过叶片气孔进入叶片内部, 与叶酸反应产生 CO₂, 提高了光合底物, 从而提高了叶片净光合速率的缘故^[8]; ②喷施爱谷素叶面肥可以使加工番茄产量提高 22.8%, 可能是由于一方面喷施爱谷素叶面肥提高了叶片光合速率, 使之转化形成了更多的生物量^[9], 使得经济产量也相应增加^[10]; 另一方面爱谷素叶面肥中含有钙元素, 钙以果胶的形式参与细胞壁的组成, 保持细胞膜的完整^[11], 提高果皮致密度^[12]和果实硬度^[13], 增强作物抗逆性^[14], 间接促进作物生长^[15], 提高了经济产量; ③喷施爱谷素叶面肥可使加工番茄青果率在同一时期降低 24.7%。该研究探索了新型叶面肥爱谷素在加工番茄上的应用效果, 获得了上述初步认知, 且由于加工番茄种植地域及品种的限制, 关于更大范围之内的拓展研究有待于今后进一步进行。

参考文献

- [1] 康亚龙, 刘彦荣, 刘建国, 等. 连作对加工番茄植株生理活性和物质生

- 产的影响[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(3): 319–328.
- [2] 吴奇锋, 李艳. 浅析新疆绿洲番茄产业的现状及发展对策[J]. 北方园艺, 2010(23): 188–190.
- [3] 王新, 马富裕, 刁明, 等. 滴灌番茄临界氮浓度、氮素吸收和氮营养指数模拟[J]. 农业工程学报, 2013, 29(18): 99–108.
- [4] 尹中明, 戴晓港, 沈永宝. 南京椴和心叶椴苗期光合特性比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2010, 34(2): 133–136.
- [5] 王万兴, 孔德勇, 李明哲, 等. 新型叶面肥“爱谷素”在马铃薯上的应用效果[J]. 园艺学报, 2015, 42(S1): 2655.
- [6] 宋玉兰. 农业产业集群发展研究: 新疆棉花产业集群的实证分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2005.
- [7] 喻晓玲, 张东红. 新疆棉花比较优势分析[J]. 塔里木大学学报, 2006, 18(4): 17–22.
- [8] 崔昊. CO₂ 浓度和氮肥水平对小麦籽粒产量和品质的影响及其生理机制[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [9] 郑凤英, 彭少麟. 植物生理生态指标对大气 CO₂ 浓度倍增响应的整合分析[J]. 植物学报, 2001, 43(11): 1101–1109.
- [10] 张俊鹏. 不同覆盖条件下夏玉米节水高效灌溉制度研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- [11] 门中华, 贾小环. 钙在植物营养中的作用[J]. 阴山学报, 2006, 20(4): 38–40.
- [12] 肖家欣. 柑橘果实发育中钙和硼营养吸收规律的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2005.
- [13] 李靖, 陈孝兰, 孙淑霞, 等. 外源钙对桃不同部位钙含量及果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(17): 37–39.
- [14] 史红平, 王益权, 石宗琳, 等. 农田土壤钙素含量及空间分布规律研究: 以武功县大庄乡为例[J]. 中国农业科学, 2016, 49(5): 1008–1016.
- [15] 杜寒春. 根瘤菌对禾本科作物生长的促进作用研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.