

岳高峰,王丽萍,韩志强.不同补光时长对草莓开花及产量品质的影响[J].江苏农业科学,2020,48(18):144-148.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.18.028

不同补光时长对草莓开花及产量品质的影响

岳高峰¹,王丽萍²,韩志强³

(1. 甘肃省临夏州气象局,甘肃临夏 731100; 2. 临夏市职业技术教育中心,甘肃临夏 731100; 3. 临夏州农业科学院,甘肃临夏 731100)

摘要:以草莓品种章姬为对象,利用 LED 光源对日落草莓进行不同时长补光试验,研究不同时长补光条件对草莓的生长及果实产量和品质的影响。结果表明,不同时长补光处理对草莓的植株生长、花期质量、开花数量、果实产量和果实品质都有显著的影响。补光时长为 6 h 时,草莓植株生长发育状况、花期、叶片叶绿素含量、果实产量和果实品质等指标均达到最佳,产生的社会效益和经济效益最明显。

关键词:LED;光照;补光;草莓;品质;影响

中图分类号:S668.401 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)18-0144-04

草莓(*Fragaria ananassa* Duchesne)为多年生草本植物,性喜光耐阴,目前我国许多省份都广泛种植。草莓属于蔷薇科(Rosaceae)草莓属(*Fragaria*)多年生草本植物,因其外形鲜亮,果实甜美,香气宜人和营养丰富而受到群众喜爱,并享有“水果皇后”之美誉^[1]。草莓除了作为一种时令果品被群众所喜爱和推崇外,其药用价值和社会经济价值的前景同样非常可观。近年来,草莓因其生长期短、挂果快、成熟早、成本低、经济效益价值高而在全国的种植栽培面积不断扩大,成为了设施农业中不可缺少的主力军。在春节,大棚栽培草莓采摘上市,成为了最受欢迎的新鲜时令果品之一。

影响草莓生长发育及品质的因素较多,如温度、光照、湿度、施肥、灌溉、生长调节剂使用等^[2]。在冬春时节,我国北方普遍日照时数短,光照强度低,加之考虑经济因素,塑料大棚膜体经过多年重复使用,逐年老化,透光性能下降,造成部分大棚设施草莓色泽黯淡、香气不浓、口感欠佳和产量下降等问题。因此,冬春季光照不足成为影响大棚草莓品质的重要问题,研究发现采用人工补光措施,已成为提高大棚草莓质量的一种重要途径。

光是影响植物生长发育不可缺少的重要环境因子,是植物进行光合作用的基础保障^[3]。光照对植物的光合特性、形态建成、果实营养及品质都起

着决定性作用。光照主要通过不同光强、光质和光照时间调节植物的生长发育过程^[4-5]。光照条件与草莓果实品质的优劣密切相关,成为影响草莓果实产量品质的重要环境因素。目前国内外关于光对草莓生长的影响研究多集中于光质对草莓的光合作用^[6-8]、植株发育生长^[9-11]和果实产量品质^[12-15]的影响,而光周期对草莓生长的影响研究较少。光周期对植物的成花诱导和花芽分化具有显著的调控作用^[16-17]。如何利用光周期调控植株生长发育并改善果实产量品质则成为了设施农业发展最具有广阔研究前景的一项重要技术。LED 作为一种人工补光光源,在设施农业培育方面已得到广泛应用。基于此,本研究通过选取 LED 光源,设计不同人工补光时长,对草莓的生长状态、花期和果实品质进行试验分析,以期为大棚设施草莓产量和品质的大幅提升提供科学支撑和参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地点位于甘肃省临夏县北塬乡百益现代农业科技示范园。示范园区位置为 35°39'7"N,103°13'29"E,海拔高度为 1 958 m,年平均气温为 6.8℃,年平均降水量为 588.6 mm,年平均无霜期为 137 d。

1.2 试验材料

选取章姬草莓(*Fragaria × ananassa* cv. Akihime)作为试验材料,于 2018 年 9 月至 2019 年 6 月在临夏百益现代农业科技示范园设施大棚中进行试验。人工补光光源选取 30 W 正白 LED 日光灯

