

Physical Stimulation the Genetic: Research on the Genetic Variation Behavior of Acquired Disability of Crickets

Junyan Yang¹, Jianjun Zhu²

¹Southeast University, Nanjing Jiangsu

²The Cricket Shanghai Artificial Incubation Room, Shanghai

Email: yjy-2@163.com

Received: Jul. 14th, 2016; accepted: Aug. 1st, 2016; published: Aug. 4th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This paper found that the offspring of adult worms had a certain probability of genetic variation by various physical stimulations and by using quantitative data of artificial incubation experiment accumulated over the years, taking China fighting crickets as an example. And then, by taking comparative experiments of different ages of the nymphs, this paper revealed the relationship between their age and the probability of genetic mutation, called “physical stimulation the genetic”, analyzing the regularity of the genetic variation. Based on this, this paper took maimed experiment on Suko, claw hooks, nape and other parts of Chinese fighting crickets with physical stimulation and had found the same genetic phenomenon by experiments on the orthopteran as gryllus testaceus and grasshopper. This physical stimulation genetic can be widely used in agricultural biotechnology aminocarb and selective and breeding quality germline.

Keywords

Physical Stimulation, Genetic Variation, China Fighting Crickets, Orthopteran, Quantitative Research

物理刺激遗传：蟋蟀后天致残的遗传变异行为研究

杨俊宴¹, 朱建军²

¹东南大学, 江苏 南京

²中华斗蟋上海人工孵化房, 上海

Email: yjy-2@163.com

收稿日期: 2016年7月14日; 录用日期: 2016年8月1日; 发布日期: 2016年8月4日

摘要

本文以中华斗蟋为例, 以多年累积的人工培育实验量化数据为基础, 通过进行各类物理刺激, 并将成虫做种繁殖, 发现其后代出现一定概率的遗传变异。进而通过对不同年龄期的若虫分别进行对比实验, 揭示其年龄期与遗传突变的概率变化关系, 并将其称为“物理刺激遗传”, 详细剖析了这种遗传变异的规律特征。在此基础上, 对中华斗蟋的须、爪钩、项背等部位进行物理刺激致残实验, 以及对油葫芦、蝈蝈等直翅目昆虫进行实验, 均发现有这种遗传现象。这种物理刺激遗传可以广泛运用于农业生物优质种系选育方面。

