

诱抗剂复合处理对甜瓜光合特性及果实品质的影响

康恩祥^{1,2,3}, 乃小英¹, 陈年来¹, 张玉鑫⁴, 乔昌萍¹, 韩国君¹

(1. 甘肃农业大学, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070;

3. 农业部西北作物抗旱栽培与耕作重点开放实验室, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 诱导抗性是发掘植物内在抗性机制的一种新对策, 诱抗剂的研发是未来提高作物内在抗逆性的必然途径。本试验以甜瓜银帝和卡拉克塞为试材, 用苯丙塞二唑(BTH)、水杨酸(SA)、纳米硅(SiO_2)作诱导剂, 在甘肃民勤大田不同时期对甜瓜进行全株喷雾复合处理, 研究诱抗剂对甜瓜叶片光合能力以及果实品质的影响。结果表明: 经诱导剂处理后植株叶片的净光合速率、气孔导度显著大于对照, 初花期 BTH + SA 的处理效果最好, 两品种的叶片净光合速率分别比对照提高了 39.6% 和 32.0%, 说明经诱导处理后叶片的光合能力增强。采前对甜瓜植株进行处理, 能明显提高果实单产、可溶性固形物含量, 初花期 BTH + SA 效果最好, 银帝分别比对照提高了 22.6%、9.0%, 卡拉克塞分别提高了 24.1%、27.6%。各处理对卡拉克塞可溶性固形物含量的影响较银帝明显。处理两次的与一次的、复合诱导剂与单一诱导剂之间无显著差异。

关键词: 诱抗处理; 甜瓜; 光合特性; 果实

中图分类号: S143.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0150-04

近几年来, 有关植物诱抗剂的研究和应用引起了人们的高度重视, 并由最初的诱导菌的研究扩展到了化学诱抗剂的研究。植物源诱抗剂以其低毒、选择性高、易降解、与环境相容性好等独特优势也获得了新的发展机遇。苯丙塞二唑(BTH)、水杨酸(SA)、纳米硅(SiO_2)对甜瓜白粉病、黄瓜霜霉病等多种作物的多种病害均有较好的诱导抗性效果^[1-3], 侧柏提取液和中草药对甜瓜霜霉病、黄瓜霜霉病、番茄灰霉病等具有抑菌活性及预防效果^[4-8]。

随着我国甜瓜栽培面积不断扩大, 各种病害发生面积和受害面积也逐年扩大。光合作用是甜瓜植株产量形成的基础, 当病原物侵染植物后, 往往能与叶绿体发生相互作用, 导致光合下降, 造成产量和品质的下降。本研究探讨了几种复合及单一诱导剂处理对甜瓜叶片光合作用以及甜瓜果实品质的影响, 进一步为诱导剂在甜瓜抗病性中的应用提供重要理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验于 2008 年 5 月至 8 月在甘肃民勤县农技中心试验农场进行, 以厚皮甜瓜银帝(抗病品种)和卡拉克塞(感病品种)为试材。选择土壤质地、肥力基本一致的土地铺膜种植, 行距 1.2 m, 株距 0.5

m, 按照当地商业性生产田进行种植和管理, 双蔓整枝栽培。

1.2 试验处理

在不同时期对甜瓜进行全株喷雾处理, 试验共设 12 个处理组合。伸蔓期 SA + SiO_2 (伸 SS); 初花期 BTH + SA (初 BS); 初花期 SA + SiO_2 (初 SS); 幼果期 SA + SiO_2 (幼 SS); 伸蔓期 + 幼果期 SA + SiO_2 (伸 + 幼 SS); 伸蔓期喷 BTH (伸 B); 初花期 BTH (初 B); 初花期喷侧柏叶提取液 (初侧); 初花期喷中草药提取液 (初中); 幼果期喷 BTH (幼 B); 伸蔓期 + 幼果期喷 BTH (伸 + 幼 B), 所有喷雾剂中均加入 0.01% Tween80 做表面活性剂, 以 0.01% Tween80 为对照。试验采取完全随机区组设计, 每个组合重复三次, 每次重复 20 株。果实膨大期进行光合特性测定, 果实成熟采收测定品质指标。