收稿日期:2019-09-18

基金项目:甘肃省自然科学基金(编号:2018J2037);甘肃省临夏州气象局科技项目(编号:201804)。

作者简介:岳高峰(1973—),男,甘肃临夏人,硕士,工程师,主要从事气象灾害防御研究。E-mail:58541534@qq.com。

(深圳市瑞普杰光电有限公司)。叶柄直径、叶片的纵径和横径长度测量使用游标卡尺(桂林安一量具公司)。植株高度、叶柄长度测量使用普通卷尺。草莓果实质量测量使用英衡 YH - A6002 电子天平称(无锡英衡电子有限公司)。草莓可溶性固形物含量测量使用 WYA - ZT 自动阿贝折射仪(上海光电光学仪器有限公司)。

1.3 方法设计

2018 年 9 月下旬,选取匍匐茎上健壮的草莓幼苗在大棚中进行定植,按照大棚常规栽培种植方法进行苗期管理。2019 年 2 月 16 日,将蛭石、珍珠岩、泥炭土与壤土按照体积比 1:1:1:1 进行混合作为培养基质,并选取长势均匀且每株含 5~6 张复叶叶柄粗短的幼苗,移入塑料盆钵(盆高 18 cm、直径 20 cm)中进行培育。每盆中定植苗 4 株,除正常浇灌外,每 2 周追施 1 次复合有机营养液(成都螯合生物技术有限公司)。保持大棚白天温度在 20~24 ℃,夜间 8~12 ℃,相对湿度控制在 50%~60%。每 4 盆设为 1 个区,共分 6 个区,3 次重复。在每 1 区上方固定高度可调节的光照培养架(材质为普通钢),将 LED 日光灯固定于光照培养架上,调整培养架高度保持 LED 灯距草莓上方 80 cm 处,每区设置 1 盏 LED 日光灯。

设计 T0、T1、T2、T3、T4 共 5 组补光处理,使用定时器自动控制时间。T0:不进行补光,只使用大棚自然光照;T1:17:00—19:00 进行补光 2 h;T2:17:00—21:00 进行补光 4 h;T3:17:00—23:00 进行补光 6 h;T4:17:00 至第 2 日 01:00 进行补光 8 h。从 2 月 24 日开始至 4 月 15 日,每 3 d 进行 1 次物候期观测,每 7 d 进行 1 次生长参数测量,观测时间为 08:30—08:45,记录草莓生长形态和发育变化。

1.3.1 草莓生长过程测定 在草莓出现花序后,开始连续测量其株高、叶柄、叶片和叶绿素参数,连续观测记录出现的一级和二级花序数量。在草莓成熟后,采摘果实并测定果实的品质参数。

1.3.2 草莓叶片光合色素测定 采用乙醇丙酮浸提比色法测定草莓叶片光合色素含量,并参考 Lichtenthaler 等的方法^[18-19]测量叶片中叶绿素 a 和叶绿素 b 的含量。

1.3.3 草莓果实品质测定 参照《水果、蔬菜制品 可滴定酸度测定方法》(ISO750 - 1981 标准)对草莓果实可滴定酸度进行测定。使用 WYA - ZT 自动阿贝折射仪测定草莓果实可溶性固形物含量。

参照 Bradford 的方法^[20]测定果实蛋白质含量。通过计算可溶性固形物与可滴定酸含量的比值得到固酸比值。参照赵世杰的考马斯亮蓝法^[19]对果实可溶性蛋白质含量进行测定。参照王学凯的二氯靛酚比色法^[21]对果实维生素 C 含量进行测定。

1.4 数据处理

使用 Excel 2010 和 SPSS 21 对数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同补光时长对草莓生长状况的影响

由表 1 可以看出,在草莓发育生长期,随着补光时间的延长,草莓的植株高度、叶柄长度、叶柄直径和叶片的纵横长度均有显著增加。植株高度和叶柄长度在 T4 达到最大;叶柄直径和叶纵径长度在 T3 时达到最大;而叶横径长度在 T3 和 T4 处理下差异不显著。