关键词

物理刺激, 遗传变异, 中华斗蟋, 直翅目, 量化研究

1. 引言

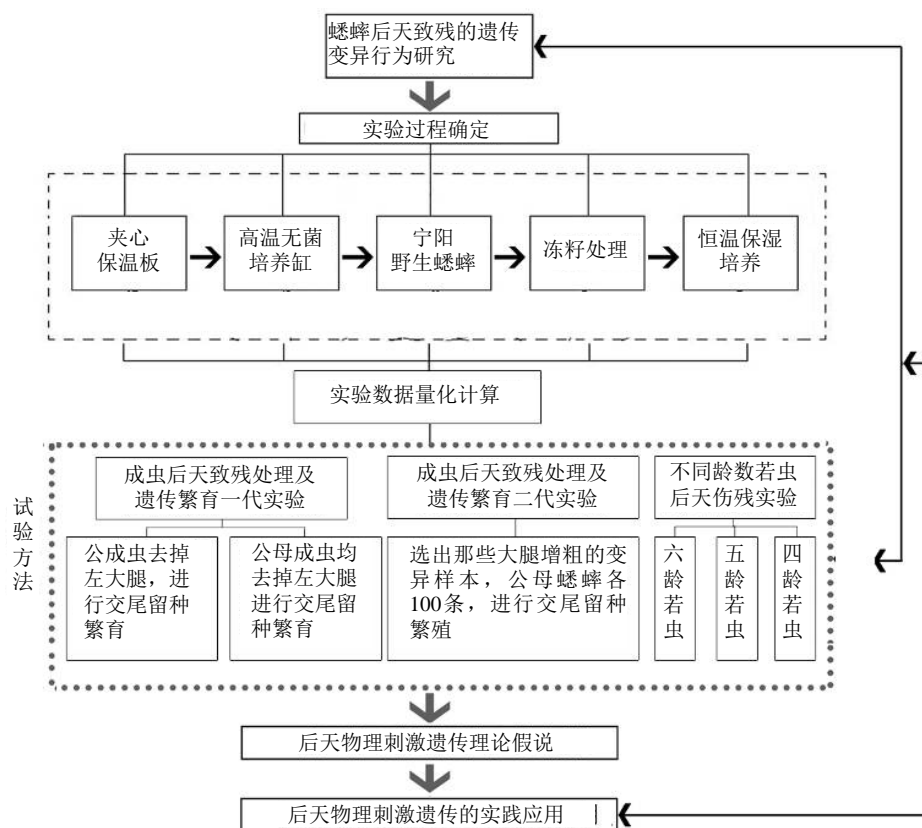
蟋蟀也称中华斗蟋(学名: *Velarifictorus micado*), 是直翅目长角亚目蟋蟀科斗蟋属种, 广泛分布于我国长三角、京津冀、山东、河南等地, 栖息于野外植被地面、土堆、石块和墙隙中, 掘洞穴或利用现成的瓦砾石块缝隙而居[1]。中华斗蟋体长 13~18 mm, 通体黑褐色。头顶部宽圆, 颜面圆凸饱满, 脑盖上有 6 条黄色短纵纹(俗称耳环和斗丝), 两侧单眼之间具 1 条中间狭两端宽(横眉), 中单眼处具一小黄斑点为星门。前胸背板横长方形, 具淡黄色斑纹。前翅略不达腹端。后翅短于前翅。亦有后翅长于前翅的个体, 俗称“飞翅”。雄虫前翅长达腹端, 发音镜斜长方形, 内有一弯成直角的翅脉将镜分为两室, 斜脉 2 条, 端区约与发音镜等长。蟋蟀是中国传统的饲养昆虫, 斗蟋蟀是中国一项传统的文化娱乐活动, 面广量大, 高品系的蟋蟀具有很高的经济价值。然而, 自然环境下蟋蟀的寿命仅为 100 天左右, 成虫时间也限定在秋天; 同时, 山东等传统野生蟋蟀产地资源濒临枯竭, 如何人工培养蟋蟀, 保护自然种群, 沿承蟋蟀传统文化, 是近代长期研究的一个课题[2]。1980 年代以来, 关于人工培养蟋蟀的实验研究逐渐兴起, 如何人工培养蟋蟀, 保护自然种群, 沿承蟋蟀传统文化, 是近代研究的一个课题。

在直翅目昆虫的研究中, 一般认为品系变异主要出现于环境变化和基因变异, 后天物理伤残不会遗传, 因此对其人工培养研究也注重于生长环境温湿度控制和父本优质品系的遗传, 对其物理刺激的研究探索较少。作者在近十年的蟋蟀人工培育过程中, 对蟋蟀的品系遗传进行了各种探索, 初步发现一些后天物理刺激与基因突变的规律特征¹。本文选择中华斗蟋(下简称蟋蟀)为样本案例, 对其后天物理致残的遗传过程及突变概率进行详细剖析, 了解直翅目昆虫伤残遗传的客观规律, 对于把握直翅目昆虫特殊的遗传状态, 优化高品质种系选育技术, 进而合理规划生物灾害, 都有着普遍的现实意义(图 1)。

2. 蟋蟀成虫后天伤残实验的遗传统计

在人工培育的过程中, 生长健康的我们偶然发现, 蟋蟀成虫后受到外界的物理伤害, 留下身体疤痕,

¹国家发明专利《一种无土温控人工培养蟋蟀的方法》(授权专利号: 103141447B)。



资料来源: 作者绘制

Figure 1. Experimental procedure
图 1. 实验流程

在其后代的同样部位也会出现相应的疤痕。这种奇特的现象引发我们的一个猜想：蟋蟀后天受到的物理刺激会导致遗传变异。为了验证这个猜想，我们对蟋蟀的不同若虫阶段以及不同遗传代数详细分类，进行了长期的人工培养实验。

