

文章编号: 0258-7025(2004)03-0374-03

低剂量 CO₂ 激光辐照茄子种子对小区产量的影响及其数学模拟

郝丽珍^{1,2}, 侯喜林^{1*}, 袁德正², 张进文², 张卫华², 张秀梅²

(¹ 南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095; ² 内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要 采用功率密度为 825 mW/cm² 的 CO₂ 激光对茄子干种子进行 10 s, 13 s, 15 s 的辐照处理, 采收期逐次统计小区产量, 并通过多项式回归对不同处理小区产量累加值进行了数学模拟, 掌握了茄子不同采收期产量变化与激光辐照时间的关系。从 *t* 值变化可以看出, 在低剂量范围内, 随着辐照时间的延长, 小区产量累加值增长期也在延长, 若期望前期、中期增产显著, 则选 13 s 处理, 若期望后期增产应选 15 s。

关键词 激光技术; 蔬菜; CO₂ 激光; 茄子; 产量; 数学模拟

中图分类号 Q 631 文献标识码 A

Effect of Low Dosage CO₂ Laser on Plot Yield and Its Mathematical Analogue on Eggplant

HAO Li-zhen^{1,2}, HOU Xi-lin¹, YUAN De-zheng²,

ZHANG Jin-wen², ZHANG Wei-hua², ZHANG Xiu-mei²

(¹ Horticultural College of Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China

² Agronomy College of Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Neimenggu 010018, China)

Abstract The objective of this work was to determine the effect of low dosage CO₂ laser (825 mW/cm²) on production of eggplants via radiating their dry seeds (10 s, 13 s and 15 s) and then analyzing plot yield. The result indicates that the longer radiated time was, the later the peak of increasing production appeared. The 13 s treatment was conducive to increment of yield of prophase and metaphase. But 15 s treatment can increase the yield of anaphase. The multi-regression, mathematical analogue was established on different treatment of plot yield accumulative value.

Key words laser technique; vegetable; CO₂ laser; eggplant; yield; mathematical analogue

激光辐照促进生长发育, 提高种子活力, 激活作物生理代谢过程, 从而提高农作物产量, 已被许多试验所证实^[1~3]。本文在 CO₂ 激光对茄子小区产量影响研究的基础上, 采用多项式回归^[4], 对不同处理小区产量累加值进行数学模拟, 掌握了茄子不同采收期产量变化与激光辐照时间的关系。

1 材料和方法

1.1 材料

茄子品种为七叶×紫茄(由内蒙古包头市农研所提供), 试验均选用饱满的大小均一的中等种子。

1.2 激光器

采用西南电子技术研究所生产的 JG-6 小型 CO₂ 激光医疗机 ($\lambda = 10.6 \mu\text{m}$), 其扩束辐照功率

收稿日期: 2002-11-27; 收到修改稿日期: 2003-04-29

基金项目: 内蒙古自然科学基金(编号: 940346)资助项目。

作者简介: 郝丽珍(1960—), 女, 内蒙古包头市人, 内蒙古农业大学蔬菜学教授, 博士, 主要从事激光生物学蔬菜栽培生理及野生蔬菜种质资源等方面的研究。E-mail: haolizhe@public.hh.nm.cn

* 通信联系人

为 4.05 W,工作电流为 10 mA。

1.3 辐照剂量及方法

将种子随机地平摆于自制的种子盘内辐照,扩束光斑直径为 2.5 cm,辐照距离为 7.7 cm,功率密度为 825 mW/cm²,辐照时间分别为 10 s,13 s,15 s,以 0 s 为对照组。

1.4 产量统计

激光辐照后立即播种于温室,苗龄 60 天,于 1999 年 5 月 3 日定植于内蒙古农业大学蔬菜站的塑料大棚内,每小区 10 株,每个处理三次重复(30 株),随机排列,采收期(定植后的天数)逐次统计小区产量,并采用多项式回归对茄子小区产量累加值进行数学模拟。为便于分析将小区产量划分为前期(第一次采收到定植第 76 天的产量和)、中期(定植后第 80 天到 106 天的产量和)、后期(定植后第 116 天到 140 天的产量和)。

