

番茄红素对黑腹果蝇的生物学效应的研究

张 倩, 张 建 民

(山东大学威海分校 海洋学院, 山东 威海 264209)

摘 要:在基本培养基上添加不同浓度的番茄红素(0、10、20、30、40、50、60 mg/L) 配制成处理培养基。将 3 对果蝇(雌蝇为处女蝇) 接种在培养基上, 10 d 后羽化成蝇后, 再以上代的方法将成蝇接转到新培养基上; 同时随机选取雌雄各 20 只成蝇分别放在同样的培养基上, 观察存活时间(d)。这样连续培养 4 代。每代均统计子代数量, 成蝇的寿命, 称量幼虫的体重, 测定幼虫细胞内蛋白质和核酸的含量。结果表明: 当培养基中番茄红素的浓度低于或等于 40 mg/L 时, 与对照相比可提高果蝇的繁殖能力, 延长个体的寿命, 增加幼虫的体重, 使幼虫体内的蛋白质和核酸含量不同程度的增长; 在浓度达到 40 mg/L 时, 各种效应最显著。当番茄红素的浓度超过 40 mg/L 后, 果蝇的繁殖力、寿命均有所下降, 幼虫的体重也不再增加, 细胞内蛋白质和核酸含量与对照相比差距不大。连续培养到第 4 代时, 上述变化与对照相比差距均不明显。

关键词:番茄红素; 果蝇; 生物学效应

中图分类号:Q 946.83⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)18-0167-03

近年来, 番茄红素(Lycopene)作为一种新型的功能性食品添加剂逐渐引起人们的关注, 它是脂溶性类胡萝卜素家族中的一员, 主要存在于番茄及其制品等植物类食物中, 同时也广泛分布于人体的各种器官和组织。研究证实, 番茄红素是目前自然界发现的最强的抗氧化剂^[1-3], 它具有防癌抗癌、保护心血管、增强机体免疫力、保护皮肤等多种生物学功能, 经常食用番茄红素能有效地清除自由基, 增强机体的抗氧化能力, 延缓衰老^[4-5]。现利用代谢周期短、繁殖快的果蝇为研究对象, 将番茄红素添加到培养基中饲养果蝇, 以探讨果蝇在连续摄入番茄红素后产生的各种生物学效应, 为科学利用番茄红素, 提高人类的健康水平提供必要的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

黑腹果蝇(*Drosophila melanogaster*), 来自山东大学威海分校遗传学实验室。

番茄红素(Lycopene, LP), 纯度 80.5%, 橙红色粉末, 购自绿谷生物制品有限公司。

1.2 培养基成分

基本培养基成分: 玉米粉 17 g, 蔗糖 13 g, 丙酸 0.8 mL, 鲜酵母 1 g, 琼脂 1 g, 水 150 mL。处理培养基: 在基本培养基中添加番茄红素, 浓度分别是 0(对照)、10、20、30、40、50、60 mg/L。每种处理和对照均接 7 瓶,

以利于统计分析。

1.3 试验方法

在对照和处理培养基中接种果蝇, 每瓶 3 对, 雌蝇为处女蝇。10 d 后移去亲本, 再羽化出现的成蝇即为第 1 代(F_1)。随机选取 F_1 代的 3 对成蝇继续培养在与上代相同的培养基中, 10 d 羽化的成蝇为第 2 代(F_2)。采取同样的方法连续培养 4 代, 记为 F_3 、 F_4 。每代各处理羽化的成蝇分别取雌雄各 20 只, 分别放入原培养基继续培养, 统计寿命; 同时测定幼虫细胞内蛋白质和核酸含量。培养条件是: 温度(25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 55%~65%。

1.4 统计及生理测定项目

1.4.1 果蝇子代数统计 对果蝇子代均进行数量统计, 为避免在一瓶内产生新的后代, 每天定时(8:00 和 20:00)计数成蝇, 直至培养瓶中无子代出现。数据进行 t 检验。

1.4.2 果蝇成蝇寿命的统计 在下代羽化出成蝇 12 h 内, 分别随机取 20 只雌蝇和雄蝇放入与原培养基相同的瓶中(这些成蝇均计数在子代数量内), 让其生存, 出现死亡的个体时立即统计存活时间(d), 直至培养瓶中的果蝇全部死亡。数据进行 t 检验。

1.4.3 果蝇幼虫的体重 从各组培养瓶中随机取 20 只即将化蛹的 3 龄幼虫(所取幼虫也计数在子代数量中), 洗净, 用吸水纸吸干, 称其体重, 求平均值。数据进行 t 检验。