2.1. 概念界定、数据来源和测度方法

本文所述的蟋蟀成虫的后天伤残实验涉及多种概念、数据和方法，特在此界定阐述。

1) 人工培养房。采用 10 cm 厚的夹心泡沫板贴墙设置作为保温房，排列放置孵化架，架上统一铺置长 40 cm、宽 30 cm、高 30 cm 的保温箱作为培育蟋蟀的培养缸，培养缸均经过高温无菌处理。蟋蟀父母本均采集于山东宁阳的野生蟋蟀，交配后的受精籽与干沙土混匀后，经冻籽处理，与干沙土混合物置于培养缸中恒温保湿培养，控制室温 25℃，湿度 85%。(详见国家发明专利《一种无土温控人工培养蟋蟀的方法》(授权专利号：103141447B)第三节)。

2) 人工繁育蟋蟀。为了更好地培育优质蟋蟀，全部选用六肢齐全，须尾完整的雌雄蟋蟀作为父母本，并进入产业化阶段，近五年平均每月出产量在 2 万条左右。这些人工繁育蟋蟀均为体型正常，双后肢齐全，与后天致残蟋蟀样本的粗细后肢现象形成鲜明的对比。

3) 左右后肢出现的粗细定义。在蟋蟀成虫的后天伤残实验中，繁育的后代出现左右后肢粗细不一的现象，我们对“粗细”的界定包括从重量上、大腿长度上来看，左右后肢差异在 20% 以上，肉眼明显能够区分粗细(图 2，表 1)。



资料来源: 作者摄

Figure 2. After the cricket is acquired, the left hind limb is removed, and the offspring appear to be thin and the weight is compared with the corresponding left leg
图 2. 蟋蟀后天摘除左侧后肢后, 其后代出现相应地左腿变细情况重量对比

Table 1. Differences in data of three types of normal, coarse and fine adult hind limbs of adult worm
表 1. 同等重量蟋蟀成虫左右后肢正常、粗和细三种类型的数据差异

	粗后肢	细后肢	正常后肢
左后肢重量	0.07 g	0.03 g	0.05 g
左后肢大腿最粗处距离	4.2 mm	1.2 mm	3 mm

数据来源: 作者统计测量

4) 数据来源和统计方法。在人工孵化房中单独开辟一处试验场地, 采集山东野生蟋蟀进行无干扰实验, 保证数据的可靠性, 并与同期正常人工孵化的蟋蟀进行样本对比。数据统计采用 SPSS 软件进行分析, 探析内在的规律变化。

2.2. 成虫后天致残处理及遗传繁育一代实验

在人工培养条件下可以进行蟋蟀成虫后天物理刺激的实验, 蟋蟀繁殖时期短, 培育技术成熟, 其孵化至成虫大约为 50~60 天, 便于多代遗传实验。为了便于观察, 选用摘除左后肢的物理刺激方式, 统计蟋蟀成虫物理致残后的一代遗传是否具有变异情况。

1) 公成虫去掉左后肢, 进行交尾留种繁育

使用山东野生蟋蟀公成虫 100 条, 统一去除左后肢, 与正常的山东野生中华斗蟀母成虫交尾, 产籽留种并人工培育孵化, 得到蟋蟀后代 5230 条。统计发现其后代中大约有 5% 的数量出现相应的左后肢变异现象。具体表现为两种变异情况:

一种突变为后代蟋蟀的左后肢增粗增大, 其数量比例大约为后代总数的 2.6%。蟋蟀后代在其父本摘除后肢的左侧方位, 出现了后肢生长变异, 在右侧后肢发育正常的情况下, 左侧后肢明显的粗壮(图 3(a))。