表 1 不同补光时长对草莓生长状况的影响

处理	植株高度 (cm)	叶柄长度 (cm)	叶柄直径 (cm)	叶纵径长度 (cm)	叶横径长度 (cm)
T0	22.8e	2.7e	0.19d	5.62e	4.28d
T1	24.2d	3.0d	0.21c	5.98d	4.39c
T2	26.3cd	3.8c	0.22b	6.24c	4.51b
T3	28.3b	4.3b	0.25a	6.54a	4.63a
T4	28.4a	4.4a	0.24b	6.53b	4.63a

注:同列数值后不同小写字母代表在 0.05 水平上差异显著。下同。

2.2 不同补光时长对草莓花期的影响

不同补光时长处理对草莓的一级和二级花序中开花数量的影响差异明显(表 2、表 3)。由表 2 可知,不同补光处理中,在花芽分化后最先达到花序显露期的分别为 T3 和 T4,而 T0 最晚,T1、T2 介于 T0 和 T3 之间,且 T2 比 T1 提前 3 d;而始花期、终花期、变色期和成熟期,时间从早到晚排列为 T3 > T4 > T2 > T1 > T0。一级和二级花序开花数量从多到少排列为 T3 > T4 > T2 > T1 > T0(表 3)。在 1 周后观测,T3 和 T4 处理开花数量相等,但 2 周以后,在开花数量上 T3 处理比 T4 处理占有优势。

2.3 不同补光时长对草莓叶片叶绿素含量的影响

通过分析不同补光处理对草莓叶片叶绿素含量的影响可以看出,不同补光处理时长对叶绿素含量影响也存在较大差异(表 4)。随着补光时间的延长,叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量呈现出先增后

表 2 不同补光处理对花期的影响

处理	花序显露期 (月-日)	始花期 (月-日)	终花期 (月-日)	变色期 (月-日)	成熟期 (月-日)
T0	03-04	03-11	03-24	04-05	04-18
T1	03-02	03-09	03-21	04-03	04-14
T2	02-27	03-06	03-18	03-30	04-09
T3	02-24	03-04	03-16	03-25	04-05
T4	02-24	03-05	03-18	03-28	04-07

表 3 不同补光处理下一、二级花序开花总数

处理	一、二级花序开花总数(朵)			
	1 周后	2 周后	3 周后	4 周后
T0	3	17	22	11
T1	6	21	28	8
T2	9	23	34	5
T3	10	24	35	3
T4	10	23	34	2

减的趋势。其中补光 6 h 的 T3 处理对草莓叶片总叶绿素含量的影响最显著(叶绿素总含量为 2.61 mg/g)。不同补光处理叶片叶绿素含量从高到低依次排列为 T3>T4>T2>T1>T0。叶绿素 a、叶绿素 b 含量的变化趋势与总叶绿素变化保持一致。叶绿素 a/叶绿素 b 从高到低的补光处理排序为 T1>T0>T2>T3>T4。

2.4 不同补光时长对草莓果实产量的影响

表 5 数据显示,不同补光处理下草莓平均单果质量、最大单果质量、单株产量和果实的纵横径均得到了提高,呈现出先增后减的趋势,并在 T3 处达到最大。与 T3 相比,T4 处理下果实产量出现了小幅下降,最大单果质量和单株产量,分别减少了

表 4 不同补光处理对叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	总叶绿素含量 (mg/g)	叶绿素 a/b
T0	0.94d	0.52e	1.83e	1.86b
T1	1.11c	0.58bc	1.94d	1.89a
T2	1.19b	0.63c	2.28c	1.83bc
T3	1.29a	0.79a	2.61a	1.63c
T4	1.28b	0.77b	2.58b	1.61d

表 5 不同补光处理对草莓产量的影响

处理	单果质量(g)		单株产量 (g)	果实纵径 (cm)	果实横径 (cm)
	平均	最大			
T0	21.82d	28.35e	219.55e	3.89d	3.60e
T1	23.55c	36.85d	235.20d	4.35c	3.77d
T2	25.58c	42.20c	263.67c	4.59b	3.82c
T3	26.35a	46.17a	275.41a	4.82a	3.94a
T4	26.28b	45.20b	271.25b	4.78b	3.91b