1.3 试验药剂制备及浓度

侧柏叶提取液制备: 将侧柏叶片 20 g 用水冲洗干净后再用蒸馏水冲洗, 在 60℃ 下烘干后粉碎, 过 60 目筛。用 200 mL 丙酮分三次浸泡提取 (100、50、50 mL), 浸泡时间依次为 72、48、24 h, 过滤合并滤液, 40℃ 下浓缩至 20 mL, 于 0~4℃ 冰箱内冷藏备用, 用时用蒸馏水稀释至所需浓度。

中草药提取液制备: 所用中草药 (丁香、连翘、细辛) 按适当比例混合, 加水熬制成水剂, 浓缩至 1

收稿日期: 2011-10-09

基金项目: 甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目“利用基因激活技术提高瓜类作物抗病性的研究 (GNSW-2006-08)

作者简介: 康恩祥 (1974—), 男, 甘肃陇西人, 在读博士, 副研, 研究方向为作物生理生态。E-mail: xiaokang7722@163.com。

通讯作者: 陈年来 (1962—), 男, 甘肃民勤人, 教授, 博导, 博士, 研究方向为作物栽培生理与生态。E-mail: chennl@gsau.edu.cn。

g/mL(原液)后置于 0~4℃ 冰箱内冷藏备用,使用时加蒸馏水稀释至所需浓度。

BTH、SA、SiO₂ 用蒸馏水直接配制。

复合诱导剂中浓度分别为:BTH(0.25 mmol/L)、SA(1 mmol/L)、SiO₂(20 mmol/L);单一诱导剂中浓度分别为:BTH(0.5 mmol/L)、侧柏叶提取液(500 g/L)、中草药提取液(1 000 g/L)。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 气体交换参数的测定 于上午 8:00—11:00 用便携式光合测定系统(CID-310,美国)测定功能叶片的净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)和胞间 CO₂ 浓度(C_i),每株 2 片功能叶,每叶记录 5 组稳定读数。

1.4.2 果实产量及品质测定 果实成熟时测定单果重、可溶性固形物含量、果实纵横经、皮厚、肉厚、果肉硬度,重复三次,每次重复测定 5 个瓜。

1.5 数据处理

用 SPSS 软件(13.0)和 Excel(office 2003)进行数

据分析和作图。

2 结果与分析

2.1 诱抗剂复合处理对甜瓜净光合速率的影响

由图 1 可知,经诱导剂处理后两个品种叶片的净光合速率均显著高于对照($P \leq 0.05$)。其中初花期 BTH 和 BTH + SA 的处理效果最好,两品种分别比对照提高了 28.9%、39.6%和 25.1%、32.0%。喷洒两次的与一次的之间差异不显著,复合诱导剂与单一诱导剂处理之间差异不显著。

2.2 诱抗剂复合处理对甜瓜气孔导度的影响

由图 2 可以看出,诱导处理后显著地提高了甜瓜叶片的气孔导度($P \leq 0.05$)。对银帝,初花期 BTH 效果最好,比对照提高了 43.6%,卡拉克赛则伸蔓期 + 幼果期 BTH 处理效果最好,比对照提高了 42.4%。喷洒两次的与一次的之间差异不显著,复合诱导剂与单一诱导剂处理之间差异不显著。