另外一种突变则为后代蟋蟀的后肢变细变小, 其数量比例大约为后代总数的 2.8%。蟋蟀后代在右侧后肢发育正常的情况下, 左侧后肢明显细弱(图 3(b))。

2) 公母成虫均去掉左后肢, 进行交尾留种繁育

那么, 若是蟋蟀的父母样本均进行后天物理伤残, 其遗传变异几率是否会增加? 作者使用山东野生中华斗蟀公母成虫各 100 条, 统一去除左后肢, 进行交尾产籽, 留种并人工培育孵化, 得到蟋蟀后代 4627



(a) 左后肢突变为增粗增大

(b) 左后肢突变为变细变小

资料来源：作者摄

Figure 3. After the cricket is acquired, the left hind limb is removed, and the offspring appear two kinds of extreme variation of the left leg
图 3. 蟋蟀后天摘除左侧后肢后，其后代出现相应地左腿两种极端变异

条，统计发现其后代中大约 7% 的数量出现相应的左后肢部位生长变异现象，其比例相对单亲实验案例略有增加(表 2)。

2.3. 成虫后天致残处理及遗传繁育二代实验

继续延伸以上实验，从后代蟋蟀成虫中筛选出那些后肢增粗的变异样本，公母蟋蟀各 100 条，进行交尾留种繁殖，得到的后二代蟋蟀 6315 条，其中左后肢增粗变异的数量为 694 条，变异比例比一代明显增加；而左后肢变细变小的数量为 51 条。可以看出，粗壮后肢的遗传几率在逐代增加，培养到三代、四代蟋蟀时，左后肢增粗的比例已经接近 50% (表 3)。

2.4. 统计结论

经过多代蟋蟀人工培养实验结果的统计计算，我们发现：在蟋蟀成虫期进行物理伤残刺激，如摘除后肢、掉落头须、留下身体疤痕等，其繁殖的后代会出现一定比例的遗传突变，并且这种突变可以在后代的繁育中继续遗传甚至得到强化，或变异比例增加，或变异强度增大。

3. 不同龄数若虫后天伤残实验的遗传统计

在蟋蟀成虫的实验表明，后天物理刺激能够在蟋蟀繁育中变异遗传。那么，更早一步，对若虫期的蟋蟀进行物理伤残，能否扩大遗传变异的几率呢？我们选取了 4 龄以上的各期若虫进行分类实验(3 龄以下蟋蟀若虫个头过小，身体柔弱，并且不能分辨公母，无法进行实验)。

3.1. 六龄若虫伤残实验

选择 10 条蟋蟀六龄若虫，剪除左后肢并在人工培养房中培育羽化为成虫蟋蟀，与正常母虫交尾留种，产下后代并培育成长，获得一代成虫 95 条，其中 21 条蟋蟀出现了左后肢突变现象(增粗或者变细)，总体达到 22.1% 的高比例变异(表 4)。

Table 2. Statistical data of genetic variation in acquired disability of different male and female adults
表 2. 不同公母成虫后天致残的遗传变异数据统计

公成虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
去除左后肢 100 条	正常母本 100 条	5230	左后肢增粗增大	157	3.0
			左后肢变细变小	93	1.8
去除左后肢 100 条	去除左后肢 100 条	4627	左后肢增粗增大	229	4.9
			左后肢变细变小	141	3.0

数据来源: 朱建军中华斗蟀人工孵化房, 下同。

Table 3. The statistics of the two generation variance of the mutation
表 3. 突变遗传的二代变异数据统计

公成虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
后肢增粗变异样 本	后肢增粗变异样 本	6315	左后肢增粗增大	694	11.0
			左后肢变细变小	51	0.8

Table 4. The genetic variation data of six instar nymphs acquired disability statistics
表 4. 六龄若虫后天致残的遗传变异数据统计

公若虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
去除左后肢 10 条	正常母本 10 条	95	左后肢增粗增大	12	12.6
			左后肢变细变小	9	9.5

再从其中筛选出后肢增粗的变异样本蟋蟀, 公母各 10 条, 交尾留种繁殖。实验得到二代蟋蟀成虫 6352 条, 其中左后肢增粗的 1206 条, 左后肢变细的 127 条。可以看出, 二代蟋蟀后肢增粗变异的比例急剧增加(表 5)。