1.4.4 果蝇幼虫体内蛋白质含量的测定 称取 1 g(约 100 只)幼虫, 洗净, 用吸水纸吸干, 放入研钵, 加 4 mL 蛋白质提取 buffer, 冰上迅速研磨, 6 000 r/min 离心

第一作者简介: 张倩(1981-), 女, 博士, 实验师, 研究方向为药理学。E-mail: zhangqianzq@sdu.edu.cn。

收稿日期: 2010-06-21

20 min,取上清液。以双缩脲法在 550 nm 波长下测定子代幼虫体内的蛋白质含量。

1.4.5 果蝇幼虫体内核酸含量的测定 取幼虫 1 g 放入研钵,加 10 mL 5%冷过氯酸,冰上快速研磨,3 000 r/min 离心10 min,取沉淀;加入 5 mL 乙醇:乙醚:氯仿(2:2:1)混合液,摇匀后静置 15 min,3 000 r/min 再离心 10 min,取上清液,加入 5 mL 5%三氯乙酸,90℃水浴30 min。在 268 nm 的波长下测定子代幼虫体内的核酸含量。

2 结果与分析

2.1 番茄红素对果蝇子代数量的影响

从表 1 看出,番茄红素对果蝇子代数量影响非常明

表 1 番茄红素饲养果蝇后子代数量的变化								只
世代	0	10	20	30	40	50	60	
F ₁	144±3.2	141.2±2.8	151.5±3.5	165.8±3.3*	178.3±3.4*	157.6±4.2	151.7±5.5	
F ₂	143±5.6	149.8±4.4	156.3±7.4	176.6±9.2*	189.7±5.2**	163.5±8.2*	155.3±8.3	
F ₃	138±5.3	149.7±5.3	154.3±3.4	165.5±3.2*	171.7±3.3*	154.9±4.2	150.3±4.3	
F ₄	141±4.5	146.8±3.6	148.3±2.6	152.5±2.8	159.5±2.1	151.6±2.2	144.9±3.0	

注:与对照组比较 * P<0.05, ** P<0.01。

2.2 番茄红素对果蝇子代寿命的影响

果蝇在含有不同浓度的番茄红素的培养基中培养后,成蝇的寿命与对照相比明显延长(表 2);而且随着浓度的升高,果蝇成蝇寿命逐渐延长;当番茄红素浓度达到 40 mg/L 时,成蝇的平均寿命是对照的近 1.3 倍,与

表 2 番茄红素饲养果蝇后寿命的变化									d
世代	性别	0	10	20	30	40	50	60	
F ₁	♀	49.6±3.5	48.1±4.7	53.7±5.4	60.4±7.7*	63.5±7.7*	51.3±6.6	44.7±4.3	
	♂	48.6±3.6	47.6±3.9	54.3±6.1	60.6±7.8*	62.6±9.0*	51.9±7.3	43.3±7.2	
F ₂	♀	48.7±4.2	49.1±4.8	55.4±5.9	57.5±9.2*	62.9±8.7*	54.5±8.2	45.8±5.8	
	♂	47.6±3.8	50.1±4.2	53.2±6.2	65.8±9.2*	61.9±8.1*	53.1±8.0	46.4±6.4	
F ₃	♀	49.8±3.7	48.6±4.9	55.9±8.1	57.7±7.6*	60.4±6.2*	51.1±6.7	41.3±5.9	
	♂	48.8±4.1	48.2±5.1	54.6±7.1	56.2±8.1*	60.1±7.3*	51.2±5.9	40.6±6.7	
F ₄	♀	48.2±4.8	48.7±5.7	54.7±6.4	54.3±6.2	55.4±6.3	50.8±5.4	49.6±5.6	
	♂	47.5±3.9	48.1±3.5	53.1±5.4	53.4±5.9	56.6±7.1	50.4±5.1	48.7±6.1	