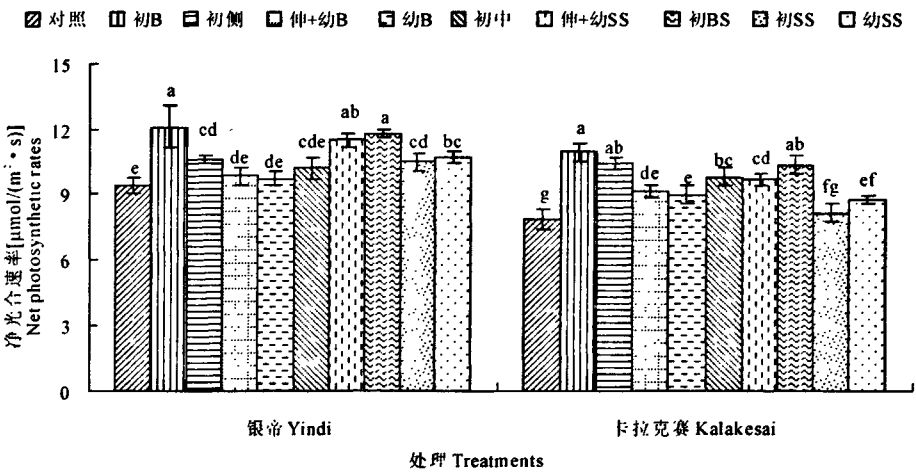


图 1 诱抗处理后甜瓜叶片的净光合速率

Fig.1 Net photosynthetic rates of muskmelon after elicitors treatment

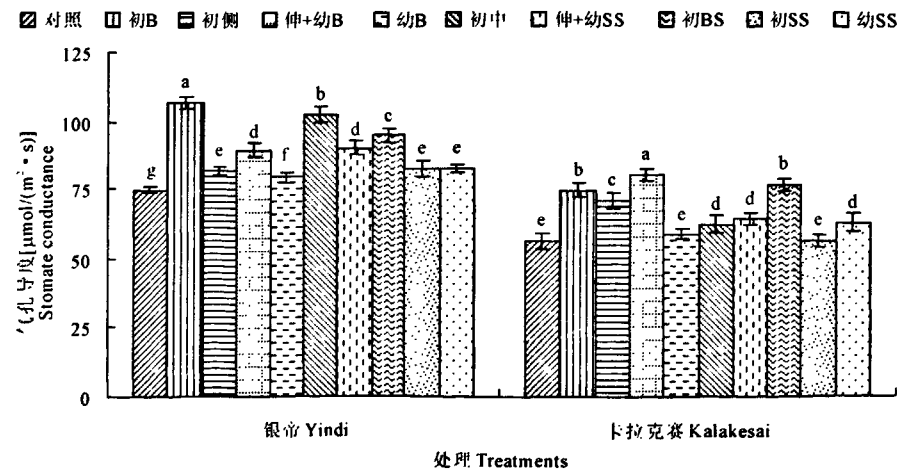


图 2 诱抗处理后甜瓜叶片的气孔导度

Fig.2 Stomate conductance of muskmelon after elicitors treatment

2.3 诱抗剂复合处理对甜瓜胞间 CO₂ 浓度气孔导度的影响

由图 3 可知,经诱导剂处理后,两个不同抗性的甜瓜品种叶片的胞间 CO₂ 浓度与对照相比差异不显

著($P\leq0.05$)。光合速率、气孔导度增大(图 1、图 2),胞间 CO₂ 浓度变化不显著(图 3),说明诱导剂处理后提高了 CO₂ 的利用效率。

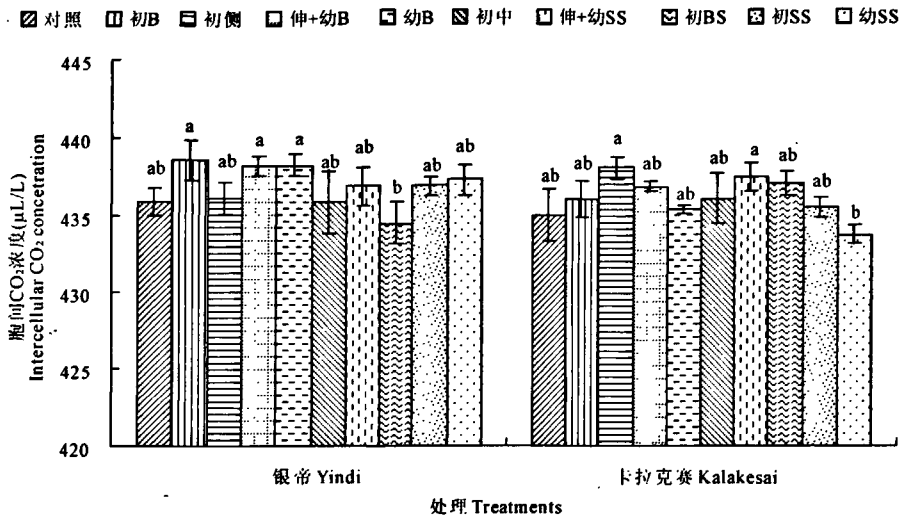


图 3 诱抗处理后甜瓜叶片的胞间 CO₂ 浓度
Fig.3 Intercellular CO₂ concentration of muskmelon after elicitors treatment