同时从伤残六龄若虫的一代后代中筛选出后肢正常的成虫样本, 公母各 10 条, 交尾留种繁殖。虽然其父母本体貌正常, 但是依然发现其后代有后肢增粗变异的现象。初步判断, 这种物理刺激的遗传变异为一种可继续遗传的变异。

3.2. 五龄若虫伤残实验

选择 10 条雄性五龄若虫蟋蟀, 剪除左后肢, 培育羽化成虫, 与正常母虫交尾留种, 产下后代培育成虫 86 条, 其中 19 条出现左后肢变异现象, 总比例达到 22.1% (表 6)。

再从其中筛选出后肢增粗的变异样本, 公母各 10 条。交尾留种繁殖, 实验得到二代蟋蟀成虫 7425 条, 其中左后肢增粗的 1910 条, 左后肢变细的 152 条。二代蟋蟀后肢增粗变异的比例比一代大幅度增加(表 7)。

3.3. 四龄若虫伤残实验

最后选择 10 条雄性四龄若虫蟋蟀, 统一剪除左后肢, 培育羽化成虫, 与正常母虫蟋蟀交尾留种, 产下后代培育成长, 得到 57 条成虫, 其中出现高比例的左后肢突变现象(表 8)。

再从其中筛选出后肢增粗的变异样本, 公母各 10 条。交尾留种繁殖, 实验得到二代蟋蟀成虫 1196 条, 其中左后肢增粗的 397 条, 左后肢变细的 59 条。二代蟋蟀后肢增粗变异的比例在所有实验中最高(表 9)。

Table 5. Six instar nymphs of the two generation of genetic mutation data statistics
表 5. 六龄若虫突变遗传的二代变异数据统计

公若虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
后肢增粗变异样本 10 条	后肢增粗变异样本 10 条	6352	左后肢增粗增大	1206	19.0
			左后肢变细变小	127	1.9

Table 6. The genetic variation data of five instar nymphs acquired disability statistics
表 6. 五龄若虫后天致残的遗传变异数据统计

公若虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
去除左后肢 10 条	正常母本 10 条	86	左后肢增粗增大	10	11.6
			左后肢变细变小	9	10.5

Table 7. The two generation of variation data of 5 instar mutation genetic statistics
表 7. 5 龄若虫突变遗传的二代变异数据统计

公若虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
后肢增粗变异样本 100 条	后肢增粗变异样本 100 条	7425	左后肢增粗增大	1910	25.7
			左后肢变细变小	152	2.1

Table 8. The genetic variation data of four instar nymphs acquired disability statistics
表 8. 四龄若虫后天致残的遗传变异数据统计

公若虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
去除左后肢 10 条	正常母本 10 条	57	左后肢增粗增大	7	12.3
			左后肢变细变小	5	8.8

Table 9. Four instar nymphs of the two generation of genetic mutation mutation data statistics
表 9. 四龄若虫突变遗传的二代变异数据统计

公若虫实验样本	母成虫实验样本	后代总数量 (条)	后代遗传变异	变异数量 (条)	统计百分比 (%)
后肢增粗变异样本 10 条	后肢增粗变异样本 10 条	1196	左后肢增粗增大	397	33.2
			左后肢变细变小	59	4.9

3.4. 统计结论

经过不同龄段的蟋蟀若虫实验, 数据表明: 蟋蟀若虫期年龄越小进行伤残实验的, 其后代的遗传突变比例越高。受统计能力限制, 蟋蟀生长的各龄蜕期采用了目测和孵化天数数据统计相结合的办法估算, 因此可能存在一定的偏差, 偏差值约 3~5 天。但是由于本实验的统计数量较大, 数值波动相对较小。

基于以上成虫与若虫的后肢伤残实验及后代遗传的统计结果, 作者在 2009~2012 年间, 利用蟋蟀人工培养房进行了其他物理刺激实验探索, 如腹部伤疤、项背、头须、爪钩等部位进行物理刺激实验, 所