注:与对照组比较 * P<0.05。

2.3 番茄红素对果蝇后代幼虫体重的影响

从表 3 中看到,果蝇在含有番茄红素的培养基上生长后,大多都能促进幼虫体重的增加。当培养基中的番茄红素浓度在 30 mg/L 以下时,有利于果蝇幼虫的发

表 3 番茄红素饲喂果蝇的后代幼虫体重的变化								mg·只 ⁻¹
世代	0	10	20	30	40	50	60	
F ₁	8.93±0.97	8.68±1.17	9.22±1.34	10.31±2.01	9.66±1.95	8.97±1.77	7.24±1.02	
F ₂	8.35±0.86	9.11±1.24	9.38±1.50	11.48±2.17*	10.12±2.19	9.36±1.95	6.27±1.37	
F ₃	9.21±0.93	8.77±1.01	9.04±1.65	10.22±1.96*	9.66±1.62	9.23±1.34	7.36±0.83	
F ₄	8.67±1.06	8.69±1.37	8.99±1.33	9.07±1.67	9.64±1.41	9.17±1.22	7.68±0.99	

注:与对照组比较 * P<0.05。

2.4 番茄红素对果蝇幼虫体内蛋白质和核酸含量影响

在培养基中添加不同浓度的番茄红素后,果蝇后代幼虫体内的蛋白质、核酸含量与对照相比都发生不同程度的变化(表 4、5)。当番茄红素浓度在 40 mg/L 以下时,蛋白质和核酸含量均随着番茄红素浓度的升高而升高;与对照组相比,蛋白质含量在 F₂ 代 30~40 mg/L 出

显。在培养基中番茄红素浓度低于 40 mg/L 时,随着浓度的增加,子代数量也随之增长;尤其在番茄红素浓度在 30~40 mg/L 时,与对照组相比,出现了显著或极显著性差异;当番茄红素浓度超过该值时,果蝇子代数量逐渐下降,接近对照组。在所做的 4 代相同试验中,F₂ 代变化尤为明显。当用同样培养基连续培养到 4 代后,子代数量变化就不再明显,与对照组相比差距不大。这说明番茄红素对果蝇的生育有明显的促进作用^[2];而当连续多代培养后,几种处理与对照组相比都未出现显著性差异。

对照相比显示了显著性差异。而当番茄红素浓度超过该值时,成蝇的平均寿命有所下降,接近对照组。这说明食物中存在一定浓度的番茄红素时,可促进果蝇的新陈代谢,延缓细胞的衰老^[6-8]。至于两性别间寿命的长短,虽然雌蝇的寿命稍长于雄蝇,但未表现显著性差异。

育;尤其在 F₂ 代 30 mg/L 时,幼虫的平均体重是对照的 1.37 倍,体形明显增大;当培养基中的番茄红素浓度继续增高时,对果蝇的发育有一定的抑制作用。当连续培养 4 代后,与对照组相比幼虫体重的变化不再明显。

现显著性差异;而核酸含量与对照相比均未出现显著性差异。当超过该值后,蛋白质和核酸含量明显下降,甚至有的比对照还低,如蛋白质含量中 60 mg/L 处理组的 F₁ 和 F₃ 平均含量都低于对照(表 4),核酸含量也有类似的情况(表 5)。

表 4 番茄红素饲养果蝇后代幼虫体内蛋白质含量的变化

世代	0	10	20	30	40	50	60
F ₁	14.68±1.65	14.88±1.94	15.62±2.67	16.95±2.94	16.54±3.34	15.24±3.44	13.65±2.65
F ₂	15.32±1.95	15.36±1.89	15.89±2.94	16.95±3.07*	18.32±3.82*	15.37±3.07	14.52±1.08
F ₃	14.78±1.73	15.21±1.67	15.26±2.43	16.21±3.22	14.85±3.44	14.26±2.35	13.68±2.46
F ₄	14.19±1.36	15.30±1.88	14.99±2.11	15.68±2.15	15.20±2.67	14.22±2.17	14.08±2.51

注:与对照组比较* P<0.05。

表 5 番茄红素处理果蝇后细胞中核酸含量的变化

世代	0	10	20	30	40	50	60
F ₁	89.33±6.77	87.54±6.77	89.63±6.59	91.25±9.47	98.34±9.77	89.33±7.68	82.14±7.66
F ₂	87.24±7.28	86.32±7.23	99.37±8.40	108.63±10.21	94.62±11.74	86.47±8.38	81.37±6.48
F ₃	89.77±5.51	91.25±6.91	93.24±7.23	106.61±9.44	102.42±9.55	90.22±7.17	86.54±7.62
F ₄	88.61±7.46	85.49±5.44	88.67±6.41	92.76±7.69	90.17±7.40	86.45±7.92	87.61±6.82