2.4 诱抗剂复合处理对甜果实品质的影响

从表 1 可以看出,经诱导剂处理后显著提高了两品种的果实单果重和可溶性固形物含量($P\leq0.05$)。银帝各处理果实的纵径、横径显著大于对照,初花期中草药处理影响最为显著,单瓜重比对照高 26%,纵横径分别比对照增加了 7.2%、5.6%;伸蔓期 SA + SiO₂、初花期 BTH + SA、初花期中草药和幼果期的 BTH 处理的肉厚显著大于对照,各处理的皮厚和硬度与对照之间无显著性差异;卡拉克赛各处理的肉厚和硬度显著大于对照,纵径、横径、皮厚与对照无显著性差异。初花期 BTH + SA 效果最好,单果重、可溶性固形物含量、纵径、横径、肉厚银帝分别比对照提高了 22.6%、9%、2.8%、7.2%和 5.2%,卡拉克赛分别提高了 24.1%、27.6%、3%、1.7%和 15.2%。处理两次的与处理一次的之间无显著差异,复合诱导剂与单一诱导剂之间无显著差异。

3 讨论与结论

植物光合作用受外界和内部的多种因子的影响。气孔是 CO₂ 进入植物体、水蒸汽逸出植物体的通道,气孔的开闭程度对光合作用具有重要的调控作用,关系到作物的水分消耗和产量形成^[9]。气孔导度是衡量气孔开张程度的一个重要指标,影响植物光合^[10]。本实验研究表明,经诱导剂处理后,甜

瓜叶片的净光合速率和气孔导度显著高于对照,而胞间 CO₂ 浓度与对照相比无显著差异,说明诱导剂处理导致光合速率保持较高水平的原因主要是是通过保护光合机构的功能来保持较高的光合速率,这与王利军等^[11]、李喜娥^[9]的研究结果一致。诱抗剂处理效果存在品种差异,这可能与两个品种内在抗病机制不同有关。

BTH 处理能够提高甜瓜果实可溶性固形物的含量,对单果重、单位面积产量、果实硬度影响较小,各处理改善了果实色泽,减少了果皮裂纹^[12]。花期、幼果期、果实膨大期、网纹形成期分别喷洒 BTH,降低了甜瓜果实的潜伏侵染^[13]。据王伟等^[14]报道,采前施用 BTH 能够诱导厚皮甜瓜玉金香的抗病性,同时还降低了采后病害的发生率。采前喷施壳聚糖能有效控制由 *Alternaria* 和 *Fusarium* 引起的甜瓜果实的潜伏侵染,随着处理次数的增加,潜伏侵染率均逐渐降低,且能显著的降低果实贮藏期间的自然发病率和病情指数,果实抗性增强^[15]。本实验结果表明采前对甜瓜植株进行处理显著提高了果实单产、可溶性固形物,这与李喜娥^[16]的结果一致。但喷施两次与一次差异不显著,各处理对银帝单瓜重的影响较卡拉克赛显著,但对卡拉克赛可溶性固形物含量的影响较银帝明显,这可能与品种本身的特性有关。

表 1 诱抗处理对甜瓜果实产量和品质的影响
Table 1 Effects of inducing treatment on fruit yield and quality of muskmelon