2.1% 和 1.5%。

2.5 不同补光时长对草莓果实品质的影响

可滴定酸、可溶性固形物、蛋白质和维生素 C 的含量是衡量植物果实品质及口感的重要指标^[22]。从表 6 可以看出,不同补光处理下,可滴定酸、可溶性固形物和维生素 C 的含量均随补光时长的延长而增长,至 T3 达到最高,之后有小幅下降。而固酸比也保持了同样的变化趋势。果实的蛋白质含量 T0 处理最高,随着光照时间的增长,果实中蛋白质含量呈现出减少趋势,在 T4 处理最小。因此,通过改善和延长光照时长可提高植物果实产量和品质^[23-24]。

表 6 不同补光处理对草莓果实品质的影响

处理	可滴定酸度 (%)	可溶性固形物含量 (%)	固酸比	蛋白质含量 (mg/100 g FW)	维生素 C (mg/100 g FW)
T0	0.70d	8.45e	10.98d	37.3a	81.03e
T1	0.72c	8.83d	11.85c	34.6b	89.61d
T2	0.75b	9.76c	12.54c	30.1bc	101.45b
T3	0.77a	9.98a	12.96a	29.5c	106.52a
T4	0.76b	9.79b	12.78b	29.2d	94.36c

3 讨论与结论

光是植物生长发育过程中重要的外部环境因子,不同的光周期对植物生长的影响是一个很复杂的过程^[25]。我国处于北半球,在冬春季普遍存在日照短、光照强度弱的特点,这对大棚种植的冬春季草莓果实的产量、色泽、口感和品质均造成了很大

影响。供试的章姬草莓为典型的设施栽培品种,主要在冬春季节上市。而在日落之后,对大棚种植草莓进行 LED 光源补光处理,能够显著加快草莓植株生长和花期的提前,同时果实的产量和品质也得到了显著提升。

试验结果显示,在日落后延长人工补光 2、4、6、8 h,对草莓植株生长的影响十分显著,随着补光时

间的延长,草莓的植株高度、叶柄长度、叶柄直径和叶片的纵横长度均有显著增加。草莓的植株高度、叶柄长度在补光 8 h 达到最大;叶柄直径和叶片的纵径长度在补光 6 h 达到最大;叶横径长度在 8 h 和 6 h 补光处理无明显差别。人工延长补光 2、4、6、8 h 对草莓的花期同样影响显著。在延长补光 6 h 处理下,初花期出现最早,且一、二级花序中花的数量也为最多,而延长补光至 8 h 对花期的开放和开花数量均产生了不利影响。在植物进行光合作用过程中,光合色素主要承担吸收和传递光能的角色^[26]。不同补光时长对草莓光合色素含量的影响差异明显,补光处理的叶绿素总含量均显著高于未进行补光处理的情况,这与刘庆进行试验研究得出结论^[27]相一致。随着补光时间的延长,叶绿素含量持续升高,补光 6 h 处理中草莓叶片总叶绿素含量最高。而叶绿素 a 与叶绿素 b 的含量变化趋势与叶绿素总含量变化趋势保持一致。

不同补光处理下草莓的产量呈现出先增长后减少的趋势,平均单果质量、最大单果质量、单株产量和果实的纵横径均在 T3 处理中达到最大值。而延长光照 8 h 果实产量出现了小幅下降。可滴定酸和可溶性固形物含量直接影响着草莓的口感,维生素 C 是草莓果实中重要的组成成分,它是一种天然抗氧化物质成分^[28]。延长补光时长,对果实的可滴定酸、可溶性固形物和维生素 C 的含量影响显著,随着补光时长的延长,果实品质参数在 T3 达到最高,之后有明显下降。果实的固酸比也保持了同样的变化趋势,即先升后降,在 6 h 补光处理下质量达到最佳。果实的蛋白质含量在 T0 处理达到最大值,而随着光照时间的延长其含量反而呈下降趋势。

使用 LED 光源对冬春季大棚种植草莓在日落后进行延长补光,试验对比发现,补光 6 h 的处理为最优补光时长,可显著促进章姬草莓的植株茎、叶的生长发育,花期提前,并且一级和二级花序中花的数量显著提升;促进光合色素的含量,同时对果实的品质也有显著促进作用,其中果实的平均质量、大小及果实可滴定酸度、固形物、维生素 C、蛋白质含量均有显著增加。这与钟需霖等学者发表的光周期对草莓植株生长发育及果实产量品质的影响研究结论^[2,9,15,27]相一致。

参考文献:

[1] 刘雪梅,孟宪军,李斌,等. 不同解冻方法对速冻草莓品质的影

响[J]. 食品科学,2014,35(22):276-281.