2 结果与分析

2.1 低剂量 CO₂ 激光对茄子小区产量的影响

表 1 的结果表明,激光组在各采收期的小区产

量累加值及各期产量均高于对照组。前期产量 13 s,10 s 显著 ($\alpha = 0.05$) 高于对照组 15.35% 和 16.07%,15 s 虽高于对照组 6.24%,但差异不显著;中期产量 13 s,15 s 极显著 ($\alpha = 0.01$),分别高于对照组 31.50%,22.13%,10 s 显著 ($\alpha = 0.05$),高于对照组 13.25%;后期产量 15 s,10 s,13 s 均显著 ($\alpha = 0.05$) 地高于对照组,分别为 44.44%,42.80%,38.68%;总产量 13 s,15 s,10 s 极显著 ($\alpha = 0.01$) 分别高于对照组 28.29%,21.30%,18.77%。

2.2 激光不同处理茄子小区产量累加值模型的建立及分析

设 X_t 为茄子不同处理小区产量累加值(表 1),那么 X_t 与采收时间 t (定植后的天数, $47 \leq t \leq 140$) 的数学模型见表 2。

表 2 的结果表明,各模型的全相关系数 $R > 0.995$,经 F 检验均达到高度显著水平($\alpha = 0.001$),说明模型(1)~(4)反映了不同激光处理小区产量累加值与采收时间的动态关系。

对模型(1)~(4)的分析结果见表 3。

表 1 低剂量 CO₂ 激光对茄子不同采收期小区产量累加值的影响

Table 1 Effects of low dosage CO₂ laser on plot yield accumulative value during different harvest time of eggplant

Harvesting time /days	Plot yield (accumulative value) /kg/10 plant			
	0 s	10 s	13 s	15 s
47	0	0.14	0.23	0.08
49	0.38	0.81	0.62	0.62
51	1.43	1.49	1.69	1.41
54	1.73	1.74	1.97	1.62
56	1.77	1.95	2.04	1.64
59	1.77	1.95	2.18	1.78
61	1.77	2.22	2.35	2.13
63	2.06	2.64	2.67	2.34
66	2.24	3.04	2.74	2.66
69	3.02	3.52	3.54	3.18
72	3.56	4.00	4.45	3.89
76	4.17	4.81	4.84	4.43
80	5.37	6.44	6.69	5.71
83	5.92	7.26	7.37	6.24
87	7.79	9.27	9.56	7.88
91	9.08	10.20	11.22	8.89
100	10.68	12.62	13.82	12.54
106	12.17	13.87	15.36	14.20
116	13.24	15.33	16.10	15.34
125	13.68	16.20	17.24	16.20
137	14.30	16.95	18.23	17.13
140	14.60	17.34	18.73	17.71

表 2 激光不同处理茄子小区产量累加值模型的建立及检验

Table 2 Model of plot yield accumulative value and testing in different irradiation treatment on eggplant seed

Treatment	Mathematical model	Coefficient	Testing	Significance level
0 s	$X_1(t) = 16.32880 - 0.78363t + 0.01164t^2 - 0.000044t^3$ (1)	$R = 0.9958$	$F = 703.79458 > F_{0.001}(3,18) = 8.28$	$\alpha = 0.001$
10 s	$X_2(t) = 17.37099 - 0.84508t + 0.01271t^2 - 0.00005t^3$ (2)	$R = 0.9972$	$F = 1069.37 > F_{0.001}(3,18) = 8.28$	$\alpha = 0.001$
13 s	$X_3(t) = 21.0969 - 0.9974t + 0.0146t^2 - 0.00005t^3$ (3)	$R = 0.9954$	$F = 653.63 > F_{0.001}(3,18) = 8.28$	$\alpha = 0.001$
15 s	$X_4(t) = 22.0319 - 1.0001t + 0.0141t^2 - 0.00005t^3$ (4)	$R = 0.9969$	$F = 949.32 > F_{0.001}(3,18) = 8.28$	$\alpha = 0.001$