获得的实验数据与本次实验数据基本类似, 都在其后代出现了一定几率的遗传变异。

4. 后天物理刺激遗传理论假说

进而作者又扩大试验对象类型, 对油葫芦、蝈蝈等直翅目昆虫进行后天物理刺激实验, 均发现有这种遗传变异现象, 如对蝈蝈成虫去除爪钩, 人工培养繁殖, 其后代培养成虫后, 出现一定比例的3爪、4爪异常现象; 对油葫芦摘除头须, 其后代出现一定比例若虫在蜕皮期间头眼部位开裂死亡的现象(头须部位脆化变异导致)……由于这些实验均为相关探索, 尚未有专门的精确数据统计, 但确实在直翅目昆虫中都得到反映。

本文进一步认为: 直翅目昆虫在受到后天物理刺激以后, 会产生应激反应, 进而导致其后代变异并且遗传下去, 我们将这种现象称之为“物理刺激遗传”。这种遗传有3种特征:

1) 对应性

后代变异部位严格对应父本受到物理刺激的局部部位, 包括不同器官和左右肢差异, 完全对应上代。对于没有受到物理刺激的器官和身体部位, 则遵循正常的遗传因素, 非常精确。

2) 不稳定性

直翅目昆虫的物理刺激遗传变异并不是稳定的遗传变异现象, 当后代继续受到这种外界物理刺激时, 这种变异将得到加强, 或是变异几率增大, 或是变异强度增加; 当其后代失去外界物理刺激后, 其变异将逐代消亡。

3) 应激性

在受到外界物理刺激后, 其后代产生的变异有两种极端特点。一是反向逆变, 如摘除后肢的蟋蟀, 其后代反而出现后肢异常粗壮增大的现象; 剪掉探须的蟋蟀, 其后代出现头须异常粗壮甚至3须的变异。二是正向顺变, 摘除后肢的蟋蟀, 其后代也出现后肢细小的变异等等。

5. 后天物理刺激遗传的实践应用

利用直翅目昆虫这种后天物理刺激遗传的特征, 可以在优质品系繁育等方面得到广泛的应用, 具有极高的生物和经济价值。利用良性突变的遗传培育高品质的直翅目昆虫, 如:

——增强打斗能力。在中华斗蟀若虫时期去除后肢、修剪爪钩, 进行多代遗传后, 可以培育“粗壮后肢”、“多抓钩”的中华斗蟀, 弹跳能力和抓地力强, 极具打斗能力。

——增强鸣叫质量。在金钟子、黄蛉、蝈蝈若虫时期修剪其鸣叫器官, 进行多代遗传后, 可以培育鸣叫洪亮、音质优美的鸣虫。

——增强观赏程度。在蝈蝈、吉儿等观赏昆虫的若虫时期刺激其外表皮, 并进行多代遗传后, 可以培育色彩艳丽、花纹美观的观赏类昆虫。

这些应用的投入成本低、经济收益大, 技术简单, 具有较高的实践价值, 对蟋蟀产业经济化和文化内涵的提升有较好的促进作用。

6. 结语与讨论

本文根据人工培养蟋蟀过程中出现的物理刺激遗传变异现象, 对其进行了长时期的实验探索, 由于中华斗蟀繁殖时期短, 培育技术成熟, 其孵化至成虫大约为50~60天, 便于多代遗传实验。对其进行研究, 可以了解直翅目昆虫物理刺激遗传变异的客观规律, 针对这种现象的规律特征、出现几率、变异类型等展开研究, 选择不同样本类型进行了多种探索, 取得初步成效, 希望通过进一步实践运用, 对提高

人育蟋蟀的品质打下基础。

参考文献 (References)

- [1] 张泉鑫. 斗蟋蟀史话[J]. 农业考古, 1989(1): 270-272.
- [2] 颜廷军. 蟋蟀文化产业调查研究——以山东省宁阳县为例[J]. 现代商贸工业, 2012(23): 104-105.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>