[2] 钟需霖,杨仕品,乔荣,等. 光照强度对草莓主要品质的影响[J]. 西南农业学报,2011,24(3):1219-1221.

[3] 李永华,王玮,马千全,等. 干旱胁迫下抗旱高产小麦新品系早丰 9703 的渗透调节与光合特性[J]. 作物学报,2003,29(5):759-764.

[4] 苏文华,张光飞,李秀华,等. 光强和光质对灯盏花生生长与总黄酮量影响的研究[J]. 中草药,2006,37(8):1244-1247.

[5] 焦雨歆,赵琦,王雪英,等. 环境因子对植物叶绿体结构的影响[J]. 生物技术通报,2008(2):5-10.

[6] 王丽娟,张学英,徐金娥,等. 不同光质对草莓果实花青苷、酚类物质及类黄酮物质的影响[J]. 河北农业大学学报,2009,32(2):54-57.

[7] 胡阳,古松,江莎,等. 不同光质对达赛莱克特草莓果实品质的影响[J]. 四川农业大学学报,2010,28(2):164-168.

[8] 刘庆,连海峰,刘世琦,等. 不同光质 LED 光源对草莓光合特性、产量及品质的影响[J]. 应用生态学报,2015,26(6):1743-1750.

[9] 孙萍,沈建生,林贤锐. 延长光照时间对立体种植模式下草莓植株生长的影响[J]. 浙江农业科学,2016,57(1):82-83,89.

[10] Qin Y H, Zhang S L, Asghar S, et al. Regeneration mechanism of Toyonoka strawberry under different color plastic films[J]. Plant Science, 2005, 168(6):1425-1431.

[11] Takeda F, Glenn D M, Stutte G W. Red light affects flowering under long days in a short-day strawberry cultivar[J]. HortScience, 2008, 43(7):2245-2247.

[12] 徐凯,郭延平,张上隆,等. 不同光质膜对草莓果实品质的影响[J]. 园艺学报,2007,34(3):585-590.

[13] 张娜,赵恒,阎瑞香. 不同草莓香气成分贮藏过程中变化的研究[J]. 食品科技,2015,40(12):286-290.

[14] 韩继刚,李晓青,刘焱,等. 牡丹油用价值及其应用前景[J]. 粮食与油脂,2014,27(5):21-25.

[15] 彭鑫. 不同光照条件对草莓光合性能与果实品质的影响[D]. 杭州:浙江农林大学,2019.

[16] Yamasaki S, Fujii N, Takahashi H. Photoperiodic regulation of CS-ACS2, CS-ACS4 and CS-ERS gene expression contributes to the femaleness of cucumber flowers through diurnal ethylene production under short-day conditions[J]. Plant, Cell & Environment, 2003, 26(4):537-546.

[17] 李程,裴忠孝,甘林叶,等. 光周期对春石斛开花及多胺含量的影响[J]. 植物生理学报,2014,50(8):1167-1170.

[18] Lichtenthaler H K, Wellburn A R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents[J]. Biochemical Society Transactions, 1983, 11(5):591-592.

[19] 赵世杰. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002.

[20] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of micrograms quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding[J]. Analytical Biochemistry, 1976, 72(1/2):248-254.

[21] 王学凯. 植物生理生化实验技术和原理[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006.