表 3 激光不同处理茄子小区产量累加值模型的分析结果

Table 3 Analysis of plot yield accumulative value model in different laser irradiation treatment on eggplant seed

Treatment	Model	t	Increasing of plot yield accumulative value	Average number ($47 \leq t \leq 140$)
0 s	(1)	$t < 88.38269$	Increasing	8.44919
		$t > 88.38269$	Decreasing	
10 s	(2)	$t < 88.62620$	Increasing	9.88500
		$t > 88.62620$	Decreasing	
13 s	(3)	$t < 89.03290$	Increasing	10.47510
		$t > 89.03290$	Decreasing	
15 s	(4)	$t < 91.25320$	Increasing	9.58970
		$t > 91.25320$	Decreasing	

从小区产量累加值增长率的 t 值变化来看,各激光组均高于对照组, t 值变化幅度为 88.38269 ~ 91.25320, t 值变化的顺序为 15 s > 13 s > 10 s > 0 s, t 值的变化说明 15 s 处理增长率高峰推后,故后期产量最高,13 s 处理的增长率高峰居中,其中期产量最高,10 s 的增长率高峰到达最早,前期产量最高。

积分平均值的顺序为 13 s > 10 s > 15 s > 0 s, 说明总产量最高的是 13 s, 高于其他处理及对照组。

3 结 论

从 t 值变化可以看出,在低剂量范围内,随着辐照时间的延长,小区产量累加值增长期也在延长,若期望前期、中期增产显著,则选 13 s 处理,若期望后期增产应选 15 s。这与激光辐照后叶片干重、叶面积含量的变化趋势类似^[5],说明低剂量激光辐照种子的影响是深远的,但这种低剂量刺激效应是否遗传,还有待于今后进一步研究。

参 考 文 献

- Hao Li-zhen. Survey of study on biological stimulating effect of laser [J]. *Guo Wai Ji Guang*, 1990, (9):5~7
郝丽珍. 激光的生物学刺激效应研究概况[J]. 国外激光, 1990, (9):5~7
- Hao Li-zhen, Ao Xiu-zhu, Zhang Huan-lian *et al.*. Study of low dosage CO₂ laser irradiation effect on the vigor of eggplant seeds [J]. *Chinese J. Lasers*, 1993, **A20**(8):633~635
郝丽珍, 敖秀珠, 张焕莲 等. 低剂量 CO₂ 激光对茄子种子活力影响的研究. 中国激光, 1993, **A20**(8):633~635
- Hao Li-zhen, Hou Xi-lin, Wang Ping *et al.*. The development about laser applied in agricultural field [J]. *Acta Laser Biology Sinica*, 2002, **11**(2):149~154
郝丽珍, 侯喜林, 王萍 等. 激光在农业领域应用研究进展[J]. 激光生物学报, 2002, **11**(2):149~154
- Fang Kai-tai. Practical Regression Analysis [M]. Beijing: Science Press, 1988. 168~185
方开泰. 实用回归分析[M]. 北京: 科学出版社, 1988. 168~185
- Hao Li-zhen, Hou Xi-lin, Yuan De-zheng *et al.*. Mathematical alogue of CO₂ laser on the increase of dry weight and leaf area of eggplant's seedling cotyledon [J]. *Acta Laser Biology Sinica*, 2003, **12**(1):8~12
郝丽珍, 侯喜林, 袁德政 等. CO₂ 激光对茄子幼苗子叶及叶面积增长的数学模拟[J]. 激光生物学报, 2003, **12**(1):8~12