3 讨论

从试验结果看,培养基中含有适宜浓度的番茄红素后,能提高果蝇子代的数量,延长寿命,增加个体的体重等(表 1~3),说明番茄红素能使机体保持旺盛的新陈代谢,相应地延缓了衰老。张欣文等^[7]、邢岩等^[8]都认为番茄红素具有很强的抗氧化作用,对各种生物能很好的清除其体内的高氧化态物质,降低核酸损伤、抑制突变^[11]、预防衰老和癌症等,因而日益受到人们的青睐。试验结果还显示,在含有番茄红素的培养基上培养果蝇后,若浓度适宜(如 40 mg/L 以下时),幼虫体内的蛋白质和核酸含量多高于对照(表 4、5),这显示了食物中添加了一定浓度的番茄红素后,体内的代谢过程增强,或某些基因的活性增强^[3],进而使蛋白质的合成速率加快。

在所培养的 4 代果蝇中,逐个观察检测成蝇,并未出现畸形个体,也未观察到生长缓慢现象,说明若在培养基中添加适宜浓度的番茄红素后,可促进个体的生长、繁殖、延缓衰老。因而,番茄红素将成为人们期待的抗衰老、保健物质^[2],对于提高人们的生活质量和生命质量将发挥一定的作用。现在很多资料表明^[2,5,10],番茄红素及其它类胡萝卜素都具有明显的抗癌和抗突变作

用,如果深入地进行研究,将有助于肿瘤的预防和治疗。

参考文献

[1] 张红,徐蓓. 番茄红素的延缓衰老功能[J]. 中国食品添加剂,2005(5):81-82.

[2] 闫春兰,刘子贻. 番茄红素保健功能的研究现状[J]. 浙江大学学报(医学版),2002,31(2):139-142.

[3] 张勇,孙晓红,高玲,等. 番茄红素生物学功能的研究进展[J]. 食品与药品,2006,8(8):19-20.

[4] 李欣,张静,杨颖,等. 番茄红素抗突变作用的试验研究[J]. 癌变,畸变,突变,2006,18(4):327-330.

[5] 李奎,付晶,潘宏志. 番茄红素对人胃癌细胞生长的抑制作用[J]. 中国公共卫生,2006,22(10):1223-1225.

[6] 李芳,孔令明,冯作山. 番茄红素的提取及其对果蝇寿命影响的实验研究[J]. 中国食品添加剂,2006(4):56-59.

[7] 张欣文,戴秋萍,王枫华,等. 番茄红素对黑腹果蝇抗氧化能力和寿命的影响[J]. 中国老年学杂志,2006,26(10):1358-1359.

[8] 邢岩,逢金柱,田庆伟,等. 番茄红素对果蝇抗衰老作用[J]. 中国公共卫生,2008,24(6):707-708.

[9] 姜薇,赵晓红,米生权,等. 番茄红素对大气可吸入颗粒物致人肺成纤维细胞 DNA 损伤的保护作用[J]. 环境与职业医学,2008,25(6):568-571.

[10] 梅晓岩,孟宪军,梁婧婧. 番茄红素抗氧化活性的研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(11):2315-2317.

[11] 张庆英. 番茄红素与癌症预防[J]. 国外医学:卫生学分册,2000,27(4):193-196.

The Study of Biologic Effect Raised *Drosophila melanogaste* with Lycopene

ZHANG Qian,ZHANG Jian-min

(Marine College,Shandong University at Weihai,Weihai Shandong,264209)

Abstract: The treated mediums add different concentration lycopene (0,10,20,30,40,50,60 mg/L) in basic medium. After 3 pair of adult fruit fly(♀ for the virgin fly)were cultured in the medium at 10 days they emergence and go to culture on new medium with the previous generation and 20 male and female fruit fly culture on same medium to observe survival time(days). The fruit fly were cultured 4 generations in this way. Each generation had count up the filial generation amount and life of adult and the weighing in larva and to measure the contents of nucleic acid and protein of larva. The results showed that the concentration of lycopene in the medium were of low and equal to 40 mg/L it can increase the breeding ability of fruit fly and to prolong life and to enhance weight of larva and to rise the content of the nucleic acid and protein in the larva to go to catch up with the control. When the concentration of lycopene in the medium achieved to 40 mg/L the biologic effects were most notable. When the concentration of lycopene in the medium exceed to 40 mg/L⁻¹ the difference were not great compared with control about the ability and the life of fruit fly and weight of larva and the content of the nucleic acid and protein in the larva. The fruit fly had cultured continuously 4 generations the aforementioned changes were not evidence compared with control.

Key words: lycopene;*Drosophila melanogaster*; biologic effects