章陆杨,何侃,林涛,等.城市公园绿地可达性对居民公共健康的影响[J].江苏农业科学,2020,48(18):148-153.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.18.029

城市公园绿地可达性对居民公共健康的影响

章陆杨,何侃,林涛,陈琳,刘燕珍,丁国昌

(福建农林大学园林学院,福建福州 350002)

摘要:为了探索城市公园绿地可达性对居民公共健康的影响,促进健康社会的发展,采用 ArcGIS 网络分析法和问卷调查法,对福州市二环内、二环与三环之间和三环外的 3 个居住区进行分析,计算他们到达最近公园绿地的路网距离,并同出行方式、公共健康进行相关性分析。结果表明,居住区离公园绿地越远,居民越倾向于机动化出行,而居住区离公园绿地越近,居民则越倾向于低碳出行;长期选择私家车等机动化方式出行易引发肥胖和慢性疾病,同时心理健康也将受影响,而自行车、步行等低碳出行方式则会促进居民的生理健康;构成公共健康的生理健康和心理健康之间也存在显著正相关关系。由此可见,城市公园绿地的空间分布通过影响出行方式从而对居民的公共健康产生间接影响。

关键词:城市公园绿地;可达性;路网距离;出行方式;公共健康

中图分类号: TU986 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)18-0148-06

城市公园绿地作为城市重要基础设施之一,是城市居民日常休闲娱乐的场所。城市公园绿地一般以休憩为主,兼具健全生态、防灾减灾、美化环境等作用^[1]。作为城市环境中重要的自然景观元素,是体现城市总体环境水平和居民生活质量的重要指标^[2]。城市环境中公园绿地的分布、人均面积等都会影响居民到公园绿地进行休闲娱乐的频率,还会影响居民对出行方式的选择,从而影响体力活动量而对居民的公共健康产生影响。

随着田园城市、园林城市、公园城市等理论的提出,城市公园绿地越来越受到人们的重视,对于

公园绿地可达性的研究也层出不穷。国外相关研究起步较早,有学者对人口分布和公园绿地可达性进行相关性研究^[3-4],也有学者将公园绿地可达性与社会经济活动联系在一起进行了研究^[5]。GIS 技术的发展也在很大程度上推动了目的地可达性研究,为其提供了更加多样化的研究方法。国外运用 GIS 技术单纯对公园绿地可达性的研究相对较少,更多的是复合型研究,研究范围涉及街道、广场等一系列其他城市基础服务设施^[6-8]。国内有学者对公园绿地可达性计算方法进行总结,分析对比了 4 类 6 种方法,并评述了它们的优缺点以及计算原理^[9]。有学者以不同的交通出行方式为出发点,分析对比了 4 种交通方式下公园绿地可达区域的空间分布、可达面积和可达人口数量差异^[1]。也有学者研究了影响公园绿地可达性的客观影响因素,结果表明公园绿地面积、公园绿地形状和路网密度都会在一定程度上影响公园的服务面积和服务效率^[10]。还有学者从机会公平性入手,运用 GIS 技术统计居

收稿日期:2019-12-16

基金项目:国家林业局森林公园工程中心开放课题(编号:PTJH15002210)。

作者简介:章陆杨(1994—),男,浙江杭州人,硕士研究生,主要从事风景园林规划与设计研究。E-mail:376832275@qq.com。

通信作者:丁国昌,博士,研究员,主要从事园林植物与应用研究。E-mail:fjdgc@fafu.edu.cn。

[22]陈强.不同 LED 光源对番茄果实转色过程中生理特性及果实品质的影响[D].泰安:山东农业大学,2009.

[23]Hidaka K,Dan K,Imamura H,et al. Investigation of supplemental lighting with different light source for high yield of strawberry[J]. IFAC Proceedings Volumes,2013,46(4):115-119.

[24]阳圣莹,白胜,蒋浩宏,等.不同补光处理对设施草莓光合特性及果实品质的影响[J].山西农业科学,2016,44(9):1298-1303.

[25]Powles S B. Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light[J]. Annual Review Plant Physiology,1984,35(35):15-50.

[26]Cornah J E,Terry M J,Smith A G. Green or red: what stops the traffic in the tetrapyrrole pathway[J]. Trends in Plant Science,2003,8(5):224-230.

[27]刘庆.不同光周期及光质对草莓生理特性及品质的影响[D].泰安:山东农业大学,2015.

[28]Ei K S,Khatib H. Comparative studies on the effects of different light qualities on *Vigna sinensis* L. and *Phaseolus vulgaris* L. seedlings[J]. Research Journal of Agriculture & Biological Science,2007,3(6):790-799.