品种 Variety	处理 Treatment	单果重(kg) Weight	折光糖(%) Sugar	纵径(cm) Vertical diameter	横径(cm) Transverse diameter	肉厚(cm) Thickness of fruit	皮厚(cm) Thickness of pericarp	硬度 Hardness
银帝 Yindi	对照(CK)	1.9g	14.6b	17.67d	14.87d	4.21de	0.61de	4.13c
	伸 SS	2.11c	14.73a	18.2b	15.06ab	4.39ab	0.65de	4.25c
	伸 + 幼 SS	2.25d	16b	18.36bc	15.58cd	4.51abcd	0.61cde	4.12abc
	初 BS	2.33b	15.93a	18.17bc	15.95a	4.43abc	0.78ab	4.35abc
	初 SS	2.14d	12.93cd	18.25bc	15.17cd	4.31bcde	0.67cde	4.18bc
	幼 SS	2.17d	12.07ef	18.19bc	15.71a	4.24cde	0.65cde	4.41ab
	伸 B	2.03e	15.53a	17.53d	14.94cd	4.17e	0.59e	3.70d
	伸 + 幼 B	1.96f	15.60a	17.85cd	14.95cd	4.35abcde	0.61de	3.68d
	初 B	1.98ef	12.27ef	17.01e	14.81d	4.36abcde	0.72bc	3.86d
	初侧	2.15d	12.53de	18.34b	15.31bc	4.31bcde	0.81a	4.43ab
卡拉克赛 Kalakesai	初中	2.39a	11.53f	18.94a	15.71a	4.45ab	0.82a	4.45a
	幼 BTH	2.30bc	13.20c	18.14bc	15.63ab	4.52a	0.67cd	3.88d
	对照(CK)	2.12f	7de	25.13ab	13.75d	3.62de	0.9ab	6.05ab
	伸 SS	2.46bc	7.7cd	25.3ab	14.4ab	3.83ab	0.8abc	5.94bcd
	伸 + 幼 SS	2.5b	8.93a	24.85ab	14.57a	3.9bc	0.95a	5.48efg
	初 BS	2.63a	8.93a	25.88a	13.99bcd	4.17a	0.8abc	6bc
	初 SS	2.28e	7.47cd	24.91ab	13.74d	3.71cde	0.72c	5.65def
	幼 SS	2.41bcd	6.8ef	24.61b	14.18abcd	3.52e	0.77bc	6.32a
	伸 B	2.41bcd	8.27b	24.47b	13.65d	3.90bc	0.91ab	5.54efg
	伸 + 幼 B	2.45bc	9.00a	25.17ab	13.85bcd	4.06ab	0.75bc	5.28g

在生长期用诱导剂处理后提高甜瓜果实质,可能是由于抑制了植株生长期的病害,提高了植株光合,延长植株寿命,能充分提供果实发育所需的资源和完成有果实机物的转化所致。

参 考 文 献:

[1] 程智慧,李玉红,孟焕文,等. BTH 诱导黄瓜幼苗对霜霉病的抗性与细胞壁 HRGP 和木质素含量的关系[J]. 中国农业科学, 2006, 39(5): 935-940.

[2] 侯 辉,朱建兰,周红平,等. BTH 和水杨酸(SA)对甜瓜抗白粉病的诱导作用[J]. 果树学报, 2006, 23(5): 736-739.

[3] 郭玉蓉. 两种硅化物对甜瓜白粉病的抑制机理研究[J]. 中国农业科学, 2005, 3(3): 576-581.

[4] 赵 杰,赵爱华,胡玉海,等. 室内测定 30 种植物提取液对甜瓜霜霉病的防效[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2007, 25(2): 161-164.

[5] 丁有为,周超英,赵 杰. 离体测定五种植物提取液对黄瓜霜霉病的预防效果[J]. 上海蔬菜, 2006, (3): 70-71.

[6] 李永刚,文景芝. 中、草药水提取物抑菌活性的测定[J]. 东北农业大学学报, 2003, 34(4): 368-371.

[7] 王树桐,胡同乐,王晓燕,等. 对番茄灰霉病菌有抗菌活性的植

物提取物的室内筛选[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(1): 61-64.

[8] 王 帅,傅俊范,严雪瑞. 药用植物提取物对草莓灰霉病菌抑菌活性研究[J]. 植物保护, 2006, 32(2): 59-60.

[9] 李喜娥,陈年来,王春林,等. BTH 和 SA 处理及白粉菌接种对甜瓜叶片光合特性的影响[J]. 西北植物学报, 2007, 27(8): 1643-1649.

[10] 卢 钢,曹家树. 硅对甜瓜早熟性及光合特性的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(5): 421-424.

[11] 王利军,李家承,刘允芬,等. 高温干旱胁迫下水杨酸和钙对柑橘光合作用和叶绿素荧光的影响[J]. 中国农学通报, 2003, 19(6): 185-189.

[12] 李学文,姜 明,冯作山,等. BTH 处理对哈密瓜品质产量及抗叶部病害的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(2): 226-230.

[13] 葛水红. “银帝”甜瓜主要采后病害的潜伏侵染及抗病性诱导[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2004.

[14] 王 伟,唐文华,周洪友,等. BTH 对厚皮甜瓜抗病性的诱导作用研究[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(5): 48-53.

[15] 谢东锋. 采前壳聚糖对厚皮甜瓜果实潜伏侵染及其采后主要病害的控制[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(2): 96-99.

[16] 李喜娥. BTH 和 SA 处理对甜瓜光和能力及同化物分配的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2007.

Impacts of climate change on cotton phenophase of a county

— Take Dali in Shaanxi Province for example

PENG Wei-ying¹, YIN Shu-yan¹, BAO Xiao-juan¹, LI Mei-rong², WANG Hai-yan^{1,3}

(1. College of Tourism and Environmental Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2. Shaanxi Meteorological Service Observatory for Economical Crops, Xi'an 710014, China;

3. Middle School Affiliated to Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710048, China)

Abstract: According to meteorological information in recent 50 years and cotton phenological data in last 10 years in the main cotton producing area of Dali County in Shaanxi Province, the methods of linear trend and Mann-Kendall inspection were used to analyze the trend of climate and cotton phenological change and the impacts of climate change on cotton phenophase. The results revealed that, in recent 50 years, the average temperature increased considerably, while precipitation decreased slightly, sunlight hours increased, and the trends of extremely low and high temperature were not in synchronization, extremely high temperature dropped, while extremely low temperature rose slightly. Temperature and sunlight hours were the main weather factors to cotton phenophase. The climate turned warming and drying, and sunlight hours increased in last 10 years, which made cotton phenological phase (from seedling period to harvest period) partly advance with different levels, and the seedling period and harvest period showed the most significant advance, which resulted in the extension of cotton growth period and was conducive to improving the quality of cotton.

Keywords: cotton; phenophase; growth period; climate change; Dali County in Shaanxi Province

(上接第 153 页)

Effects of inducing treatment on photosynthetic characteristics and fruit yield and quality of muskmelon

KANG En-xiang^{1,2,3}, NAI Xiao-ying¹, CHEN Nian-lai¹, ZHANG Yu-xin⁴, QIAO Chang-ping¹, HAN Guo-jun¹

(1. Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. Institute of Dryland Agriculture, Gansu Academy of

Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China; 3. Key Laboratory of Northwest Drought-resistant Cultivation of Crops and

Farming, Lanzhou, Gansu 730070, China; 4. Vegetable Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Disease-resistance induced by phytoextraction is one of the new disease-prevention methods. Natural virus-resistant substances from plants are hot spots of researches on bio-prevention in recent years. Two varieties of muskmelon (*Cucumis melo* L.) Yindi and Kalakesai were exposed under different inductors to investigate the responses of photosynthetic characteristics and fruit yield and quality in Gansu Province. The results indicated that the inductor could significantly enhance net photosynthetic rate (P_n) and stomatal conductance (G_s) of the two varieties in the process of growth and development of melon and it could improve the yield and solubility of fruit. The P_n increased by 39.6% and 32.0% respectively in Yindi and Kalakesai under the treatment of BTH + SA at the early flowering stage. Under the treatment before harvest, the yield and solubility of fruit was enhanced significantly. The effect was the best when BTH + SA was sprayed at early flowering stage, in which the yield and solubility of fruit of Yindi increased by 22.6% and 9.0%, and those of Kalakesai increased by 22.6% and 9% compared with control. The effect of all the treatments was more remarkable on the solubility of fruit of Kalakesai than that of Yindi. There was no significant difference either between twice and once spraying, or between mixed inductor and single inductor.

Keywords: inducing treatment; *Cucumis melo* L.; photosynthetic characteristics; fruit